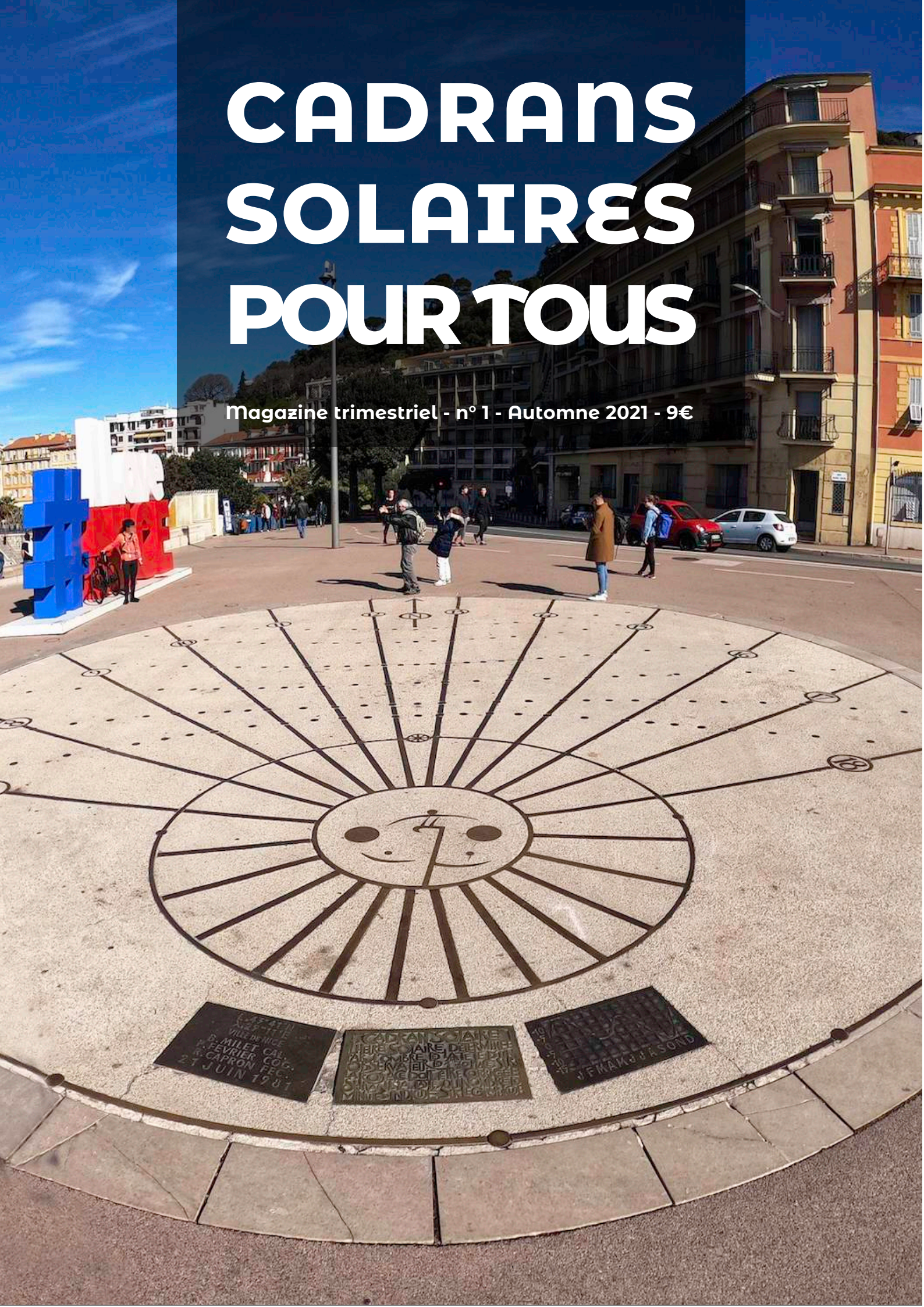
CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 1 - Automne 2021 - 9€





SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	5
Un cadran de berger transformé en compas solaire - Bernard Trevisan	6
Étapes possibles de mise en œuvre d'un cadran solaire en classe - Joël Petit	8
Démarche créatrice : « Colonnade » - Claude Gahon	10
Des cadrans solaires au Togo - Doh Koffi Addor	12
Le plus grand cadran solaire du monde ? - Roger Torrenti	14
Bien davantage qu'un moyen d'appréhender le temps… - Yves Opizzo	16
De Cadsol à une carte interactive… - Jean-Luc Astre	18
Des cadrans solaires en papier, à monter soi-même - David Alberto	20
La parole à un gnomoniste - Pierre-Louis Cambefort	22
La parole à un cadranier - Virginie Moruzzi Six & Emmanuel Six	23
Zoom sur…	24
Pour se détendre	26
Solutions des jeux et énigmes	28
Courrier des lecteurs	30
Crédits photos et illustrations	31

Photo de couverture : le cadran solaire de Rauba capeu, à l'extrémité est de la Promenade des Anglais à Nice (France). C'est un cadran horizontal sans style (ou gnomon), un observateur se plaçant sur un symbole indiqué sur le sol tenant lieu de gnomon.

Ci-dessus, sur le "sentier planétaire" de la station de Valberg (France), une agréable randonnée rythmée par des "stations astronomiques", dont un "calendrier solaire". C'est en fait un astucieux gnomon - méridienne.

ÉDITORIAL

Il n'existe pas de périodique « grand public » en langue française dédié aux cadrans solaires, c'est-à-dire de magazine accessible à toutes et tous : curieux, amateurs, enseignants, passionnés, etc.

C'est pour remédier à cette absence et contribuer à un plus large rayonnement du domaine des cadrans solaires dans le monde francophone et au-delà, que ce magazine a été lancé.

Il s'appuie en partie, au niveau éditorial, sur le contenu du cours en ligne libre et gratuit (MOOC) que j'ai lancé mi-2018 à l'adresse www.cadrans-solaires.info, ainsi que sur le contenu du fil Twitter, du forum et de la chaîne YouTube qui lui sont associés. Au-delà les colonnes sont ouvertes à tous ceux qui travaillent sur des concepts de cadrans solaires ou réalisent des cadrans solaires et souhaitent partager leurs résultats.

Ce magazine est libre et gratuit (comme l'est le MOOC), gratuit car il peut être téléchargé gratuitement en version pdf depuis le site du MOOC, et libre car il est développé sous licence Creative Commons CC BY-NC-SA, ce qui autorise l'utilisation de son contenu sous certaines conditions : voir https://creativecommons.org/licenses/

Il est également disponible en version papier, à l'achat, le lien correspondant étant également indiqué sur le forum du MOOC.



Roger Torrenti

Auteur du MOOC cadrans solaires
https://www.cadrans-solaires.info/lauteur/

Le MOOC Cadrans solaires

Depuis son lancement en 2018, ce cours (ou formation) en ligne libre et gratuit, accessible à tous, a rencontré un large public, notamment dans le milieu enseignant et parmi le grand public, et ce dans l'ensemble du monde francophone. Bientôt 1 million de sessions sur le site du MOOC et 50 000 vues sur la chaîne YouTube associée au MOOC. Des chiffres qui ont encouragé l'auteur du MOOC à accompagner le MOOC du présent magazine. Pour accéder au MOOC, rendez vous à www.cadrans-solaires.info

Ne manquez pas le prochain numéro !

Pour être informé de la parution du prochain numéro de ce magazine, suivez le fil Twitter @MOOC_CS et inscrivez-vous sur le forum du MOOC où vous pourrez échanger avec d'autres curieux ou passionnés, découvrir leurs questions et leurs réalisations. Pour vous inscrire à ce forum, rendez vous à https://bit.ly/3itRxUf

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel édité sous licence Creative Commons BY-NC-SA, dans le cadre du MOOC cadrans solaires.

Responsable de la publication : Roger Torrenti
Contact : roger@torrenti.net

ACTUALITÉS

C'est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double-page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 9 avr.
Astucieux "cadran solaire d'azimut" de @chilled_wizard Il est installé sur une fenêtre plein sud (la vue est familière 🙂) L'ombre de l'embrasure marque l'heure légale sur les courbes d'azimut tracées pour l'été (elles intègrent équation du temps et correction de longitude)



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18 mai
Mise à jour substantielle du MOOC aujourd'hui : découvrez une bouée située sur un point très particulier du globe, un cadran solaire à Rio dont le style peut être mal utilisé, la mère des gnomonistes Hypatie d'Alexandrie, et bien d'autres choses encore... cadrans-solaires.info



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 mai
Très bel (et astucieux) objet japonais du XVIIIe siècle composé d'un cadran solaire et d'une boussole

> **History of Astronomy** @HistAstro · 26 mai
> 18thC Japanese scaphe dial with a circular sundial and a compass that fold into the brass body of this dumbbell-shaped dial; upper and lower surfaces are decorated with leaf patterns and a border of triangles @RMGreenwich collections.rmg.co.uk/collections/ob...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 avr.
C'est un objet conçu il y a près de 5 ans par Mojoptix mojoptix.com/fr/2015/10/12/... qui a l'avantage de montrer que l'on peut réaliser des cadrans utilisant des technologies d'aujourd'hui A rapprocher du cadran de Sophia Antipolis réalisé en 1982 fr.wikipedia.org/wiki/Cadran_co... @jf_lesaux

> **Labomalin** @Labomalin1 · 10 avr.
> En réponse à @jf_lesaux @MOOC_CS et @ccs_saf
> JF j'ai pensé de suite à vous celui que j'ai fais vous sera amené à la rentrée

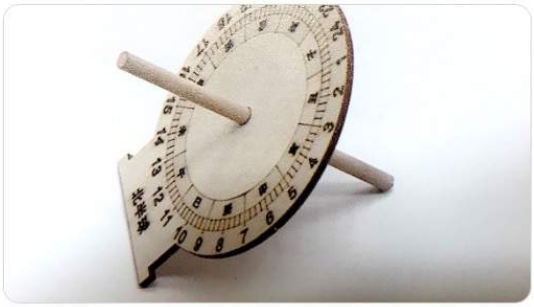


Vous avez retweeté

Loiseleur A des L @AlixLoiseleurdl · 21 août
Col San Bastiano, en Corse du Sud avec un gnomon de fortune en bout de bois... et Nîmes, plan de l'Aspic #cadransolaire #lesphotosdalix @MOOC_CS @degioanni



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 23 juil.
On trouve sur Internet, plus précisément sur rakuten.com, un petit cadran équatorial en bois, prédécoupé et à monter soi-même, pour moins de 7 €, livraison comprise. Analyse de ce cadran japonais sur le forum du MOOC cadrans-solaires.info/forum/ucp.php?...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 20 avr.
Un gnomon en maillot d'après-guerre sur un cadran analemmatique dont les lignes horaires témoignent de connaissances approximatives du cadranier-gnomoniste 😍

> **Kristina Blankenship** @AgateHuntress · 14 avr.
> Girl in Bathing Suit Posing in Sundial at Seaside, OR
> [c. 1947]



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 20 avr.
Un beau canon méridienne moins conçu pour réveiller les gros dormeurs que d'indiquer midi 😇

> **Woman of Wonder** @WonderW97800751 · 16 avr.
> 19th c. sundial with cannon and alarm clock.
>
> "The cannon was gun-filled and fired when the sun's rays ignited the wick through a magnifying glass."
>
> Imagine waking up to a bang 💥😂



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 6 avr.
Une curiosité historique mais une précision de mesure toute relative bien sûr

> **Histoire & Odyssée** @HistoireOdyssee · 1 avr.
> #Curiosité Voici un cadran solaire muni d'une boussole en or (XVIe siècle).
>
> À cette époque, des "montres" miniatures comme celle-ci étaient fabriquées, généralement à Augsbourg. L'intérêt pour la découverte scientifique ne s'est pas limité aux grandes cours d'Europe.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 1 mai
Un très beau cadran polyédrique du 17e siècle Retrouvez l'histoire et les principes de tracé d'une tel cadran sur le MOOC cadran solaires!

> **History of Astronomy** @HistAstro · 30 avr.
> 17thC wooden polyhedral sundial resembling an 8-sided drum (for latitude 45°), from Germany; mounted vertically on a turned gilt brass pedestal; with nine iron vertical pin gnomons (2 missing)
> @AdlerPlanet adler-ais.axiellhosting.com/Details/collec...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 mai
Bravo à l'enseignant(e) et aux enfants Un simple gnomon dans une cour d'école est riche de propriétés, décrites dans le MOOC ici cadrans-solaires.info/sequence3/co/1... et là cadrans-solaires.info/sequence4/co/1...

> **cm1cm2JPrevert** @Cm1cm2J · 29 avr.
> Après les sabliers, nouvel atelier sur la mesure du temps : le cadran solaire. On prolonge une séance de géographie et de sciences ! #classedehors 👍😎



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 14 juin
Oui, souvenir du magnifique projet poétique éphémère de « land art » : un cadran solaire monumental utilisant comme gnomon la statue de saint Michel placée au sommet de l'église abbatiale... cadrans-solaires.info/sequence0/co/s...



> **Etablissement public national du Mont-Saint-Michel** ... · 7 juin
> #ilEtaitUneFoisMW
> Le Mont-Saint-Michel visible depuis l'espace... ? 😍
> Sand-art en hommage à nos héros d'hier et d'aujourd'hui, réalisé par Frédéric Cadorel, pour @initiativecoeur dont @Thom_astro est le parrain ! ...



UN CADRAN DE BERGER TRANSFORMÉ EN COMPAS SOLAIRE

Bernard Trevisan

M'intéressant à la navigation ancienne, avant l'apparition de la boussole (estimée fin du XIIe siècle en Occident), j'ai été surpris de découvrir que la plupart des historiens déniaient aux navigateurs la faculté de s'orienter grâce au Soleil, à l'exception des moments clés de son lever, de sa culmination et de son coucher.

En creusant le sujet, j'en suis venu rapidement à l'étude des cadrans solaires et j'ai découvert le cadran de hauteur portatif dit « cadran de berger », dont des exemplaires datant de l'Antiquité ont été retrouvés.

Comme il est rappelé dans le MOOC cadrans solaires, tout cadran solaire peut être transformé en boussole si l'on connaît l'heure solaire. Mais peut-on imaginer un instrument qui donnerait directement la direction du sud ?

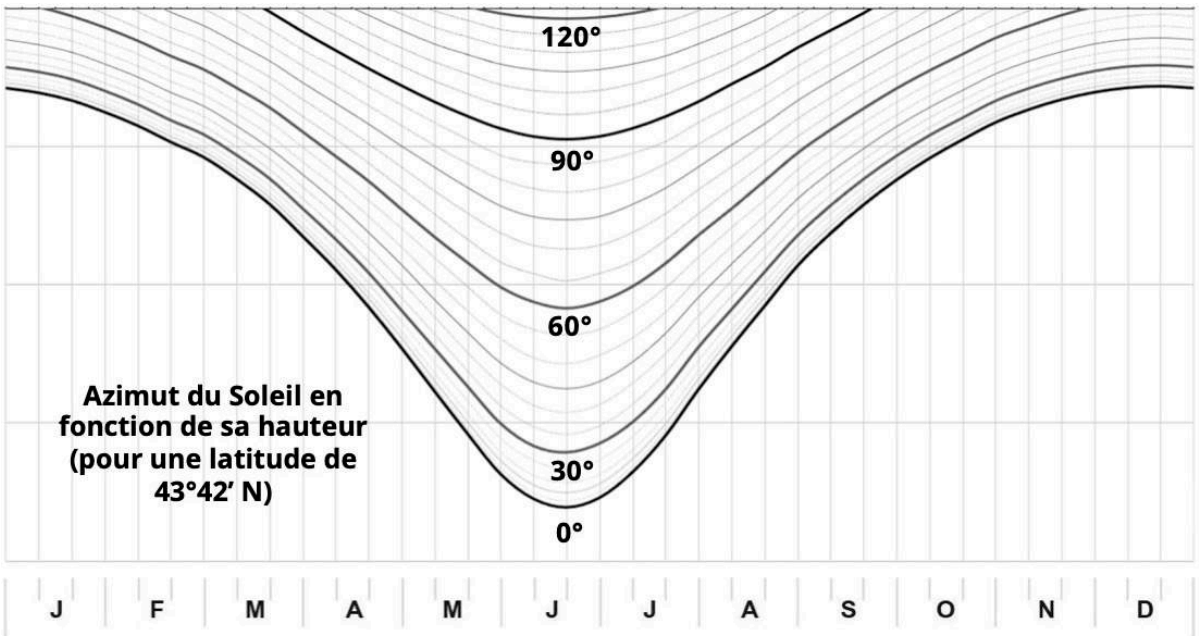
Voici donc le projet que je m'étais fixé : transformer un cadran de berger en cadran d'orientation, en « compas solaire ». Le cadran de berger est un cadran qui utilise la hauteur du Soleil, et non sa direction, son azimut.

Il n'a donc pas besoin d'être préalablement orienté. L'idée au départ était simple : remplacer le graphique des heures par un graphique des azimuts.

J'ai d'abord réalisé un graphique des heures pour bien comprendre le principe de l'instrument. Tout paraît simple lorsqu'on lit un livre ou un chapitre du MOOC. Mais une fois au pied du mur, c'est autre chose !

Une fois le principe du cadran bien assimilé, j'ai entrepris de réaliser le graphique des azimuts. Là, les choses se compliquent car il n'est pas possible de calculer directement, de manière simple, la hauteur du Soleil pour un azimut donné.

Afin de tracer le graphique, il faut en effet connaître la hauteur du Soleil pour une valeur ronde de la courbe d'azimut.



J'ai utilisé une méthode de calcul dichotomique, qui nécessite d'écrire un programme informatique ou une macro dans un tableur, puis une méthode directe avec des formules obtenues grâce à une discussion sur le forum du MOOC.

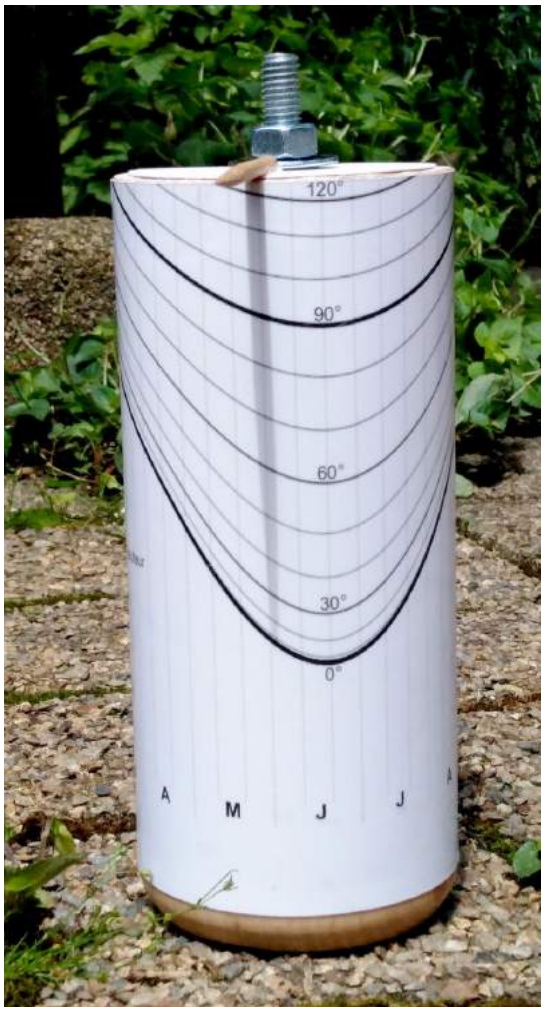
J'ai enfin choisi une troisième méthode fonctionnant par interpolation. Cette dernière donne toutefois des courbes moins pures.

Vient ensuite l'étape des travaux manuels. J'ai opté pour un cadran en bois, papier et carton. Le graphique imprimé sur papier est collé sur le cylindre de bois et un carton gradué mobile, supportant le style, permet de caler le cadran sur le jour de l'observation.

Le cadran est calculé pour une latitude donnée et fonctionne entre le tropique et le cercle polaire, où les relations entre hauteur et azimut sont simples. La description qui suit n'est valable que pour l'hémisphère nord.

Pour utiliser le cadran, il faut connaître la date et savoir si on est le matin ou l'après-midi.

Après avoir positionné le style sur la date, comme avec un cadran de berger, on oriente le cadran vers le soleil, en le tenant à hauteur du regard, afin que l'ombre de son style soit bien verticale.



L'extrémité de l'ombre indique alors un point sur la courbe qui correspond à l'azimut du soleil par rapport au sud.

Tenant ensuite le cadran de manière à le regarder par dessus, on oriente à nouveau son style vers le soleil et on trouve le sud dans la direction correspondant à l'azimut lu précédemment (le pourtour de la partie supérieure du cadran, circulaire, étant graduée régulièrement de -180° à 180°, le style restant fixe sur 0°), à droite du style si c'est le matin, à gauche si c'est l'après-midi.

Un tel cadran manque bien entendu de précision au lever et au coucher, lorsque l'ombre du style est nulle, ainsi qu'autour de midi car la variation de hauteur y est alors très faible.

Après une carrière d'hydrographe dans la marine nationale, puis d'informaticien dans une SSII, Bernard Trevisan trevisan.bernard@orange.fr consacre son temps libre de jeune retraité à l'histoire de l'hydrographie, très liée à celle de la navigation. De fil en aiguille, ses recherches l'ont conduit à s'intéresser aux cadrans solaires et à leur utilisation en mer.

MISE EN ŒUVRE D'UN CADRAN SOLAIRE EN CLASSE

Joël Petit

Observer et comprendre le mouvement apparent du Soleil dans le ciel au cours d'une journée n'est pas chose aisée en classe. En effet, outre le respect essentiel des règles de sécurité liées à l'observation du Soleil, il n'est pas toujours facile de faire comprendre les différentes notions et concepts astronomiques associés à la relativité du mouvement diurne de notre planète. Notions d'autant plus difficiles à transmettre que sa perception est imperceptible pour nous, êtres humains embarqués sur une planète qui tourne sur elle-même, sans que nous le ressentions.

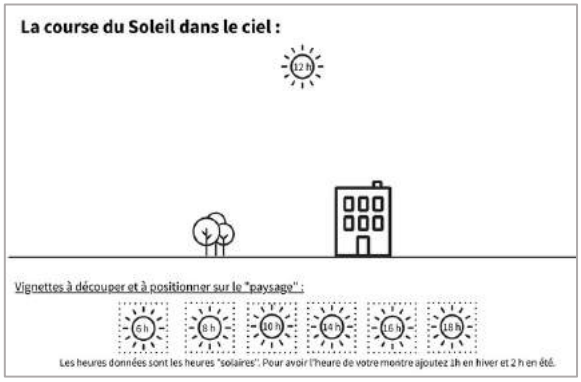
L'objet de cet article, qui est constitué de deux parties (la seconde partie sera publiée dans le n°2 du magazine), n'est pas de proposer une activité pédagogique clés en main mais diverses pistes de réflexion pédagogique visant à la mise en œuvre d'un gnomon « Rose des Vents ». Ces pistes peuvent être reprises dans leur globalité ou bien de manière dissociée selon les objectifs recherchés. Elles permettront, en outre, de montrer les « limites » d'un tel dispositif quant à son utilisation en tant que cadran solaire.

PRÉPARER UNE OBSERVATION QUOTIDIENNE ET INTRODUIRE LES BASES DE LA GNOMONIQUE …

Plusieurs questionnements peuvent être proposés afin d'amener les élèves à s'interroger sur les caractéristiques et l'origine du mouvement apparent du Soleil dans le ciel pour un observateur terrestre. Ainsi, une simple question telle que : « Voit-on le Soleil toujours au même endroit dans le ciel ? » peut-être proposée.

Il est également possible de faire émerger les conceptions et connaissances initiales des élèves en les faisant réfléchir à partir d'un schéma à compléter du type de celui ci-dessous.

Les élèves doivent ici découper les vignettes et les positionner sur le paysage sans toutefois les coller de manière définitive. Elles peuvent, dans un premier temps être installées à l'aide d'une petite quantité de « pâte à fixer ». De plus, les points cardinaux sont, volontairement, non indiqués. Leur utilisation sera introduite comme une nécessité « scientifique » par la suite.

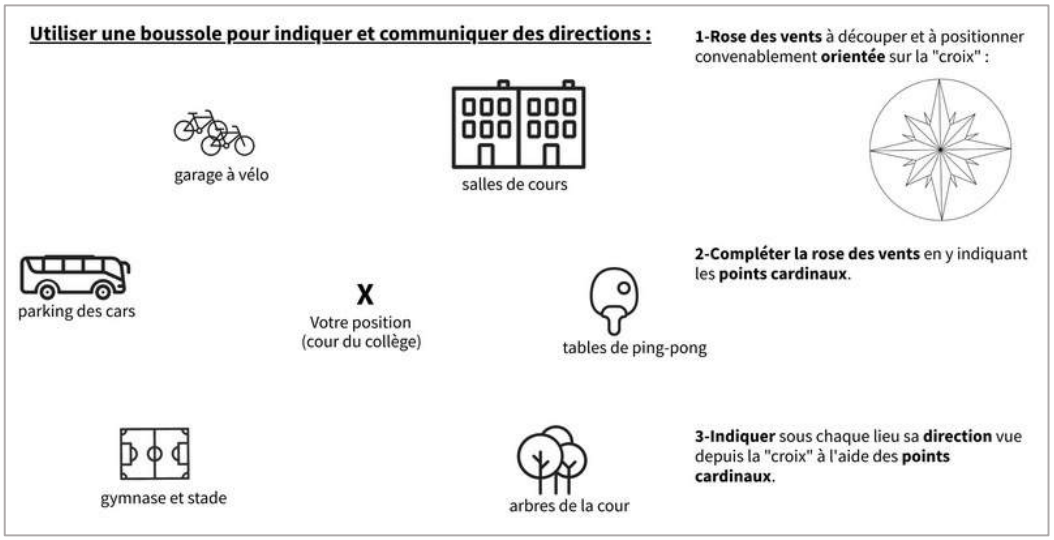


Les réponses à ces questions seront construites lors de la réalisation d'activités telles que celles proposées en annexe (page ci-contre). Elles permettent aux élèves de comprendre que :

- Pour indiquer, communiquer et échanger de manière universelle des directions, il est nécessaire d'utiliser les points cardinaux.
- Étudier l'ombre produite par un objet opaque permet de renseigner sur la direction de la source de lumière : en effet, une ombre se forme toujours à l'opposé de la source de lumière. Elle permet également de renseigner sur la hauteur relative de la source de lumière par rapport à l'objet : la taille de l'ombre portée sur le sol diminue lorsque la hauteur de la source de lumière augmente (et vice-versa).

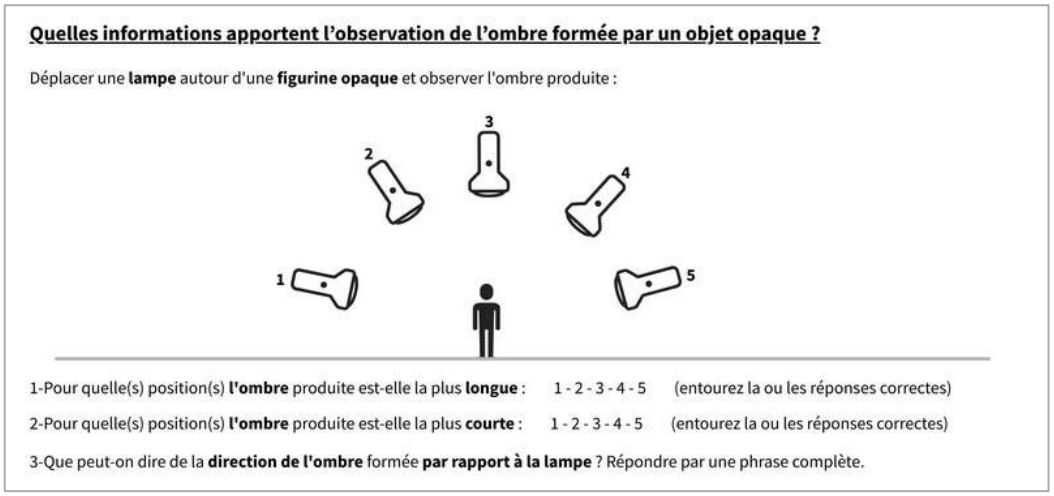
ANNEXE 1 : APPRENDRE À UTILISER UNE BOUSSOLE POUR INDIQUER DES DIRECTIONS ET LES COMMUNIQUER

Un exemple d'activité à réaliser pour proposer une prise en main de la boussole.



ANNEXE 2 : QUELLES INFORMATIONS APPORTENT L'OBSERVATION DE L'OMBRE FORMÉE PAR UN OBJET OPAQUE ?

Un exemple d'activité à réaliser pour étudier les informations « simples » apportées par l'observation d'une ombre et préparer les observations ultérieures qui seront réalisées dans la cour avec le Soleil.



Et pour aller plus loin… observer la formation des ombres portées et étudier la propagation rectiligne de la lumière (ombres chinoises, éclipses, etc.).

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

DÉMARCHE CRÉATRICE : « COLONNADE »

Claude Gahon

L'idée de départ : un support vertical pour chaque heure solaire.

Mais il faut que chaque support soit bien éclairé par le soleil aux différentes heures de la journée sans être à l'ombre d'un autre. Il vient naturellement de disposer en courbe et/ou en variant la hauteur de chaque « colonne ». Mais quelle courbe et quelles hauteurs ? Pourquoi pas une ellipse comme celle d'un cadran analemmatique, les « colonnes » pourraient alors matérialiser la distance des points horaires du cercle équatorial jusqu'à un plan horizontal.

Je choisis la cornière : une de ses ailes sera découpée selon l'angle de la latitude et servira de style, l'autre recevra l'ombre du style et sera gravée d'une ligne horaire, et le pied de l'arête sera sur le point horaire de l'ellipse.

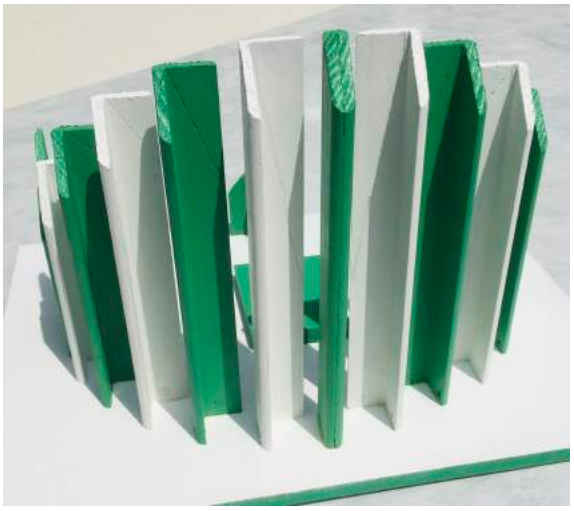
Pour la réalisation j'ai donc besoin de calculer, en fonction des dimensions des ailes de la cornière et du rayon du cercle équatorial (le cercle est supposé toucher le plan horizontal) :

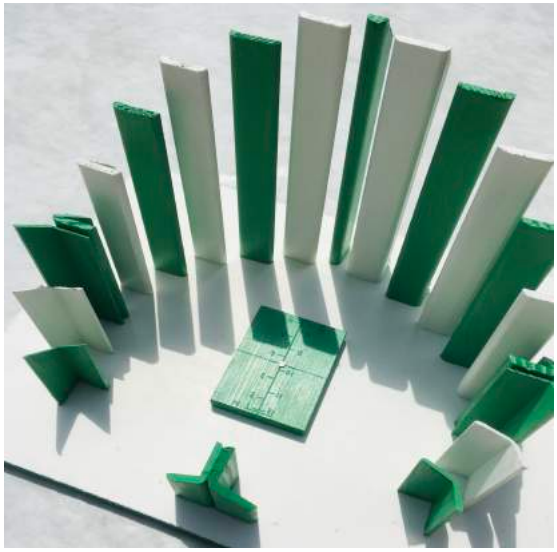
- les hauteurs de l'arête des cornières,
- les angles des lignes horaires du cadran vertical méridional pour graver les lignes,
- les coordonnées des points horaires pour tracer l'ellipse de l'analemmatique.

Dans le commerce j'ai trouvé une cornière en sapin 23mm x 23mm, e=5mm. Après plusieurs tracés en vraie grandeur sur papier, j'ai retenu un cercle équatorial de rayon 15 cm pour que les cornières puissent être bien séparées sur l'ellipse. Plateau réalisé en bois composite 40cm x 30cm, e=12 mm. Cornières fixées à la colle. Clous pour les points horaires. Peinture acrylique. Ligne horaire et n° de l'heure pyrogravés sur chaque « colonne ».

MAIS, AU FAIT, POURQUOI NE PAS…

Mais, au fait, pourquoi ne pas également utiliser la propriété analemmatique pour lire l'heure. Telles que sont disposées les « colonnes » et compte tenu de leurs hauteurs, ça ne peut pas fonctionner correctement (les ombres des colonnes cachent l'échelle des dates). À moins d'utiliser la théorie de l'analemmatique inverse de Jean-Paul Cornec, le collègue de la Société Astronomique de France. L'ensemble est donc complété par une échelle des dates calculée au 1er de chaque mois, inverse et réversible.





POUR LIRE L'HEURE

CROQUIS (A)

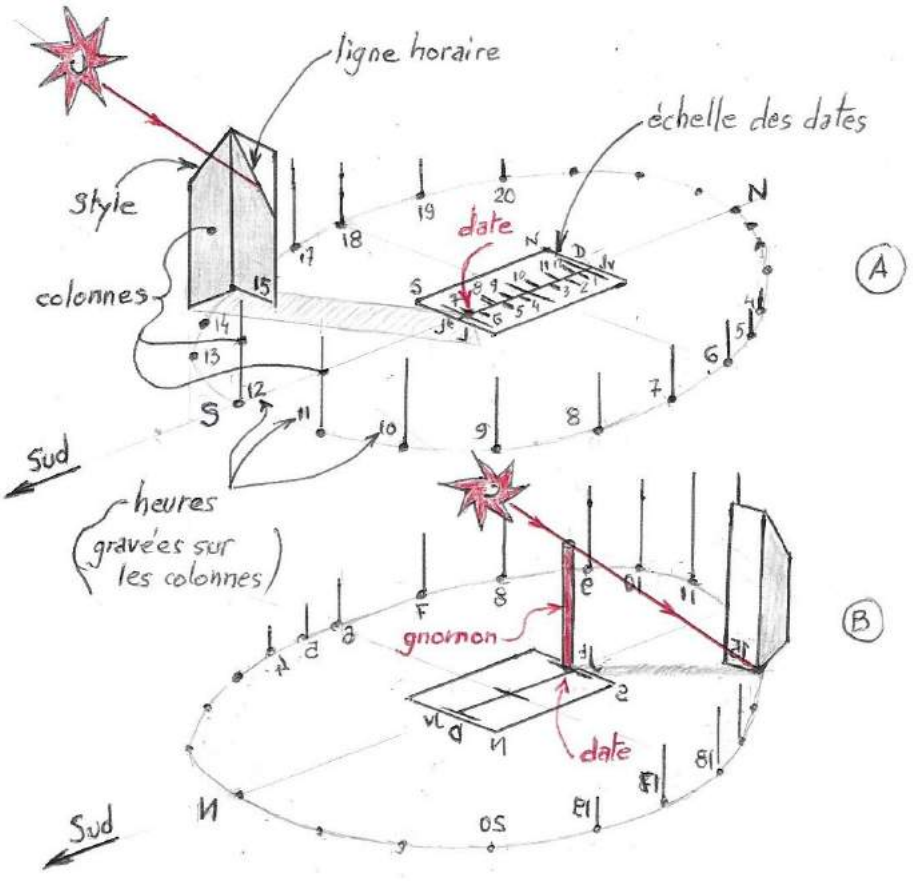
- chercher la colonne qui a l'ombre la plus proche de la ligne horaire,
- chercher la colonne dont l'ombre de son arête est la plus proche de la date du jour sur l'échelle.

CROQUIS (B)

- en tournant le plateau d'un demi-tour, chercher la colonne dont le pied de son arête est le plus proche de l'ombre d'un gnomon placé sur la date du jour,
- dans cette dernière position du plateau, en tournant la table des dates d'un demi-tour, on peut utiliser le cadran comme un analemmatique classique mais il faut alors revoir les n° des colonnes..

REMARQUES

- En raison de la petite taille du « cadran », la lecture de l'heure est peu précise.
- Les hauteurs des colonnes peuvent être adaptées pour un meilleur fonctionnement en analemmatique classique ou pour une autre esthétique.



Claude Gahon est originaire des Vosges (88) et réside à Lagny-sur-Marne (77). Il est membre de la Commission Cadrans Solaires de la Société Astronomique de France depuis 2011. Il démontre, par la conception et la réalisation régulières de cadrans originaux (mais aussi esthétiques, poétiques, artistiques) qu'il est encore possible, au XXIe siècle, d'innover dans la domaine des cadrans solaires. « Colonnade » est sa dernière création.

claudegahon@yahoo.fr

DES CADRANS SOLAIRES AU TOGO

Doh Koffi Addor

ASTRONOMIE, ÉDUCATION ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'Association Togolaise d'Astronomie a organisé les 22 et 23 juillet 2021 deux Journées de Découverte de l'Astronomie au Togo (JDA-TOGO) sur le thème Astronomie, éducation et développement durable. Ce furent deux jours d'intenses activités (en ligne) et de grandes découvertes avec 9 conférences et 4 ateliers de formation pratique en astronomie, dont un atelier cadrans solaires.

CONFÉRENCES

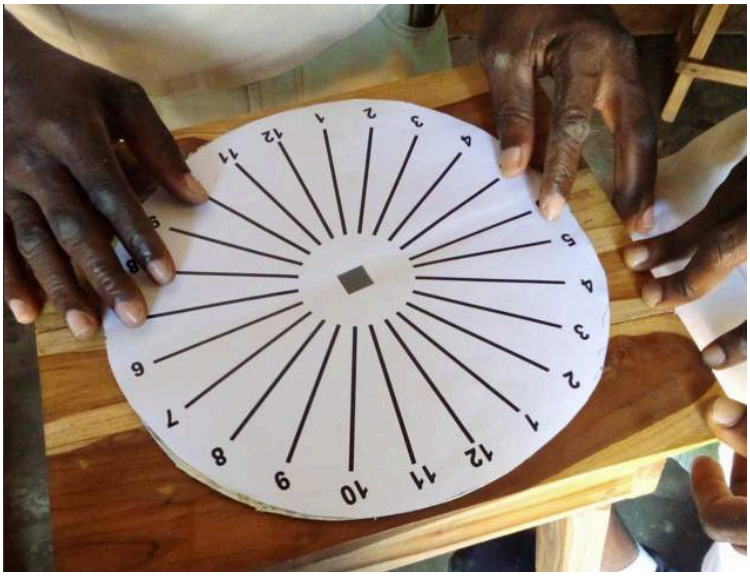
Durant les deux jours, les participants ont assisté à de belles conférences où ils ont été entretenus sur de riches thématiques liées à notre Univers. Ils ont pu, à travers ces conférences, d'une part, découvrir, les « Monts et merveilles de l'Astronomie », les « Mystères de l'Univers », « Les types de télescopes pour faire de l'imagerie des exoplanètes », « Les phénomènes de variabilité de la luminosité avec de petits télescopes », « Le but de SSVI », « Les étoiles brillent pour tout le monde en Afrique ». Ils ont également pu « Voyager dans notre système solaire » et découvrir la relation entre le Soleil et ses 8 planètes et entre les planètes elles-mêmes, voyager dans le temps depuis la création de l'Univers jusqu'à l'apparition de la vie sur Terre et enfin, être outillés sur l'importance de l'astronomie dans le développement social.

ATELIERS

Lors des ateliers, les participants ont pu être formés sur l'utilité des ondes électromagnétiques en astronomie, la décomposition de la lumière blanche, des animations sur les planètes et exoplanètes, sur l'astrobiologie et, surtout, sur la conception de simples outils pour jeune astronome. Parmi ces outils figurent les cadrans solaires. La formation s'est attelée à la construction de cadrans solaires équatoriaux, leur utilité et leur positionnement.

Le Togo étant situé près de l'équateur (proche de la latitude 0°), le positionnement du cadran équatorial est presque vertical et la tige du cadran presque horizontale. La tige devrait être très longue pour maintenir l'angle proche de 90° avec la table du cadran…

À cette latitude, un simple gnomon fera l'affaire ; un cadran mural à double face serait également pertinent (voir page ci-contre).



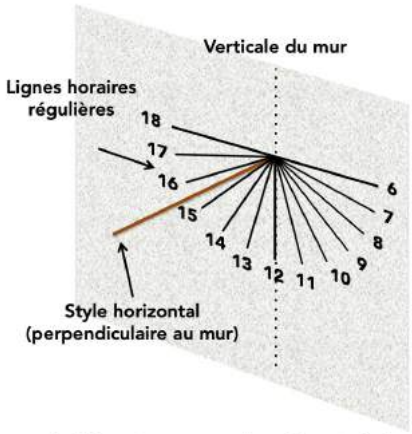
DES CADRANS SOLAIRES À L'ÉQUATEUR… - ROGER TORRENTI

Dans la plupart des ouvrages français de gnomonique, les concepts et méthodes de réalisation des cadrans solaires se réfèrent traditionnellement à des latitudes « moyennes », autour de 45°N. Mais si l'on souhaite, à l'instar du MOOC cadrans solaires (www.cadrans-solaires.info), s'adresser aux amateurs de l'ensemble du monde francophone, il convient de s'intéresser à ce que deviennent notamment ces concepts et réalisations lorsque la latitude est proche de l'équateur, ce qui est le cas du Togo (qui s'étend de 6°N à 11°N environ).

Considérons pour commencer un cadran solaire équatorial qui, par définition, a son style orienté selon l'axe de rotation terrestre et sa table perpendiculaire à cet axe. A l'équateur, le style sera donc horizontal et la table verticale ce qui donne en particulier deux types de cadrans solaires à cette latitude nulle : un CADRAN MURAL PLEIN SUD OU PLEIN NORD à style horizontal dont les lignes horaires sont également réparties (comme celles d'un cadran équatorial) mais qui ne fonctionnera que 6 mois dans l'année (entre 2 équinoxes).

Et, bien entendu, un CADRAN ÉQUATORIAL à style horizontal que l'on voudra peut-être décliner sous la forme d'une sphère armillaire.

Considérons maintenant un cadran polaire qui, par définition, a son style et sa table orientés selon l'axe de rotation terrestre.



A l 'équateur, un cadran équatorial devient un cadran vertical plein sud ou plein nord avec des lignes horaires également réparties

A l'équateur, le style et la table seront donc horizontaux, ce qui permet de concevoir un CADRAN HORIZONTAL sous cette latitude : un style horizontal et des lignes tracées au sol de façon similaire au tracé d'un cadran polaire.

Et si l'on considérait un GNOMON ? Dans ce cas, la « droite des équinoxes » passe par le pied du gnomon (et est dans la direction est-ouest) et les hyperboles de solstice d'été et de solstice d'hiver sont symétriquement réparties par rapport à cette droite.

Au Togo, qui n'est pas exactement à l'équateur, les conceptions de cadrans verticaux ou horizontaux (et des gnomons) sont proches de ce qui vient d'être décrit mais légèrement différentes. Nous avons hâte de découvrir les réalisations futures des amateurs togolais!

Doh Koffi ADDOR astronomietogo@gmail.com est ingénieur géologue et astronome amateur. Il est le président-fondateur de l'Association Togolaise d'Astronomie (ATA), créée en février 2021 et dédiée à la promotion et la vulgarisation de l'astronomie et des sciences connexes au Togo. Il est également président-fondateur de l'ONG SG2D (Science Géologique pour un Développement Durable), une association de jeunes géologues et environnementalistes du Togo. Il est également le NOC (National Outreach Coordinator) et le NAEC (National Astronomy Education Coordinator) de l'International Astronomical Union (IAU) pour le Togo.

LE PLUS GRAND CADRAN SOLAIRE DU MONDE ?

Roger Torrenti

A l'issue d'une conférence que je donnais, un participant m'a demandé « Quel est le plus grand cadran solaire du monde ? ». Je lui répondis que… la réponse n'était pas évidente, qu'il existait plusieurs cadrans revendiquant ce titre comme le cadran équatorial de Jaipur en Inde (voir page 31). Cependant, si l'on considérait qu'un gnomon est un cadran solaire, la réponse serait différente…

Un gnomon est ce simple bâton que l'on peut planter dans le sol pour mieux comprendre le mouvement apparent du Soleil dans le ciel : un instrument en fait riche de propriétés et d'un intérêt pédagogique certain, dans une cour d'école par exemple.

Des gnomons élaborés peuvent bien entendu être conçus. En 1928, l'astronome Camille Flammarion proposait d'utiliser l'obélisque de la Place de la Concorde pour réaliser un cadran solaire monumental. Le projet mit quelque temps à être finalisé (il a été inauguré en 1999 !) mais les lignes horaires sont désormais tracées sur cette place !

Continuons le raisonnement… Récemment, sur les réseaux sociaux de nombreux messages ont fait part d'une « découverte » : la Tour Eiffel sert de cadran solaire.

C'est une découverte relative bien sûr, car il est évident que l'ombre d'un point quelconque d'une construction peut être utilisée pour déterminer l'heure solaire (ce qui revient à répondre à la question posée page ci-contre).

Si l'on admet donc qu'une construction comme la Tour Eiffel peut être considérée comme un cadran solaire; le « plus grand cadran solaire du monde » est logiquement Burj Khalifa, cette tour de 828 m construite en 2008 à Dubaï (Émirats arabes unis), aujourd'hui la plus haute structure humaine jamais construite.

Oui mais… si l'on prend en considération non seulement les structures humaines mais également les structures naturelles, notamment les montagnes, on admettra, en observant par exemple cette photo satellite du mont Fuji au Japon, qu'elles aussi peuvent « servir de cadran solaire ».

Dès lors, sous ces hypothèses et en toute rigueur , le cadran solaire le plus grand du monde est… l'Everest !

Je ne suis pas sûr que ma réponse ait pleinement satisfait le participant à la conférence… Mais au moins lui aura-t-elle donné matière à réflexion et peut-être même permis de trouver ensuite sa propre réponse à sa question…



La Tour Eiffel : cadran solaire…



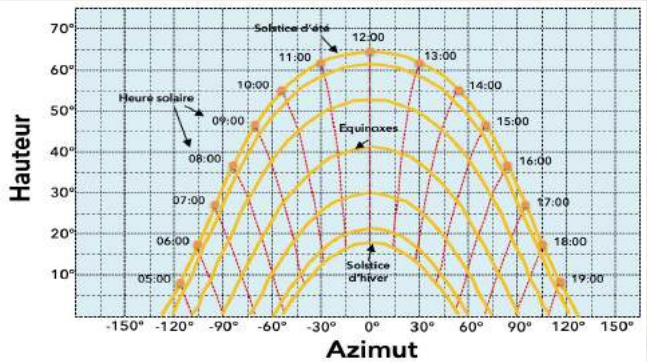
L'ombre du Mont Fuji



QUEL JOUR ET À QUELLE HEURE CETTE PHOTO DE BURJ KHALIFA A-T-ELLE ÉTÉ PRISE ?

Cette question est aujourd'hui devenue courante dès que l'on présente à des amateurs de cadrans solaires la photo aérienne d'un bâtiment dont l'ombre portée est bien visible. Si vous n'avez jamais été confronté à cette question réfléchissez un peu avant de consulter la solution ci-dessous…

On sait que la position du Soleil dans le ciel, à tout instant, peut être définie par 2 angles : son azimut et sa hauteur et qu'au cours de l'année ces deux valeurs suivent des courbes que l'on peut facilement déterminer : voir par ex.. http://solardat.uoregon.edu/SunChartProgram.php



Pour déterminer l'azimut du Soleil sur cette photo, on se reportera par exemple à Google Maps, les éléments de l'environnement permettant de déterminer la direction de l'ombre par rapport à la direction nord-sud (verticale sur Google Maps) donc l'azimut du Soleil.

En ce qui concerne la hauteur du Soleil, on estimera, toujours sur Google Maps, la longueur de l'ombre et l'on déduira la hauteur du Soleil par la formule rappelée en page 29.

Il suffira alors de rapporter ces deux valeurs dans le faisceau de courbes plus haut pour trouver l'heure (solaire) à laquelle la photo a été prise et… deux dates possibles (de part et d'autre du solstice d'été). Restera à deviner, grâce à des détails de la photo, à laquelle de ces 2 dates la photo a été prise…

Roger Torrenti roger@torrenti.net est l'auteur du MOOC cadrans solaires www.cadrans-solaires.info, a présidé la Commission des Cadrans Solaires de la Société Astronomique de France, et est le responsable éditorial du présent magazine.

BIEN DAVANTAGE QU'UN MOYEN D'APPRÉHENDER LE TEMPS…

Yves Opizzo

C'était en 2003 ou 2004, je ne sais plus exactement…

Josef Stadl, le très sympathique et dynamique président de la DGC (Deutsche Gesellschaft für Chronometrie), m'a demandé si je pouvais prononcer un discours au sein de l'un des plus grands musées techniques au monde, le Deutsches Museum München (DMM).

Bien évidemment, j'ai accepté cette offre gratuite mais généreuse, avec un certain enthousiasme.

J'avais à l'époque un rôle à jouer au DMM au sujet des cadrans solaires de la réserve. Et quelle réserve ! Il y a là de quoi faire deux autres DMM, par exemple des « méridiennes astronomiques » de 20 cm de diamètre ! J'ai développé dans les années 1990 un musée du temps à Briançon et une telle lunette de passage aurait été bienvenue.

Il est possible avec un tel instrument de mesurer le passage d'une étoile au méridien avec une précision surprenante, de l'ordre du centième de seconde, voire mieux encore. J'étais donc très intéressé par le projet, puisque je connaissais bien le DMM. Il y a encore là une exposition permanente sur les cadrans solaires, au sixième étage, que j'ai créée en 1998, avec le sculpteur Christian Tobin.

Tout était bel et bon, sauf… le public. Je devais prononcer ce discours devant un parterre de physiciens, des spécialistes des pendules, ressorts et roues dentées. Bien évidemment, je suis moi aussi fasciné par ces magnifiques mécaniques, mais je suis bien loin d'être expert en la matière. Et je devais intéresser ces amis à quelque chose de bien différent. Comment faire ?.

Si je parle de formules, je vais les ennuyer ; la physique et l'astronomie sont bien entendu liées, mais ce n'est pas le cœur d'horloges mécaniques. Si je parle de précision, je vais les faire sourire. Un cadran solaire assure certes la même précision pendant des années, des siècles même, mais bien que la seconde soit possible (et réalisée plus d'une fois par mes soins, entre autres), j'aurais encore été quasiment hors sujet.

C'est alors que m'est venue la bonne idée. Comme je commets de temps à autre quelques poèmes lisibles, j'ai songé à la poésie. Et devant cet aréopage complètement silencieux, j'ai réussi à chauffer la salle à blanc ou presque. Quelle soirée !

J'ai insisté sur l'intérêt majeur de conserver ces chefs-d'œuvre du passé, que sont les horloges mécaniques et les cadrans solaires. Et je me suis souvenu d'une montre Lip « à diapason », qui donnait une précision fantastique. Lorsque j'ai dit que je me suis souvent demandé si le son du diapason était audible, un ami s'est levé et a dit (en allemand, naturellement) : « Mais oui ! C'était même une publicité de Lip, qui disait 'Vous allez entendre le temps qui passe !' » Alors, alors… quelle flambée dans la salle ! Tout le monde a applaudi, s'est même levé, pour une « standing ovation » totalement inoubliable.

Oui, il faut le dire : les cadrans solaires, tout comme les horloges mécaniques, sont bien davantage qu'un moyen d'appréhender le temps, qui passe ou qu'il fait d'ailleurs, car un cadran sous la pluie montre bien des choses, comme l'a si bien dit Heinz Schumacher. Ces objets d'art, de culture, de technique, sont aussi des représentants d'un passé non niable, d'une unité réelle entre tous les êtres.

Provocation, plaisanterie de potache ? Quoi qu'il en soit, une bien ingénieuse création récente d'Yves Opizzo: « le cadran solaire Corona » dont une présentation détaillée (étapes de création et de réalisation, mode d'emploi) peut être téléchargée (document pdf) en flashant le QR code ci-contre. Ou via le lien https://bit.ly/3dTQ5Ze



Yves Opizzo yves@opizzo.de, né le 22 juin 1952 à Nice, est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires, en Allemagne (http://opizzo.de/). Diplômé en sciences économiques en 1976, il a enseigné les mathématiques, les statistiques et l'informatique à l'Université d'Abidjan (Côte d'Ivoire) et à Aix-en-Provence (France). Avant de s'installer à Haigerloch en tant que gnomoniste indépendant et informaticien, il a été responsable de l'informatique d'une organisation régionale du sud de la France. Son inspiration pour l'artisanat provient du Soleil et de la nature dans son ensemble. En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires ainsi que de nombreux articles sur la gnomonique. Il enseigne aussi, depuis plus de trente ans, l'Aïkido, un art martial de paix et de sérénité où il a atteint le 5ème Dan. Son livre « Opera Sacra » (2012) détaille de nombreuses expériences à ce sujet.

DE CADSOL À UNE CARTE INTERACTIVE…

Jean-Luc Astre

Il y a quelques mois, Roger Torrenti, alors président de la Commission des cadrans solaires (CCS) de la Société astronomique de France, m'avait suggéré un défi.

« Voilà près de 20 ans, m'a-t-il dit, que la CCS développe un inventaire des cadrans solaires de France (et de l'étranger).

Un travail colossal (plus de 30 000 cadrans inventoriés à ce jour, la plupart étant accompagnés d'une fiche technique détaillée et d'une photo) coordonné par Serge Gregori, mais dont les résultats ne sont accessibles que par DVD, un support promis à disparaître.

Ne serait-il pas possible de développer une carte interactive du type Airbnb qui pourrait être mise en ligne ? ».

J'ai relevé le défi…

En quelques jours, utilisant ledit DVD, j'ai :

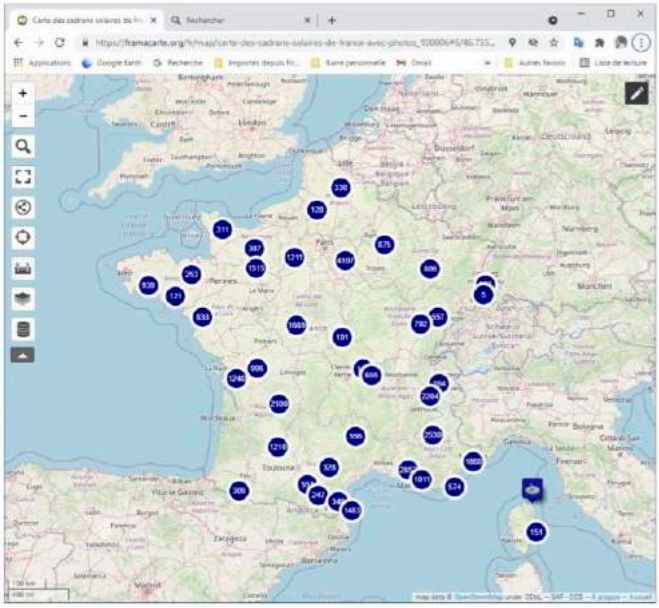
- géolocalisé chaque commune avec le géocodeur https://adresse.data.gouv.fr/csv
- intégré les rubriques du fichier des cadrans solaires, avec le logiciel umap https://umap.openstreetmap.fr/fr/

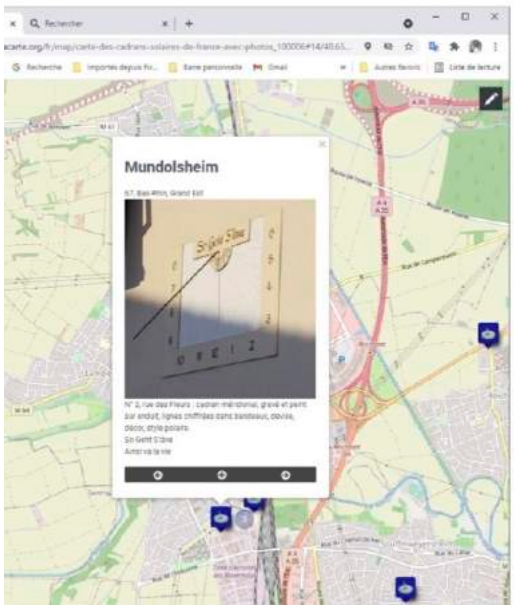
(tous les logiciels cités sont libres et OpenSource)

Le résultat actuel est accessible via https://cartecs.web-pages.fr

Tout ceci est loin d'être parfait, il y a des erreurs de géocodage, des mises à jour à faire, des améliorations à apporter… etc.

Essayez-le et donnez moi votre avis (je peux donner des droits en écriture à des chasseurs de cadrans volontaires pour corriger ou compléter le fichier, télécharger des photos etc…) !





Mon intérêt pour la gnomonique n'est pas limité à cette carte interactive et est beaucoup plus ancien… J'ai notamment, il y a bien longtemps, développé le logiciel Cadsol, téléchargeable via https://cadsol.web-pages.fr/. Cadsol est un logiciel de tracé de cadrans solaires sous licence GNU GPL : Cadsol est donc un logiciel libre. Il fonctionne sous Windows mais est compatible avec Linux (via Play on Linux), et Mac OS (via Play on Mac). Le logiciel, et les sources, sont disponibles sur Sourceforge à l'adresse https://sourceforge.net/projects/cadsol/.

FONCTIONNALITÉS DE CADSOL

- TYPES DE CADRAN : à style polaire ou gnomon, analemmatique, bifilaire, de hauteur, multiple plan, multiple cubique.
- POSITION GÉOGRAPHIQUE : latitude et longitude obtenue à partir de l'adresse (avec Open Street Map), représentation 3D de la position sur la sphère terrestre.
- ORIENTATION : déclinaison et inclinaison quelconques, rotation du plan du cadran, modifiable à la souris, en 3D.
- LIGNES HORAIRES : heures solaires ou heures légales, heures sinueuses, heures avec correction de l'équation du temps (courbes en 8), heures italiques, heures babyloniques, heures antiques, heures sidérales. Intervalle quelconque entre deux tracés (entre 1 et 60 minutes).
- ARCS DIURNES : Tracé de tout arc diurne à une date quelconque, tracé direct pour les solstices, les équinoxes, et les dates zodiacales.
- IMPRESSION DES CADRANS : génération de fichiers pdf, de fichiers pour imprimante 3D (stl ou obj).
- SAUVEGARDES : l'utilisateur peut enregistrer les cadrans ou ouvrir des cadrans déjà réalisés.
- ASSISTANT : l'utilisateur est guidé dans la succession des étapes de création du cadran.
- OUTILS DIVERS Fiche récapitulative, azimut et hauteur du Soleil à une heure et une date données, génération d'un fichier texte ou tableur avec les coordonnées de tous les points des tracés, graphique imprimable de l'équation du temps et de l'analemme, possibilité de joindre une photographie au fichier du cadran (au format jpg ou bmp), choix de la police de caractère pour les chiffres du cadran, chiffres romains possibles, couleur et épaisseur des tracés paramétrables en 2D et en 3D, possibilité d'utiliser et d'imprimer un "papier peint" personnalisé en fond de cadran (au format jpg, bmp…).
- REPRÉSENTATION 3D : représentation 3D du cadran, du Soleil, de la Terre, de l'axe de rotation terrestre; mouvement apparent du Soleil autour de la Terre, ombres du style en temps réel, animations en 3D (arcs diurnes et courbes en 8).

Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres choses : astronomie, informatique, biologie moléculaire… Il a commencé le codage de Cadsol dans les années 90, à la suite de discussions avec un ami qui était très investi à l'Association Française d'Astronomie (AFA). Les premières versions ont été commercialisées par l'AFA, mais le logiciel est libre depuis les années 2000. Il continue à faire des mises à jour et des améliorations périodiques de cet outil, travaillant actuellement surtout sur la 3D, l'ombre du style, et l'animation.

DES CADRANS SOLAIRES EN PAPIER, À MONTER SOI-MÊME

David Alberto

Je vous propose ici de fabriquer vous-même quelques cadrans solaires en papier ne nécessitant que du matériel simple (imprimante, feuille papier ou bristol, colle, ciseaux, parfois du fil et une perle, ou une canette de soda).

Tous ces cadrans fonctionnant pour une latitude donnée, il vous faut télécharger le fichier d'un cadran donné (voir lien et QR code sur la page ci-contre) puis imprimer le fichier correspondant à votre latitude (j'ai préparé les fichiers des latitudes entières couvrant la France métropolitaine, la Suisse et la Belgique).

LE CADRAN POLAIRE

Dans le cadran polaire, le style et la table sont tous les deux dans la direction de l'axe nord-sud. Son fonctionnement nécessite donc d'être convenablement orienté. Ce cadran indiquera l'heure solaire de 6h30 à 17h30.

Il indiquera également le passage des saisons, grâce à un repère en forme de pointe placé sur le style. En général, le style d'un cadran solaire est placé au centre ; ici deux styles sont placés sur les 2 côtés du cadran, l'un fonctionnant pour le matin, l'autre pour le soir.

LE CADRAN DE BERGER

Ce cadran de hauteur est à imprimer puis à coller sur une canette de soda de dimensions 14,5 cm x 5,8 cm. Le style est une tige (agitateur pour boisson, pique à brochette, …) à fixer au sommet de la canette. C'est l'extrémité de l'ombre du style qui indique l'heure sur le réseau de lignes.

LE CADRAN CAPUCIN

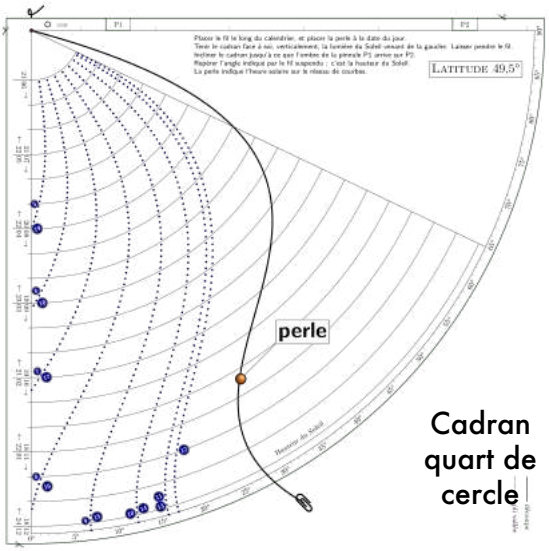
Après avoir imprimé le document correspondant à votre latitude, il faudra réaliser deux découpes au cutter selon les lignes indiquées. Il faudra se munir d'un fil d'environ 20 cm, d'une petit perle pouvant coulisser en frottant le long du fil, ainsi que d'un petit objet lestant le fil (trombone, rondelle métallique…). C'est la position de la perle sur le réseau de lignes horaires qui vous indiquera l'heure solaire.

LE CADRAN QUART DE CERCLE

Il nécessitera également un fil lesté muni d'une perle. Ce cadran vous donnera également la hauteur du Soleil.

À noter que les cadrans de hauteur (cadran de berger, capucin et quart de cercle) présentent certaines caractéristiques communes :

- il faut régler la date au préalable (ils sont tous munis d'un calendrier).
- ils ne nécessitent pas d'être orientés par rapport aux points cardinaux (il faut les orienter vers le Soleil, au moment de les utiliser).
- leur fiabilité devient très modeste au voisinage du midi solaire (entre 11 h et 13 h solaires, environ).
- ils vous indiqueront également les heures de lever et de coucher du Soleil (même sans être placés au Soleil !).

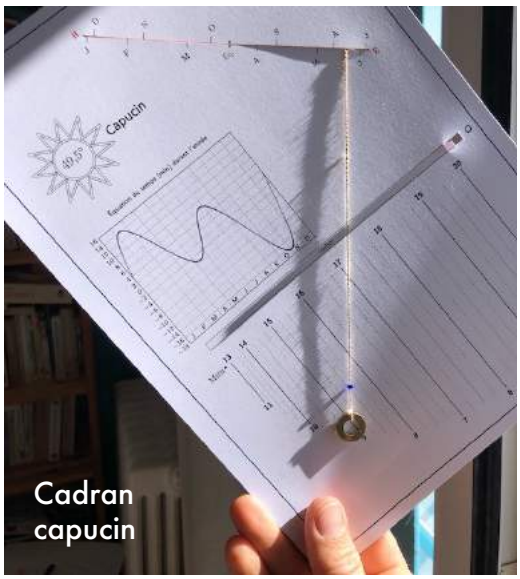


Cadran quart de cercle

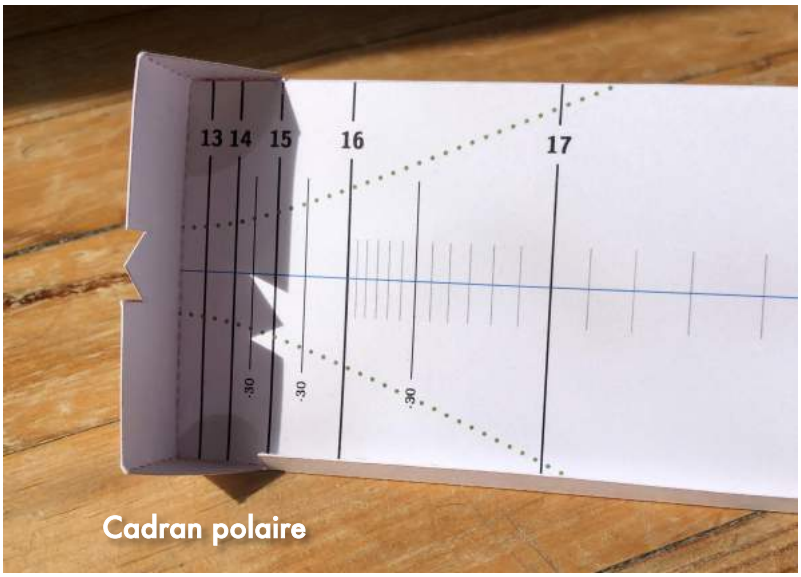
LIEN DE TÉLÉCHARGEMENT
https://bit.ly/3dWB2y8



LIEN DE TÉLÉCHARGEMENT
https://bit.ly/3yuqnnL



LIEN DE TÉLÉCHARGEMENT
https://bit.ly/3m9HtCu



LIEN DE TÉLÉCHARGEMENT
https://bit.ly/3pVOUhw

Professeur de physique-chimie au lycée, David Alberto david.alberto@posteo.net (www.astrolabe-science.fr) s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA (Comité de Liaison Enseignants Astronomes), en s'intéressant tout particulièrement aux instruments astronomiques anciens.

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



Depuis ma plus jeune enfance, dans notre maison des Pyrénées Ariégeoises, mon père m'a fait lever la tête vers le ciel, m'a appris à reconnaitre les étoiles, à les installer dans leurs constellations, à trouver les planètes et les nommer, à aimer l'astronomie, à m'intéresser à l'écoulement du temps en voyant tourner les étoiles autour de l'étoile polaire.

J'ai effectué des études, non d'astronomie mais d'aéronautique (toujours dans le ciel !)., étant diplômé de l'École nationale supérieure de l'aéronautique et de l'espace (Supaéro).

J'ai passé 40 ans chez Dassault-Aviation, notamment comme Directeur Technique des avions Falcon puis comme Directeur Technique Aéronefs, enfin comme Directeur de la Maîtrise des Risques auprès du président.

J'ai ensuite créé un bureau d'études au sein de la société Sky Aircraft pour concevoir l'avion bi-turbopropulseur Skylander SK105, malheureusement sans suite au bout de 4 ans, faute de financement.

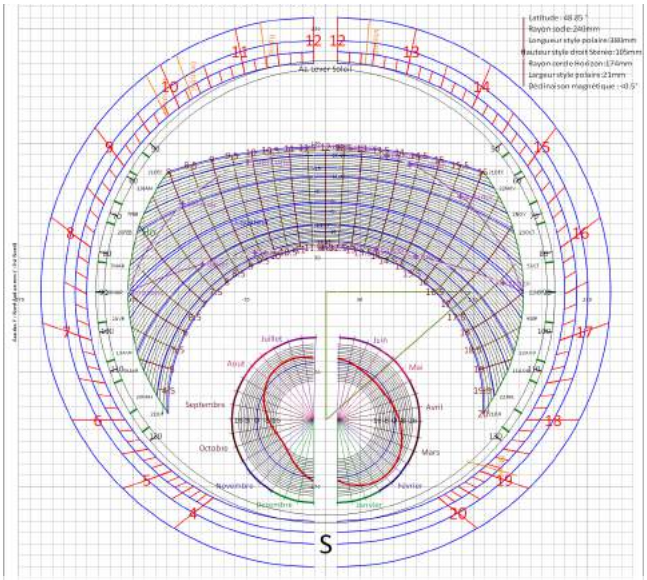
Ayant alors plus de temps, j'ai souhaité étudier le temps qui passe et les trajectoires des ombres. Je me suis inscrit à la Commission des Cadrans Solaires de la Société Astronomique de France (CCS-SAF).

Je me suis alors abonné aux différentes revues gnomoniques, ai acheté de nombreux livres sur la gnomonique, voulant d'abord comprendre, ensuite apprendre, et enfin concevoir et réaliser. Me portant volontaire pour participer activement à la CCS-SAF, j'en suis devenu le secrétaire, puis le vice-président, rédigeant en particulier les lettres trimestrielles, gérant la bibliothèque numérique et toutes sortes de travaux relevant du secrétariat, rencontrant des personnes très intéressantes dont certaines sont devenues mes amis.

J'ai finalement quitté cette structure qui avait à mon sens trop de mal à évoluer et suis heureux de participer aujourd'hui à la communauté ouverte bâtie autour du MOOC Cadrans Solaires.

Je continue de regarder les étoiles tourner, les ombres bouger, de faire des calculs définissant des cadrans solaires (notamment avec Excel VBA), et d'aller, après avoir calculé le jour adéquat de l'année, voir le Soleil se coucher au creux de l'Arche de la Défense…

Pierre-Louis Cambefort
pierre-louis.cambefort@orange.fr



Cadran double de Benjamin Scott tracé avec Excel VBA (document Pierre-Louis Cambefort)

LA PAROLE À UN CADRANIER



Virginie Moruzzi Six et Emmanuel Six créent des cadrans solaires en pierre car ce travail réunit plusieurs de leurs passions : l'observation du système solaire, les calculs, la précision, la créativité artistique, le travail de la pierre et du métal.

En se basant sur l'étude du mouvement de la Terre autour du Soleil, Virginie Moruzzi Six, gnomoniste (formation d'ingénieur en génie rural & environnement de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne en Suisse), calcule le tracé du cadran puis Emmanuel Six, cadranier (formation de tailleur de pierre chez les Compagnons du devoir à Marseille), fait jouer ses outils.

Ensemble ils réalisent des cadrans solaires gravés sur pierre alliant technique moderne et tradition : verticaux, horizontaux, analemmatiques, ou cylindriques. Ils aident à créer « le » cadran que leurs clients français et parfois européens souhaitent installer dans leur jardin ou sur leur façade (quelle que soit son orientation).

Ils apprécient tout particulièrement le style épuré qui vise à faciliter la lecture des cadrans solaires.

Ils sont « Artisans d'art » auprès de la Chambre des métiers et ont obtenu le « Label de précision gnomonique » de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France (décerné pour le cadran "Gif-sur-Yvette").

Installés au Thoronet dans le Var, ils réalisent également des restaurations de monuments anciens et de restanques en pierre sèche. "Pierres de Rosette" est le nom de leur petite entreprise (www.pierres-rosette.fr) créée il y a une quinzaine d'années. Il fait référence à la pierre de Rosette qui permit à Champollion de déchiffrer les hiéroglyphes. Chaque pierre a ses caractéristiques, son histoire, son secret…

Virginie Moruzzi Six et Emmanuel Six
pierres-rosette@orange.fr



Cadran solaire vertical réalisé par Pierres de Rosette à Entrecasteaux dans le Var (France).

ZOOM SUR…

UN CADRAN SOLAIRE

Petit cadran horizontal de poche qu'Électricité de France utilisait comme objet publicitaire à la fin des années 70



UNE CARTE POSTALE

Un « bloc gnomonique » surmonté d'un prisme droit à base heptagonale a été inauguré en 1876 au bord du lac d'Annecy (France). Le frère Arsène (capucin) y a dessiné un ensemble d'une vingtaine de cadrans solaires.



UN TIMBRE

Un timbre des Îles Féroé de 2002 commémorant le compas solaire qu'auraient utilisé les Vikings dans leurs expéditions vers l'ouest

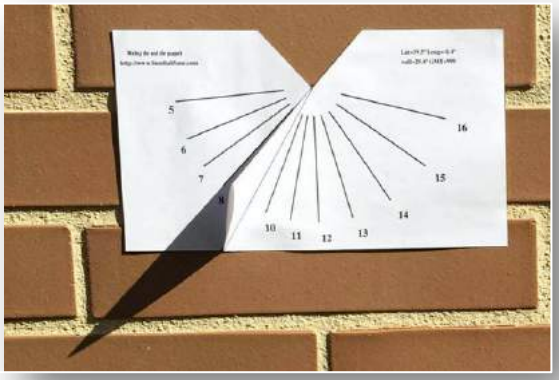


UNE VIDÉO

Une vidéo extraite du MOOC cadrans solaires permettant, en 2 min, de parcourir 3000 ans d'histoire des cadrans solaires, accessible via le QR code ci-contre ou le lien https://youtu.be/JYk00FwlTHo

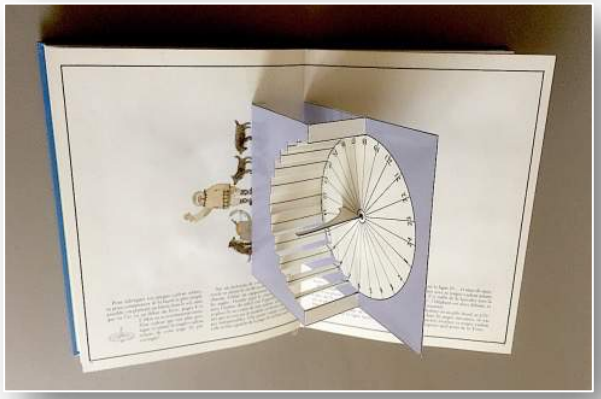


ZOOM SUR…



Sundialzone est un logiciel en ligne gratuit qui permet en quelques minutes de tracer un cadran vertical à imprimer et assembler très facilement.
https://bit.ly/3q0CuVl

UN LOGICIEL



« La Terre est un cadran solaire » de Mitsumasa Anno - L'école des loisirs - 1986.

Un très rigoureux et agréable livre animé (pop-up) destiné aux plus jeunes et apprécié des moins jeunes…

UN LIVRE

cos AS = - sin DS / cos LAT

avec
AS : azimut du Soleil
DS : déclinaison du Soleil
LAT : latitude du lieu

La formule pour savoir où se lève et où se couche le Soleil. Plus précisément pour connaître son azimut au lever et au coucher.

L'azimut est l'angle compté horizontalement entre la direction nord-sud et la direction du Soleil, variant de - 180° à 0° vers l'est et de 0° à +180° vers l'ouest.

UNE FORMULE



C'est l'heure de bien vivre.

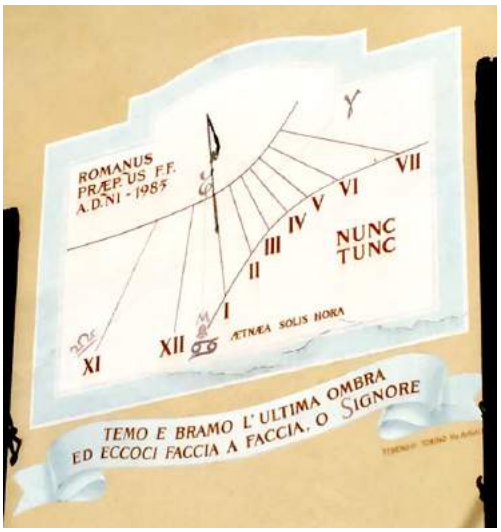
Le cadran solaire d'une auberge de Molines-en-Queyras (France) accueille ses hôtes avec une devise qu'il est toujours sage d'avoir en mémoire…

UNE DEVISE

Jeux et énigmes

Une devinette

Pourquoi sur certains cadrans solaires verticaux plein sud la ligne de midi n'est-elle pas verticale ?



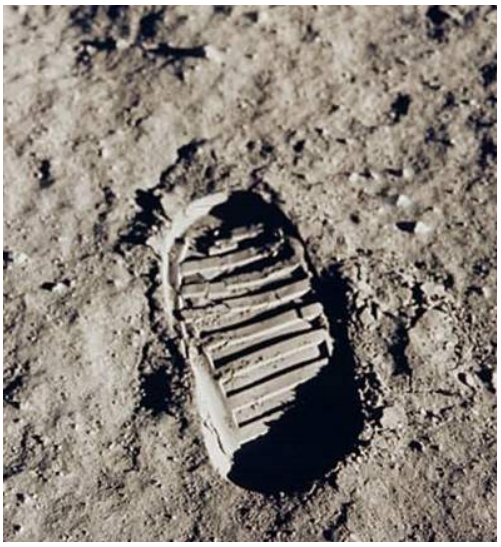
Dès vos premiers pas dans le domaine des cadrans solaires vous apprenez que, logiquement, la ligne de 12 h d'un cadran solaire dessiné sur un mur vertical plein sud est verticale (et que les lignes de 6 h et 18 h sont sur la même droite horizontale).

Pourtant en flânant dans les rues d'un village (ici Limone en Italie) vous apercevez un cadran dessiné sur un mur vertical plein sud dont la ligne de 12h n'est pas verticale. Le gnomoniste - cadranier a-t-il commis une erreur ?

PS : la question est aussi pertinente si vous découvrez un cadran horizontal dont la ligne de 12 h n'est pas dans la direction nord-sud (ni les lignes de 6 h et 18 h sur une même droite est-ouest…)

Une énigme

Êtes-vous sûr de votre date de naissance ?



Si l'on vous demande votre date de naissance, vous n'hésiterez pas une seconde et, si quelqu'un en doute, vous lui montrerez une pièce d'identité confirmant indéniablement votre affirmation.

Mais si l'on vous demande quel jour l'homme a posé pour la première fois le pied sur le sol lunaire (Neil Armstrong lors de la mission Apollo 11) vous risquez d'avoir quelques surprises avec des interlocuteurs étrangers, qui pourraient, par la même occasion, contester votre date de naissance...

Essayez de réfléchir pourquoi avant de consulter la solution…

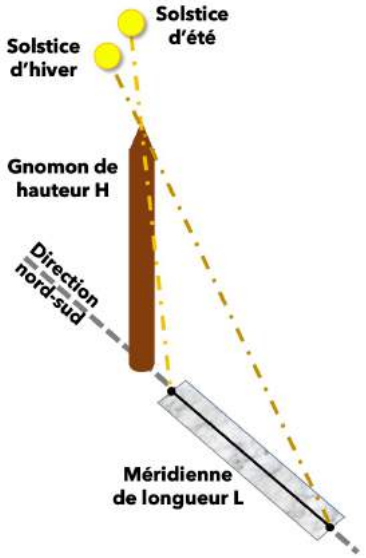
JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

H EST-IL PLUS GRAND QUE L ?

Vous avez décidé de réaliser un gnomon - méridienne particulier : vous matérialisez sur le sol, par une plaque, les différents endroits que l'ombre de la partie supérieure du gnomon (de hauteur H) touchera à midi solaire tout au long de l'année, en délimitant cette plaque à sa partie utile, de longueur L, déterminée par les positions de l'ombre, à midi solaire, aux 2 solstices.

H est-il plus grand que L ?



UN TEST RAPIDE

TESTEZ VOS CONNAISSANCES GÉNÉRALES SUR LES CADRANS SOLAIRES

Comment appelle-t-on l'endroit sur lequel les lignes horaires d'un cadran sont tracées ?
- La table
- La plaque
- Le plan

Comment appelle-ton la tige qui, par son ombre, indique l'heure sur un cadran solaire mural ?
- L'indicateur
- La flèche
- Le style

Aux pôles, combien de temps peut fonctionner un cadran solaire ?
- 3 mois
- 6 mois
- Toute l'année

Si l'on utilise une boussole pour déterminer le nord géographique, il ne faut pas oublier de corriger la lecture par la valeur de :
- La latitude du lieu
- La déclinaison du Soleil
- La déclinaison magnétique

Qui sont les artisans-artistes spécialisés dans la réalisation et la rénovation des cadrans solaires ?
- Les cadraniers
- Les cadranniers
- Les cadranistes

On peut (dans l'hémisphère nord) tracer un cadran solaire sur un mur plein nord
- Oui, mais il ne fonctionnera que si le mur est situé au pôle Nord
- Oui, mais il ne fonctionnera que le matin et le soir en été
- Non, il ne peut fonctionner

Une méridienne est un cadran solaire particulier :
- On y lit seulement le midi solaire
- L'ombre du Soleil ne peut s'observer que depuis une position assise
- Elle servait au XIXe siècle à marquer l'heure de la sieste (qui se disait alors méridienne)

Le style des cadrans les plus couramment dessinés sur les murs est incliné selon :
- la longitude
- le libre choix du cadranier
- l'axe de rotation de la Terre

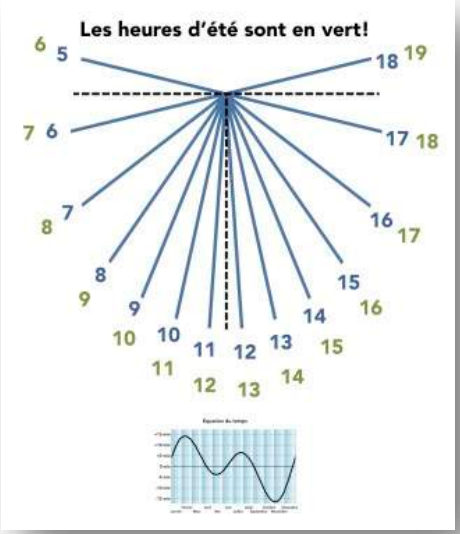
SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Un cadran solaire indique traditionnellement l'heure solaire et pour en déduire l'heure légale, on doit faire une correction de longitude, ajouter la valeur de l'équation du temps, enfin ajouter 1 h si l'on est en été : voir la séquence 2 du MOOC cadrans solaires pour une explication détaillée : https://bit.ly/3F1iKYc

Afin que la conversion heure solaire - heure légale soit plus rapide, certains gnomonistes ou cadraniers calculent les lignes horaires en tenant compte de la correction de longitude (dès lors la ligne de midi n'est plus verticale). Le cadran sera alors accompagné d'une courbe ou d'un tableau donnant la valeur de l'équation du temps tout au long de l'année et la conversion heure solaire - heure légale sera plus simple.

Afin de simplifier encore, certains choisiront même d'avoir 2 indications sur chaque ligne horaire, une pour l'heure d'été, l'autre pour l'heure d'hiver. Le cadran solaire (semblable à celui ci-contre) indiquera alors une heure très proche de l'heure légale (à la valeur de l'équation du temps près).



UNE ÉNIGME

Quand l'homme a-t-il pour la première fois posé le pied sur le sol lunaire?

Un Français affirmera sans hésiter « Le 21 juillet 1969 ». Un Américain affirmera tout aussi sûr de lui « Le 20 juillet 1969 ». Qui a raison ?

Les deux personnes ont raison car cela s'est passé à 2 h 56 min 20 s UTC le 21 juillet 1969. Il était alors 3 h 56 min 20 s à Paris le 21 juillet et 21 h 56 min 20 s à Houston le 20 juillet !

Il est donc nécessaire, lorsque vous parlez d'un événement, de bien préciser l'heure UTC de l'événement ! Il en va de même pour le jour de votre naissance ! Même si l'on pourra trouver bizarre que vous précisiez l'heure UTC de votre venue au monde…

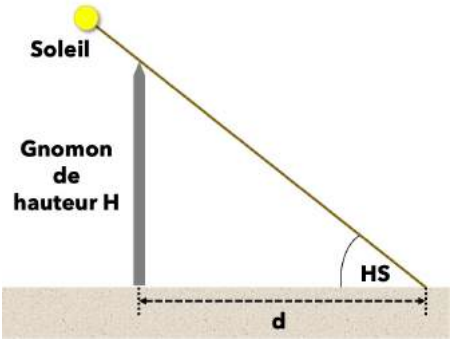


SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Considérons un gnomon à midi solaire.

Soit HS la hauteur du Soleil : la figure ci-contre permet de déduire facilement que



tan HS = H / d

On sait par ailleurs que, à midi solaire

HS = 90° – LAT + DS

avec LAT la latitude du lieu et DS la déclinaison du soleil au jour (plus précisément à l'heure) d'observation.

De ces deux formules on peut alors déduire la valeur de d au solstice d'hiver (d2) et celle au solstice d'hiver (d1) et donc déduire

L = d2 – d1 en fonction de h.

On peut faire ce calcul pour différentes latitudes et on découvrira alors que L = 1,3 H environ à une latitude de 30°, L = 2 H environ à une latitude de 45° et L = 8 H environ à une latitude de 60°. Il se passe en outre des phénomènes particuliers si l'on se rapproche des pôles ou de l'équateur, que nous vous laissons découvrir…

UN TEST RAPIDE

Comment appelle-t-on l'endroit sur lequel les lignes horaires d'un cadran sont tracées ?
✓ La table

Comment appelle-ton la tige qui, par son ombre, indique l'heure sur un cadran solaire mural ?
✓ Le style

Aux pôles, combien de temps peut fonctionner un cadran solaire ?
✓ 6 mois

Si l'on utilise une boussole pour déterminer le nord géographique, il ne faut pas oublier de corriger la lecture par la valeur de :
✓ La déclinaison magnétique

Qui sont les artisans-artistes spécialisés dans la réalisation, la rénovation des cadrans solaires ?
✓ Les cadraniers

On peut (dans l'hémisphère nord) tracer un cadran solaire sur un mur plein nord
✓ Oui, mais il ne fonctionnera que le matin et le soir en été

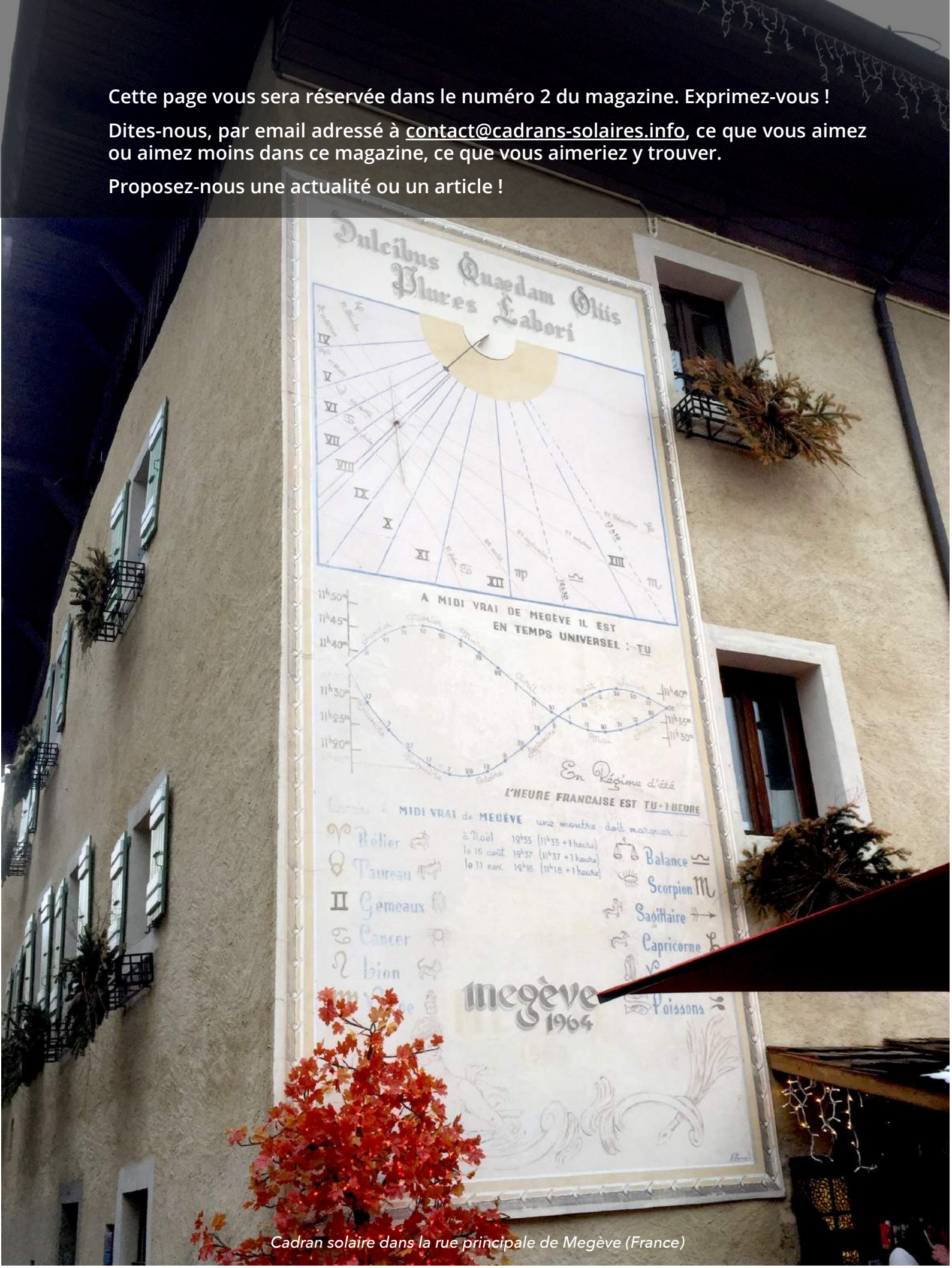
Une méridienne est un cadran solaire particulier :
✓ On y lit seulement le midi solaire

Le style des cadrans les plus couramment dessinés sur les murs est incliné selon :
✓ l'axe de rotation de la Terre

Cette page vous sera réservée dans le numéro 2 du magazine. Exprimez-vous !

Dites-nous, par email adressé à contact@cadrans-solaires.info, ce que vous aimez ou aimez moins dans ce magazine, ce que vous aimeriez y trouver.

Proposez-nous une actualité ou un article !



Cadran solaire dans la rue principale de Megève (France)



CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Photo de couverture: Photo © Gilles Ehrentrant (www.nice-photographe.com)
- Pages 2 et 3 : Photos Roger Torrenti
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran fil Twitter MOOC_CS
- Pages 6 et 7 : Illustration et photo Bernard Trevisan
- Pages 8 et 9 : Illustrations Joël Petit
- Pages 10 et 11 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 12 : Photo Doh Koffi Addor
- Page 13 : Illustration Roger Torrenti et copie d'écran Google Maps
- Page 14 : Copie d'écran fil Twitter MOOC_CS & photo NASA (domaine public)
- Page 15 : Document Wikimedia Commons - Fichier Burj dubai 3.11.08.jpg - Auteur Aheilner - Licence CC BY-SA 3.0 & Illustration Roger Torrenti
- Page 17 : Photos Yves Opizzo
- Page 18 : Copies d'écran Jean-Luc Astre
- Page 21 : Illustrations et photos Davis Alberto
- Page 22 : Illustration et photo Pierre-Louis Cambefort
- Page 23 : Photos Pierres de rosette
- Page 24 à 25 : Illustration et photos Roger Torrenti
- Page 26 : Photos Roger Torrenti & NASA (domaine public)
- Pages 27 à 30 : Illustrations et photos Roger Torrenti
- Pages 31 et 4ème de couverture : Photos Roger Torrenti

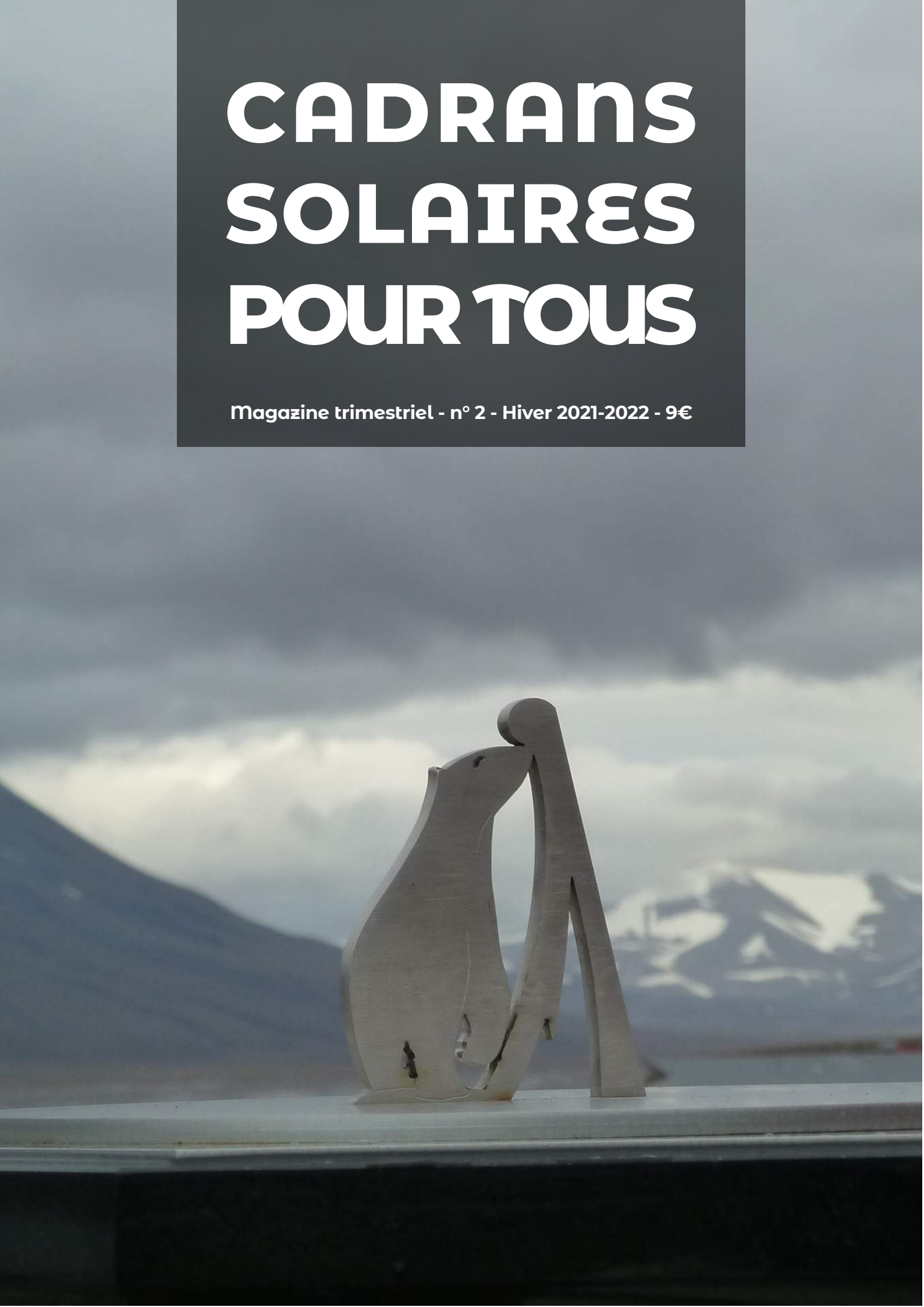
Ci-dessus: vue du plus grand cadran solaire équatorial du monde (27 m de haut), le Brihat Samrat Yantra, situé à l'observatoire astronomique Yantra Mandir de Jaipur (Inde), construit au XVIIe siècle.

Page suivante: au fond, le village de Coaraze, dans les Alpes-Maritimes (France), autoproclamé « Village aux cadrans solaires » et au premier plan le cadran réalisé par le cadranier amateur (Marcel Torrenti) sur la façade de sa maison.


NIL NOVI SUB SOLE

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 2 - Hiver 2021-2022 - 9€





SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	5
Devises et cadrans solaires - Olivier Escuder	6
Utilisation d'un « gnomon - rose des vents » en classe - Joël Petit	8
De la contemplation à la réalisation… - Éric Cousin	10
Le cadran solaire du mois… - Joël Robic	12
Utiliser un cadran solaire la nuit… - Roger Torrenti	14
Cadrans solaires du Québec - Jasmin Gauthier	16
La restauration de cadrans solaires - Didier Benoît	18
Des cadrans solaires pour un lycée - Jean-François Le Saux	20
Lire l'heure solaire… sur son plafond ! - Roger Torrenti	22
Naissance d'une vocation - Guesmia Abdelkader	24
La parole à un gnomoniste - Yvon Massé	26
La parole à un cadranier - Didier Cottier	27
Zoom sur…	28
Jeux et énigmes	30
Solutions des jeux et énigmes	32
Courrier des lecteurs	34
Crédits photos et illustrations	35

Photo de couverture : cette sculpture est en fait le style d'un cadran solaire horizontal installé dans l'espace public de Longyearbyen (Spitzberg) en Norvège. C'est la partie rectiligne droite de la sculpture qui permet d'indiquer l'heure solaire sur la table du cadran, et ce tout au long des 24 h d'une belle journée d'été, puisque nous sommes au-delà du cercle polaire arctique…

Ci-dessus : l'œuvre de l'artiste catalan Joan Miró baptisée « cadran solaire » (mais ne comportant ni style ni lignes horaires !), dans le « Labyrinthe Miró » de la Fondation Maeght à Saint-Paul-de-Vence (France).

ÉDITORIAL

Le lancement d'un magazine est toujours un pari mais vous avez été des centaines à télécharger le n°1 de ce magazine et c'est bien entendu un encouragement pour poursuivre l'aventure et vous présenter ici le n°2.

Vous avez également été nombreux à nous proposer des articles (le magazine comportera dorénavant 4 pages de plus que le n°1) et à nous faire part de vos remarques et suggestions (voir page 34). Nous vous remercions pour tout cela. Nous comptons sur vos propositions pour que ce magazine corresponde encore plus à vos attentes et contribue à la large diffusion des connaissances dans le domaine des cadrans solaires et à la promotion de ce domaine.

Enfin, c'est avec un grand plaisir que je vous informe qu'à partir du n°3 un comité éditorial, composé de spécialistes de renom, permettra d'encore mieux choisir les sujets traités, de relire et valider chaque article préparé, d'améliorer la diffusion du magazine, etc. Ce comité est composé de (par ordre alphabétique) : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Yvon Massé, Yves Opizzo et Joël Petit.

Et n'oubliez pas, le magazine est gratuit : n'hésitez pas à le faire circuler ou à donner le lien de téléchargement à vos proches et connaissances !



Roger Torrenti

Auteur du MOOC cadrans solaires
https://www.cadrans-solaires.info/lauteur/

Le MOOC Cadrans solaires

Depuis son lancement en 2018, ce cours (ou formation) en ligne libre et gratuit, accessible à tous, a rencontré un large public, notamment dans le milieu enseignant et parmi le grand public, et ce dans l'ensemble du monde francophone. Bientôt 1 million de sessions sur le site du MOOC et 50 000 vues sur la chaîne YouTube associée au MOOC. Des chiffres qui ont encouragé l'auteur du MOOC à accompagner le MOOC du présent magazine. Pour accéder au MOOC, rendez vous à www.cadrans-solaires.info

Ne manquez pas le prochain numéro !

Pour être informé de la parution du prochain numéro de ce magazine, suivez le fil Twitter @MOOC_CS et inscrivez-vous sur le forum du MOOC où vous pourrez échanger avec d'autres curieux ou passionnés, découvrir leurs questions et leurs réalisations. Pour vous inscrire à ce forum, rendez vous à https://bit.ly/3itRxUf

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel édité sous licence Creative Commons BY-NC-SA, dans le cadre du MOOC cadrans solaires.

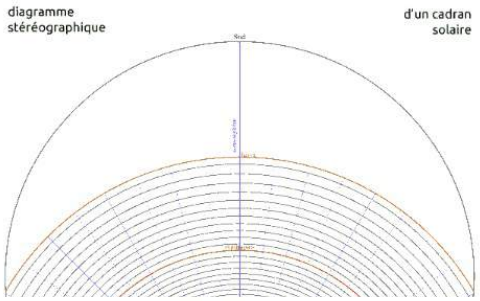
Responsable de la publication : Roger Torrenti
Contact : roger@torrenti.net

ACTUALITÉS

C'est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double-page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 25 sept.
Bravo @David_Alb_astro pour ce travail et merci de partager le code permettant de réaliser cet intéressant diagramme stéréographique bien utile aux passionnés de cadrans solaires mais aussi aux amateurs

> **David Alberto** @David_Alb_astro · 24 sept.
> Diagramme stéréographique d'un cadran solaire plan :
> pour prévoir les périodes d'éclairement d'un #cadransolaire ou d'un mur, selon sa latitude et son orientation.
> astrolabe-science.fr/diagramme-ster...
> Tracé avec LaTeX.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 sept.
Un beau cadran équatorial en Galice (Espagne) photographié autour de l'équinoxe d'automne : ce sont les 2 bords du demi-cercle gradué qui servent de gnomon (l'un le matin, l'autre l'après-midi) @relojesdesolgal
¿Donde es eso? ¿Y cuando se construyó?

> **Relojes de sol en Galicia** @relojesdesolgal · 23 sept.
> (I)
> Si o fijáis, la sombra que marca la hora se ciñe perfectamente y no se sale de la banda horaria. Otra cosa curiosa que ocurrió ayer es que la parte superior e inferior del reloj quedan en penumbra. Hasta ayer, solo recibían luz directa la parte superior y la banda horaria.
> Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 29 août
Un beau cadran et une belle devise "Comment veux-tu voir le fond de l'eau si tu ne cesses de la remuer ?" Merci beaucoup @Artemisia72 pour ce souvenir d'Embrun, autoproclamée "ville la plus ensoleillée de France" (comment ne pas y installer de cadrans solaires ? 😎)

> **Michèle Tillard** @Artemisia72 · 28 août
> À @MOOC_CS : un cadran solaire à Embrun (05)



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 oct.
Merci beaucoup @degioanni pour le partage de cette belle photo d'un beau cadran (à ne pas manquer si vous êtes à Paris)

> **JFD** @degioanni · 2 oct.
> Dans la cour du Palais de l'Institut de France... @InstitutFrance @MOOC_CS



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 19 juil.
Très belle conception d'un cadran horizontal en montagne !

> **Autechaud Céline** @AutechaudC · 16 juil.
> Un cadran solaire géant !!! youtu.be/AKHTt_DbsDI
> Ouvert au public depuis le 9 juillet, le mirador solaire de Tristaina, en Andorre, dominant la station d'Ordino Arcalis.
>
> #cadransolaire



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 août
Un intéressant cadran horizontal à Pinehurst en Caroline du Nord (USA): c'est le club de golf de l'enfant qui sert de style 🙂

> **Pinehurst Resort** @PinehurstResort · 24 août
> Those days, though, he was known as Sundial Boy. He stands 17.5 inches tall and is in the Golf Lad's costume of bucket hat and baggy clothes, but without his golf bag. Since the shadow of the shaft indicated time, Richards had to make the shaft long to get the correct angle. 6/15
> Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 8 nov.

Un cadran équatorial monumental réalisé par un groupe d'artistes vient d'être inauguré en Crimée en hommage aux victimes de la pandémie actuelle

> **Russia** @Russia · 3 nov.
> Russia government organization
> A new work of art has graced the shores of Russia's Crimea - a 9-m high #sundial!
>
> It was built by the young #Tavride Art cluster participants - in dedication to those who passed away because of the pandemic.
>
> #InOurHearts



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 19 juil.

Une intéressante ressource pédagogique nous venant du QuébecMerci pour le partage

> **Espace pour la vie** @EspacePourLaVie · 15 mai
> Avez-vous déjà remarqué le cadran solaire devant le #PlanétariumRioTintoAlcan? Cet instrument est l'un des plus anciens inventés par l'homme, il sert à indiquer le passage du temps à l'aide du Soleil. Voici comment en fabriquer un à la maison.
> ow.ly/tl1n50EMLAJ



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 oct.

A very nice one ! Where is it located?

> **くろはAi** @KurohaAi · 30 oct.
> The biggest sundial in the country apparently? The aerial look
> Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 sept.

Ce n'est pas un cadran solaire mais reste néanmoins une très ingénieuse installation (en plexiglas recyclé) de l'artiste designer pierre-brault.com utilisant l'ombre solaire sur une façade d'immeuble à Paris pour transmettre un message sur le "monde d'après" (*Slow life")

> **Cultura Inquieta** @culturainquieta · 22 août
> SLOW LIFE
>
> Fijaos en las sombras..
>
> Una intervención solar del artista francés Pierre Brault.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 8 nov.

Dans la collection en ligne de l'Université d'Oxford un intéressant cadran solaire de type scaphé datant de la fin du XVIe siècle

> **History of Science Museum** @HSMOxford · 4 nov.
> Wondering what this goblet has to do with #Museum30's theme of Light?
>
> A rare chalice #dial, it tells the time empty (Italian hours) or full (the common hour lines take account of water bending the light).
>
> Drinkers beware: that gnomon looks sharp ...
>
> ow.ly/mn550GFrMz



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 1 août

Dans les jardins du palais du Quirinal à Rome (résidence du président de la République italienne), un intéressant "bloc gnomonique" (4 cadrans solaires tracés) datant du début du XVIIe siècle

> **Anthony Majanlahti** @antmoose · 30 juil.
> Tetracycle sundial by Francesco #Borromini, 1628, in the gardens of the Quirinal Palace. #Rome is full of surprises.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 16 août

Un exemple témoignant que la table d'un cadran solaire vertical n'est pas nécessairement rectangulaire !

> **Al-Aqsa Pedia** @alaqsapedia · 15 août
> The Sundial of the South Trials 📍 Al-Quds



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 23 sept.

Une belle façon d'utiliser ses connaissances en gnomonique qui ne permet pas que de réaliser des cadrans solaires ! 🙂

> **Caelius** @Caelius_ · 22 sept.
> L'équinoxe est l'occasion parfaite pour rappeler le génie architectural maya qui s'exprime deux fois par ans à Chichen Itza :
> À chaque équinoxe l'ombre des degrés de la pyramide de Kukulkan est portée sur le grand escalier et donne l'illusion que le dieu-serpent descend du temple
> Afficher cette discussion



DEVISES ET CADRANS SOLAIRES

Olivier Escuder

Il est devenu très courant, depuis l'apogée des cadrans solaires aux XVIIe-XVIIIe siècles, de voir des devises associées aux cadrans solaires ornant les bâtiments publics, les églises et les habitations.

À un instrument destiné à mesurer le temps, on a ajouté une devise invitant à réfléchir sur le temps….

Citoyennes, philosophiques, morales, religieuses, humoristiques, politiques, etc. ces devises (en langue nationale, langue régionale ou latin) reflètent les convictions, voire l'humeur du cadranier ou du maître d'ouvrage du cadran solaire.

Mais combien de devises différentes recense-t-on ? Peut-on les classer en catégories ? Comment sont-elles rattachées à l'histoire, à l'évolution de nos sociétés ? Qu'expliquent-elles précisément sur la notion du temps qui passe, son interprétation dans le conscient et l'inconscient individuels ou collectifs, et les rapports que nous entretenons avec celui-ci ?

- Nous sommes tous égaux en droit (sur un cadran réalisé après 1789…)
- Ah ! Que le temps passe vite
- Tempus fugit (le temps s'enfuit)
- À qui sait aimer les heures sont lumineuses
- Omni hora deum lauda (à toute heure louez le Seigneur)
- Prends garde à l'une d'elles
- Est-ce la dernière, qui le sait ?
- Quand je ne sais rien je me tais (comme un cadran solaire sans soleil)
- Tu sortiras quand ce cadran marquera l'heure et le moment (sur un cadran dessiné par un prisonnier de la Bastille)
- Do Si Sol (je donne si le soleil donne)
- Nil novi sub sole (rien de neuf sous le soleil)
- C'est l'heure de bien vivre

Quelques devises répertoriées dans le MOOC cadrans solaires

Jusqu'à très récemment, un seul ouvrage en langue française s'était réellement attaché à une étude précise des devises figurant sur les cadrans solaires français : celui de Charles Boursier, édité en 1936 (aujourd'hui difficile à trouver) : *800 devises de cadrans solaires*. Mais en 1998, la Commission des cadrans solaires (CCS) de la Société astronomique de France reprenait le flambeau et formait un groupe de travail constitué de Pierre Bacchus, Olivier Escuder, Jean Fort, Serge Grégori et Nicole Marquet.

Les objectifs fixés étaient de recenser toutes les devises inscrites sur les cadrans solaires français (y compris les départements et territoires d'outre-mer) fichés à l'inventaire de la CCS (soit plus de 15 000 à cette date), de les traduire, de rechercher toute information permettant de mieux les comprendre et de retrouver leur origine exacte lorsque cela était encore possible, de les classer en fonction de leur signification et de les publier dans un recueil les présentant une à une. Un programme ambitieux et de longue haleine…

Un travail de catégorisation s'est développé, en ayant recours à un dense réseau d'universitaires de toute discipline, des astronomes, des philosophes, des historiens, des linguistes, des littéraires, des spécialistes en coutumes régionales, des théologiens et des religieux, des cadraniers enfin, qui pouvaient donner des informations pertinentes sur les raisons qui les avaient poussés à mettre telle ou telle devise sur un cadran.

Ce sont finalement 12 catégories qui ont été retenues, réparties en sous-divisions, conduisant à 256 sous-catégories !

1. Devises religieuses
2. Devises philosophiques et morales
3. Devises optimistes et épicuriennes
4. La fuite du temps, la fuite de la vie
5. La dernière heure - La mort
6. Devises en relation avec l'Astronomie
7. Fonctionnement et utilité du cadran solaire
8. Les bienfaits de la lumière
9. Pensées humoristiques - Jeux de l'esprit
10. Pensées commerciales et professionnelles
11. Pensées patriotiques, politiques et historiques
12. Devises personnelles - Devises dédicaces

Les 12 catégories retenues

Une catégorisation, qui comme souvent dans ce type de travail, s'est heurtée à certaines difficultés. Par exemple, la devise « TRANSITUS UMBRAE TEMPUS NOSTRUM » (notre temps [ou vie] est le passage d'une ombre) est une devise religieuse (catégorie 1), puisque provenant du Livre de la Sagesse, mais c'est également une devise sur la fuite du temps et de la vie (catégorie 4) et doit donc figurer dans 2 catégories…

3 000 devises auront été étudiées au bout du compte, les résultats des travaux étant résumés dans l'ouvrage « Paroles de Soleil », édité en 2005 par Manuscrit-Université sous la forme de deux tomes d'environ 330 pages chacun.

« Paroles de Soleil » s'adresse à tous, aux curieux de toute nature, aux cadraniers amateurs ou professionnels à la recherche d'inspiration, à l'historien, au philosophe ou au sociologue, au linguiste ou à l'amateur d'art ou de patrimoine régional.

Il n'est bien entendu pas un simple recueil des 3 000 devises étudiées. Il présente des devises de cadrans solaires, tout en exposant les informations trouvées à leur sujet. Il permet en particulier de mesurer l'évolution de :

- la répartition des catégories par époque : au XVIIe siècle par exemple, les cadrans à devise religieuse représentaient 28 % du total, alors qu'au XXe, ce pourcentage tombe à moins de 9 %,
- la répartition des langues par époques, avec notamment la prédominance de devises en latin au XVIIe siècle, et une forte progression des devises en langues régionales au XXe,
- des sociétés : moins de devises religieuses appelant à craindre la dernière heure, plus de devises épicuriennes.

Le nombre de cadrans solaires recensés par la CCS a doublé en 20 ans, ce qui représente environ 30% de nouvelles devises non étudiées dans l'ouvrage paru en 2005. La formation d'un nouveau groupe de travail conduisant à terme à une nouvelle édition de « Paroles de Soleil » est donc logiquement considérée.

En attendant, la présente édition de cet ouvrage devrait pouvoir vous être utile pour choisir la devise que vous mettrez sur votre prochain cadran…

DEUX INVITATIONS BIEN DIFFÉRENTES À RÉFLÉCHIR SUR LE TEMPS…





À gauche, sur la façade de l'église Notre-Dame de Croaz-Batz à Roscoff dans le Finistère (France), une devise menaçante met en garde le passant : CRAIGNEZ LA DERNIÈRE HEURE.

A droite, sur ce cadran de l'artiste Benjamin Vautier (Ben) à Coaraze dans les Alpes-Maritimes (France), une devise en niçois LOU TEMS PASSO, PASSO LOU BEN (Le temps passe, passe le bien), la devise jouant avec le double sens de « ben » et Ben.

Olivier Escuder (oescuder@club-internet.fr) est botaniste au Muséum national d'Histoire naturelle (Jardin des Plantes) à Paris, où il est chargé d'études scientifiques et d'enseignements. Il a dirigé le groupe de travail sur les devises des cadrans solaires, au sein de la Commission des Cadrans solaires de la Société astronomique de France, tout au long de son existence (1998-2005).

UN « GNOMON – ROSE DES VENTS » EN CLASSE

Joël Petit

ÉTAPES POSSIBLES DE MISE EN ŒUVRE D'UN CADRAN SOLAIRE EN CLASSE.

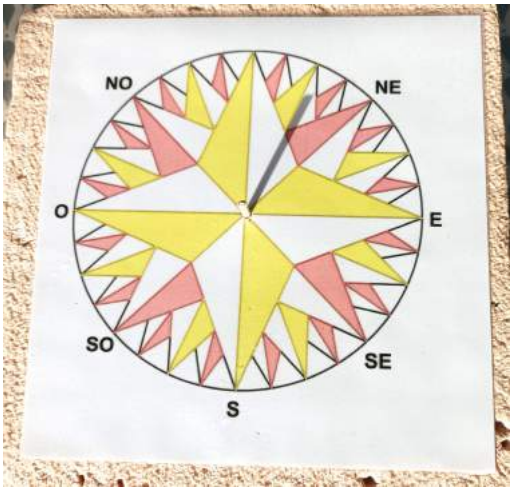
PARTIE N°2/2 : LE « GNOMON - ROSE DES VENTS »

Une fois les concepts liés aux notions de repérage géographique (points cardinaux) et ceux liés à l'étude de la formation des ombres, travaillés et investis par les élèves (voir l'article sur ces activités préparatoires dans le n°1 de ce magazine), ils se voient remettre, par groupe de deux, un « gnomon - rose des vents ».

Ce dispositif est constitué d'une rose des vents plastifiée, installée sur une plaque de polystyrène rigide (15 cm x 15 cm x 2 cm) au centre de laquelle un gnomon a été planté (pic à brochette d'environ 4 à 5 cm).

La suite de l'activité se déroule alors à l'extérieur, par une journée ensoleillée, puisqu'elle consiste à la « prise en main » du gnomon et à la réalisation des premiers relevés d'observations, « encadrés ».

Grâce aux activités préparatoires, les élèves savent se repérer à l'extérieur et connaissent les directions des points cardinaux. Ils peuvent alors facilement positionner leur « gnomon-rose des vents » sur le sol de la cour de manière à faire coïncider la rose des vents avec les points cardinaux du lieu d'observation.



Le « gnomon - rose des vents » utilisé par les élèves

Il ne leur reste plus alors qu'à compléter une colonne d'un tableau d'observations qui leur est fourni. Après cette « prise en main », les élèves sont sollicité·es pour compléter l'ensemble du tableau pendant une journée entière.

En bas de cette page est reproduit un tel tableau d'observations contenant les mesures obtenues pour la journée du mardi 5 octobre 2021 (gnomon de hauteur h = 2 cm), dans la cour du collège de Bracieux, France.

Les mesures sont « contrôlées » par le professeur qui fournit alors, à l'ensemble des élèves, un tableau de mesures issu de leurs observations mais validées d'un point de vue scientifique. Il permet de travailler sur un document-type unique.

Date : 5 octobre 2021	Observation n°1	Observation n°2	Observation n°3	Observation n°4	Observation n°5	Observation n°6	Observation n°7
heure d'observation (montre)	9h40min	10h30min	12h00min	14h00min	15h15min	17h00min	19h00min
longueur de l'ombre (cm)	7,5 cm	4,7 cm	3,0 cm	2,5 cm	2,8 cm	4,5 cm	7,5 cm
direction de l'ombre	ouest	Nord Ouest	Nord Nord Ouest	Nord	Nord Nord Est	Nord Est	Est
direction du Soleil par déduction							

Exemple de tableau d'observations (mesures pour la journée du 5 octobre 2021)

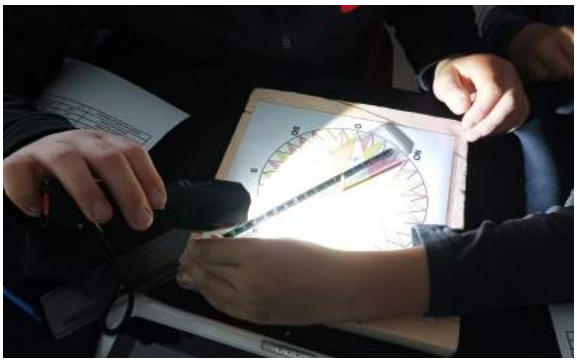
Remarque: la dernière mesure a été réalisée par un élève habitant à proximité de l'établissement. Selon la météo, ce travail d'observations autonomes peut en effet être proposé à réaliser « à la maison ».

Une fois ces données d'observations collectées, il est alors possible de passer à l'interprétation et à la modélisation de celles-ci.

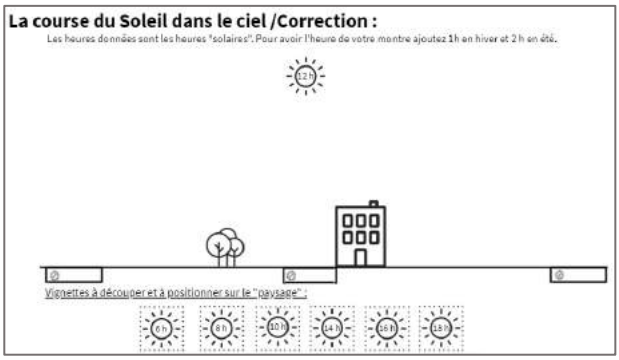
En classe, les élèves doivent les reproduire en utilisant une lampe de poche. Pour chacune des observations, ils doivent observer la direction et la « hauteur » de la lampe qui permet de former, sur le « gnomon - rose des vents », une ombre similaire à celles relevées dans le tableau.

Ils peuvent enfin en déduire les principales caractéristiques du mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée. Ils sont invités à conserver une trace écrite (voir ci-dessous) synthétisant leurs « découvertes ».

Le document permettant de repérer la course du Soleil dans le ciel, proposé en début d'activité (voir article paru dans le n°1 de ce magazine), est également corrigé, ce qui permet de proposer un autre type de trace écrite aux élèves.



Élèves reproduisant les ombres observées au cours d'une journée sur le « gnomon - rose des vents ».



Document permettant de repérer la course du Soleil

Le **matin**, après le lever du Soleil, l'ombre du gnomon est ***petite / grande*** en direction de l' _____. Cela signifie que le **Soleil** s'est **levé** en direction de l'_____.

A **midi**, au milieu de la journée, l'ombre du gnomon est **la plus *petite / grande*** en direction du _____. Cela signifie que le Soleil se trouve alors au **point le plus bas/haut** et est en direction du _____.

Le **soir**, avant le coucher du Soleil, l'ombre du gnomon est ***petite / grande*** en direction de l' _____. Cela signifie que le **Soleil** va se **coucher** en direction de l'_____.

Exemple de synthèse pouvant être proposée aux élèves

POUR ALLER PLUS LOIN

- Selon le temps que l'on souhaite consacrer à cette activité, la rose des vents peut être construite par les élèves eux-mêmes, en autonomie, en classe ou dans le cadre d'un projet entre disciplines. Ainsi, certaines années, les élèves des classes de 6ème produisent leurs propres roses des vents en suivant un programme de construction proposé par les professeur·es de mathématiques.
- Modéliser les variations de l'ombre observée sur un « gnomon - rose des vents » à l'aide d'un mini-gnomon, d'une lampe et d'un globe terrestre afin d'étudier le mouvement de rotation de la Terre et de produire un « stop motion » illustrant le mouvement diurne de la Terre.
- Construire, installer et utiliser un cadran solaire en classe.

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit (joel.petit@ac-orleans-tours.fr) est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

DE LA CONTEMPLATION À LA RÉALISATION…

Éric Cousin

Ma première rencontre avec les cadrans solaires, alors que j'étais en fonction dans les Hautes-Alpes, n'a pas dépassé le niveau contemplatif et artistique.

C'est en adhérant récemment (mars 2021) à la Société Astronomique de France, que j'ai découvert sa Commission des Cadrans Solaires (CCS). Or, à la même période, nous avions décidé de présenter au public une exposition et des activités autour du Soleil dès l'autorisation de réouverture de l'Observatoire. L'idée de la mise en place d'un cadran solaire a été retenue. Il fallait également préparer les éléments pédagogiques pour que notre équipe d'animateurs soit à même d'en expliquer le fonctionnement. Néophyte en matière de gnomonique, la première étape a été d'apprendre et de comprendre ce qu'est un cadran solaire puis d'en réaliser un. Et ce, sans recours à un logiciel pour bien m'approprier les différentes étapes de la conception.

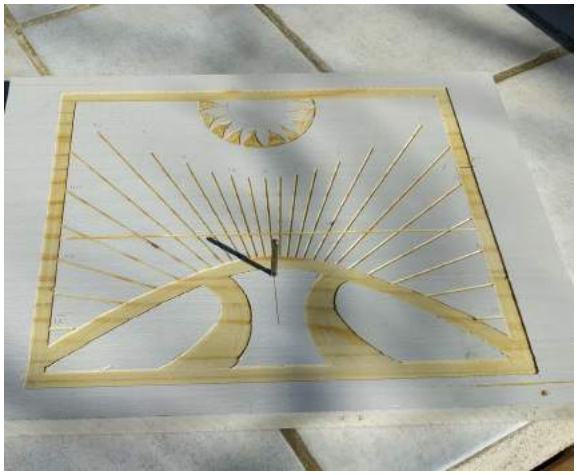
De formation juridique et sans aucune attirance pour les chiffres et les mathématiques, la tâche s'annonçait assez laborieuse. Heureusement, l'informatique et Internet ont été de précieux alliés. J'ai ainsi pu trouver et suivre une conférence sur les cadrans solaires par Roger Torrenti sur Youtube, puis en suivant les liens proposés, je me suis inscrit au MOOC Cadrans Solaires. Parallèlement, j'ai exploité la documentation proposée par la CCS. J'ai également installé l'application Shadows (www.shadowspro.com) dont le manuel d'utilisateur s'est aussi avéré très utile.

Il aura fallu plusieurs lectures approfondies de chaque chapitre et des pages d'exercices de calcul (correction de longitude, équation du temps…) avant d'entamer la réalisation d'un cadran polaire sans rencontrer de difficulté particulière puis d'un cadran horizontal (photo ci-dessous).

Le tracé du cadran pour l'observatoire (page ci-contre) n'a posé aucun problème, le recours régulier au MOOC permettant de m'assurer de la bonne application des principes de construction. La table en chêne porte les lignes horaires, les courbes des solstices et la ligne des équinoxes. Le style (de type « cavalier ») est doté d'un repère central. En revanche la fabrication du support pour le fixer sur une ancienne colonne pour appareil astronomique s'est révélée plus compliquée.

Au final, le support est réalisé en bois avec des dispositifs de mise à niveau, de réglages en azimut et en latitude. Le cadran a été posé quelques jours avant l'ouverture de notre exposition le 13 juin 2021.

Par ailleurs, je suis en train de restaurer un cadran multiface trouvé par hasard dans une coupole inutilisée. Il comporte un cadran équatorial, deux horizontaux, un polaire et un vertical et constituera un support pédagogique certainement très utile.



ET MAINTENANT ?

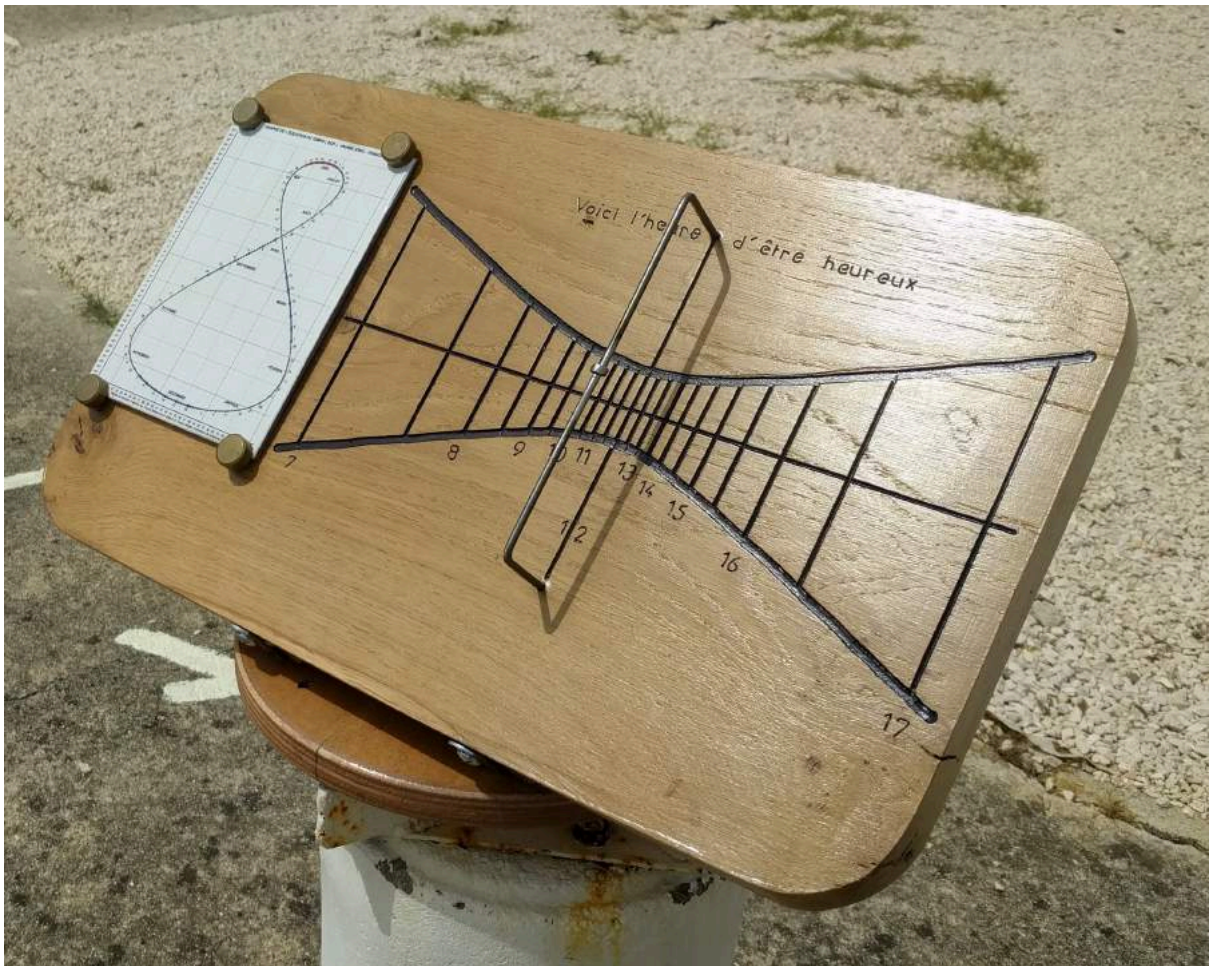
Les projets à venir sont la construction d'un cadran armillaire et à plus long terme la réalisation d'un cadran polyédrique. Il me faudra sans aucun doute me replonger dans mes notes et la documentation (MOOC, articles de la CCS…).

Entre temps, je vais aller à la chasse ! Adepte de la randonnée, j'ai déjà eu l'occasion de trouver des cadrans non encore répertoriés dans les villages et hameaux héraultais et cévenoles alentour.

Je peux ainsi conjuguer deux de mes passions.

Alors en fait, qu'est-ce qui m'attire dans les cadrans solaires ? L'objet en lui-même, sa conception, sa construction ? Un peu de tout ça certainement.

Chaque projet est en fait un petit challenge et le plaisir de voir l'ombre du style se positionner au bon endroit et au bon moment apporte une grande satisfaction…



Retraité de la gendarmerie nationale, Éric Cousin (ecsn1961@gmail.com) pratique l'astronomie en amateur depuis une quinzaine d'années. Il est membre de l'association Arts et Astres (www.artsetastres.org) à l'observatoire d'Aniane (Hérault, France), au sein de laquelle il participe à l'animation des soirées ouvertes au public.

LE CADRAN SOLAIRE DU MOIS…

Joël Robic

J'ai toujours aimé les sciences et en particulier l'astronomie, mais c'est dans les années 2000 que j'ai attrapé le virus des cadrans solaires à travers Internet, grâce auquel j'ai notamment découvert :

- Le site (http://www.fransmaes.nl/genk/welcome-e.htm) de Frans Maes sur le parc de Genk en Belgique, qui m'a montré une diversité de cadrans solaires originaux que je n'imaginais pas.
- Le logiciel Shadows de François Blateyron (https://www.shadowspro.com/), qui m'a permis de réaliser et ainsi de comprendre le fonctionnement des cadrans les plus courants.
- La Commission des cadrans solaires (CCS) de la Société astronomique de France où je me suis inscrit et où j'ai croisé de nombreuses personnes passionnées et passionnantes.
- Le site (https://sundials.org/) de la North American Sundial Society où je me suis inscrit aussi et où j'ai découvert la revue le « Compendium ».
- Le site (https://sites.google.com/site/ccsq2015) de la Commission des Cadrans Solaires du Québec qui proposait en ligne la revue « Le gnomoniste ».
- De nombreux livres que j'ai trouvés et achetés sur Internet.

Avec tous ces contacts et toutes ces informations, j'ai créé quelques cadrans originaux que j'ai présenté à la CCS et dans son périodique Cadran Info et aussi au concours international « Le ombre del tempo » organisé par l'Association des amateurs italiens d'astronomie et l'université d'astronomie de Brescia (où j'ai obtenu en 2005 le second prix pour mon « Mobile de 46 CD » (http://www.cadrans-solaires.fr/Cadran-brescia.html), voir photo ci-dessous

J'ai alors créé mon site web (http://www.cadrans-solaires.fr/) de cadrans solaires originaux que je continue à alimenter avec « le cadran solaire du mois » (voir une sélection page ci-contre) au gré de mes découvertes ou de mes discussions avec les uns ou les autres.

Je le diffuse à tous ceux qui m'en font la demande, certains lecteurs m'envoyant des photos de cadrans qu'ils ont pu observer ou des commentaires sur mon dernier cadran du mois.





Sélection de « cadrans solaires du mois » à retrouver, avec description et commentaires, sur mon site

Joël Robic (robic.joel@wanadoo.fr) est ingénieur des Arts et Métiers et après une carrière dans les télécommunications, est depuis peu à la retraite et en profite pour cultiver son « potager du soleil » près de Rennes en Bretagne.

UTILISER UN CADRAN SOLAIRE LA NUIT…

Roger Torrenti

(article préparé avec la collaboration de Pierre-Louis Cambefort)

Savez-vous qu'un cadran solaire peut permettre de lire l'heure la nuit, en repérant tout simplement, comme à la lumière du soleil mais cette fois-ci au clair de lune, l'ombre du style sur les lignes horaires du cadran ?

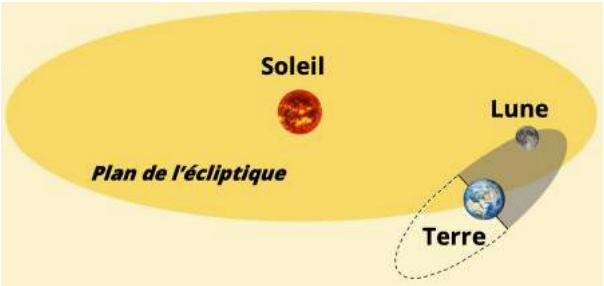
Avant d'expliquer pourquoi et de détailler comment déduire l'heure légale de l'heure lue la nuit, il est nécessaire de rappeler quelques caractéristiques du mouvement de la Lune autour de la Terre.

La Lune est un astre, satellite de la Terre, situé à environ 380 000 km, dont l'orbite est elliptique (en fait quasi-circulaire), le plan de cette orbite étant presque confondu avec celui de l'orbite de la Terre autour du Soleil (écliptique), ne faisant avec lui qu'un angle de 5° degrés environ.

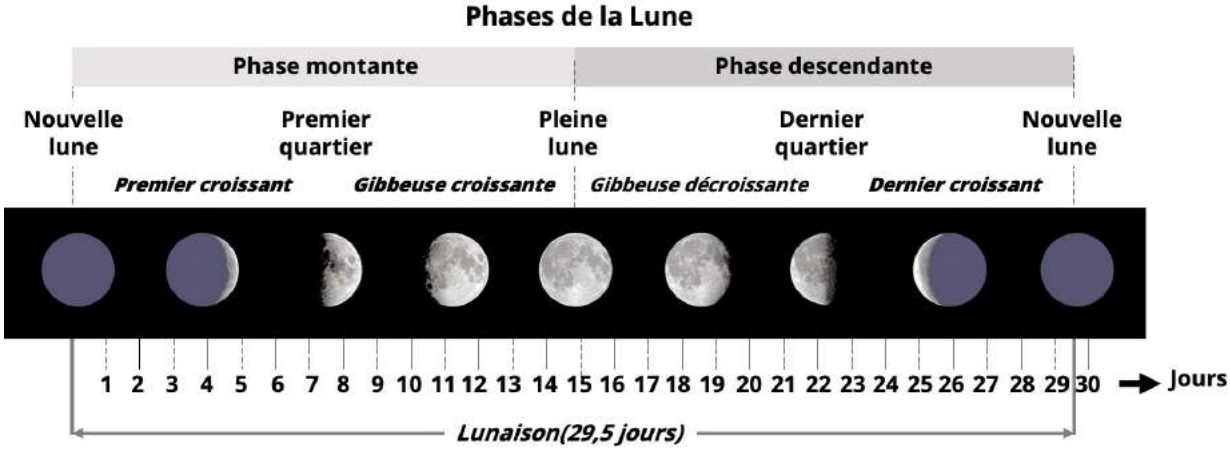
Lorsque Soleil - Terre - Lune, dans cet ordre, sont situés dans un même plan perpendiculaire à l'écliptique, c'est la « pleine Lune », et l'occurrence d'éclipses lunaires si les trois astres sont alignés. Lorsque Soleil - Lune - Terre le sont, c'est la « nouvelle Lune », et l'occurrence éventuelle d'éclipses solaires.

Le temps qui sépare deux nouvelles Lunes (ou deux pleines Lunes) n'est pas de 27,3 jours (période de révolution « sidérale » de la Lune : elle a la même position par rapport aux étoiles) mais de 29,5 jours en moyenne, car, pendant que la Lune effectue sa révolution autour de la Terre, la Terre effectue la sienne autour du Soleil.

Durant ces 29,5 jours de « lunaison », la Lune connaît des phases « symétriques » (voir schéma au bas de la page) : une phase montante jusqu'à la pleine Lune (premier croissant, premier quartier, Lune gibbeuse), et une phase descendante jusqu'à la prochaine nouvelle Lune (Lune gibbeuse, dernier quartier, dernier croissant).



Vue en perspective (les deux orbites sont en fait quasi-circulaires) dans laquelle les échelles de grandeur (distances, tailles et angles) ne sont pas respectées.



Considérons alors pour simplifier un cadran solaire à style polaire, c'est-à-dire dont le style est parallèle à l'axe de rotation terrestre (cadran horizontal ou vertical, polaire, équatorial,…). Si le cadran indique l'heure solaire (vraie) le jour, c'est parce que le Soleil semble, dans la sphère céleste, tourner régulièrement en 24 heures autour du style polaire (15° par heure), ce qui permet de tracer facilement les lignes horaires.

Lors de la nouvelle Lune, la Lune est dans la même direction que le Soleil (son azimut dans la sphère céleste locale est identique à celui du Soleil). Elle pourrait donc elle aussi indiquer la même « heure solaire » sur le cadran (la nuit, si elle pouvait réfléchir la lumière du Soleil…).

En revanche, comme elle ne reviendra à cette phase que 29,5 jours plus tard, après une révolution de 360° autour de la Terre (24 h comptées dans la sphère locale), elle indiquera une heure, le jour suivant, à laquelle il conviendra d'ajouter, pour obtenir « l'heure solaire », 24 / 29,5 soit 0,813 h ou 48 min 49 s environ. Et ainsi de suite, jour après jour, jusqu'à la fin de la lunaison (voir tableau ci-dessous).

Si l'on veut déduire l'heure légale de la lecture de « l'heure lunaire », il conviendra bien entendu d'ajouter à cette correction la correction de longitude et l'équation du temps et de tenir compte de l'heure d'été éventuelle.

Vous pourrez donc, si vous souhaitez que votre cadran solaire soit un peu plus « magique », ajouter sur la table du cadran un tableau de correction (ou une droite de correction), comme l'a fait, au bas de son cadran, le concepteur du célèbre cadran du Queens' College de l'Université de Cambridge en Angleterre (photo ci-dessous).

Deux dernières remarques si vous vous apprêtez à concevoir un cadran solaire équipé d'un tableau de correction pour lire l'heure au clair de lune :

- Compte-tenu de l'importance de la correction (plus de 3/4 d'heure par jour de lunaison) et de la difficulté pour l'observateur de connaître par l'observation l'âge précis de la Lune, la lecture de l'heure ne sera pas précise (on peut facilement se tromper d'une heure ou deux…).
- La Lune étant loin d'être aussi lumineuse que le Soleil (elle ne fait que réfléchir la lumière solaire !) la lecture ne sera possible (l'ombre du style ne sera nette sur la table du cadran) qu'une semaine environ avant et après la pleine Lune.

J	C	J	C	J	C
1	0,81	11	8,95	21	17,08
2	1,63	12	9,76	22	17,90
3	2,44	13	10,58	23	18,71
4	3,25	14	11,39	24	19,53
5	4,07	15	12,20	25	20,34
6	4,88	16	13,02	26	21,15
7	5,69	17	13,83	27	21,97
8	6,51	18	14,64	28	22,78
9	7,32	19	15,46	29	23,59
10	8,14	20	16,27		

Correction C en heure à apporter à la lecture selon « l'âge » J de la Lune (nombre de jours après la nouvelle Lune).



Le tableau de correction du cadran du Queens' College a été simplifié avec une seule ligne de correction de l'heure (et une lunaison arrondie à 30 jours), l'observateur étant invité à ajouter 12h à la correction à effectuer à partir du 16ème jour.

Après des carrières d'ingénieurs bien remplies Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr) et Roger Torrenti (roger@torrenti.net) peuvent désormais consacrer un peu plus de temps à leur passion commune : les cadrans solaires.

CADRANS SOLAIRES DU QUÉBEC

Jasmin Gauthier

Le Canada est un pays très étendu couvrant six fuseaux horaires (c'est le second pays du monde par sa superficie après la Russie) mais il est peu peuplé (37 millions d'habitants).

Il y a relativement peu de cadrans solaires au Canada et très peu de cadrans datés du XIXe siècle ou des siècles précédents, et ce pour de multiples raisons : historiques, démographiques, géographiques, culturelles, etc. Et c'est dans la province de Québec que l'on en trouve le plus grand nombre.

C'est dans ce contexte que la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ) a été fondée en 1994 par André E. Bouchard, s'inspirant du modèle de la Commission des Cadrans Solaires de la Société astronomique de France. Le but de la CCSQ était de faire un relevé des cadrans solaires existants au Québec, d'en faire un catalogue, d'organiser une rencontre annuelle des membres, de produire un bulletin de liaison trimestriel imprimé : « Le Gnomoniste ».

Un site Internet fut créé et maintenu par André E. Bouchard qui a également produit « Le Gnomoniste » jusqu'en 2019. La CCSQ se fit toujours un orgueil de publier ses documents en langue française même dans cette mer d'anglophones qui nous entourent.

Depuis deux ans la CCSQ est cependant dissoute : nos membres avaient vieilli…

Le conseil d'administration s'est dissout et j'ai démissionné comme président. Je demeure le seul à maintenir en vie le site http://sites.google.com/site/ccsq2015 qui reprend l'ensemble du contenu du site originel.

On peut trouver sur ce site des informations détaillées (photo, adresse, caractéristiques) sur les quelque 400 cadrans solaires inventoriés par la CCSQ, une application permettant de les localiser avec précision, l'ensemble des numéros de « Le Gnomoniste » (en libre accès), un répertoire des cadranières et cadraniers québécois, et bien d'autres informations.



Cadran solaire sur le mur du Collège François-de-Laval (anciennement Petit Séminaire de Québec) à Montréal, Québec



Capture d'écran de l'application permettant de localiser les cadrans solaires inventoriés par la CCSQ

MON PREMIER CADRAN SOLAIRE… *JASMIN GAUTHIER*

« Il y a une vingtaine d'années, alors que je demeurais dans un endroit retiré en campagne, j'avais un voisin un peu spécial. C'était un bricoleur-né, à la retraite, qui vivait seul. Un jour que je lui rendais visite, je l'aperçus en train de bricoler ou plutôt gosser (mot québécois) sur sa table de pique-nique dans sa cour.

Je lui demandais alors ce qu'il était en train de faire. Il me dit : *Le jeune, je me suis fait un cadran solaire.* Je n'en revenais pas. Il me dit *: J'ai vérifié que ma table est à l'horizontale et j'y ai planté un clou bien à la verticale, et tu vois l'ombre qui apparaît. Hier j'étais dehors à 6 heures du matin et j'ai fait un trait sur la table avec un crayon au plomb pour indiquer 6 heures. J'ai fait de même pour chacune des heures de la journée et pour ne pas que les lignes s'effacent, eh bien! je les grave aujourd'hui en permanence dans la table*.

Encore une fois je n'en revenais pas. J'avais devant moi un appareil qui donnait l'heure sans besoin d'énergie aucune, il fallait uniquement que le Soleil soit au rendez-vous. Quelle révélation pour moi. Je venais de prendre contact avec un cadran solaire…

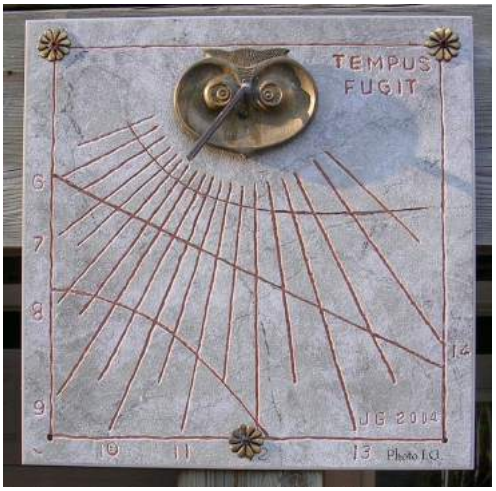
Je retournais chez moi et, chemin faisant, les méninges se faisaient aller. Je me suis dit : pourquoi je ne ferais pas pareil chez moi ? Si, chez lui, un cadran fonctionne à l'horizontale, peut être que ça fonctionne aussi à la verticale. Et moi qui possède une galerie tout en hauteur, avec une façade en beau 2 x 10, si j'y plantais un clou bien horizontal, j'aurais sans doute une ombre.

Aussitôt à la maison je débute mon installation. Je prends un escabeau, je grimpe et je plante un clou à l'horizontale. Il est près de 11 heures et j'obtiens une ombre que je marque au crayon de plomb. Je fais de même pour le reste des heures de la journée. Le lendemain je suis tout heureux de voir que l'ombre arrive aux mêmes endroits que les marques que j'ai faites hier. J'en profite pour compléter les heures qui me manquaient.

Les jours qui suivent sont pour moi purs délices. Ma conjointe se demande bien pourquoi je voyage aussi souvent à l'extérieur. Je veux vérifier si mon cadran garde le temps avant que je le rende permanent en gravant mon beau bois traité.

Au cours des jours qui suivent je remarque que l'ombre n'est plus exactement sur mes marques. Je me dis que probablement je n'ai pas planté mon clou tout à fait à l'horizontale. Peut-être que si je donnais un coup de marteau en coin sur le clou, le problème serait résolu ? En plus, l'erreur semblait s'amplifier de jour en jour.

C'est alors que j'ai décidé de me documenter sur le sujet et j'ai vite réalisé que j'avais tout de travers. Le bonhomme aussi en passant. Nous étions tous les deux dans les patates, ce n'est pas la façon de faire. Toujours est-il que, Dieu soit loué, je n'ai pas gossé mon beau bois neuf et j'ai alors réalisé le cadran ci-dessous. »



Jasmin Gauthier (ccsq2015@gmail.com) a passé l'essentiel de sa carrière professionnelle comme technicien aux automatismes chez Hydro-Québec et a été le dernier président de la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ). Il demeure à Trois-Rivières, au Québec.

LA RESTAURATION DE CADRANS SOLAIRES

Didier Benoît

Le patrimoine gnomonique français regroupe quelque 35 000 cadrans solaires et ceux réalisés sur un enduit mural à la chaux sont de très loin les plus nombreux. Depuis plus d'un siècle maintenant leur rénovation régulière pour les maintenir en fonction n'est plus d'actualité. Petit à petit ils se dégradent, disparaissent. Leur restauration est donc devenue aujourd'hui indispensable et constitue un réel travail de mémoire.

Les cadrans solaires sont des œuvres d'art vivantes, des instruments qui, en dehors de leur tracé géométrique / mathématique, n'étaient pas figés et recevaient tout au long de leur utilisation des modifications d'ordre visuel (ornementation) ou spirituel (devises) qui leur donnaient à chaque restauration cette sensation de renouveau si chère à leurs commanditaires. Ce sont de véritables petits tableaux fragiles, miroirs durant des siècles de la vie religieuse et sociale de nos cités et campagnes.

C'est ce long passé, cette longue tradition que va devoir prendre en compte le restaurateur. Il lui faudra remonter le temps, mettre la blouse des vieux maîtres cadraniers et se fondre dans leurs siècles. C'est à cet exercice-là qu'il devra se plier s'il veut pénétrer l'intimité de ces vieilles montres solaires…

La restauration d'un cadran solaire va nécessiter la mise en œuvre de plusieurs phases d'intervention.

La première de toutes, qui est incontournable, sera de partir à la recherche de toute information concernant de près ou de loin le cadran solaire. Connaître son contexte historique, la raison de sa venue, l'inventaire des cadrans solaires du lieu pouvant s'y rattacher avec leur histoire respective, notamment via la recherche en archives et bien sûr des contacts avec les services d'État (les architectes des bâtiments de France, la direction régionale des affaires culturelles) qui vont apporter leur lot de connaissances.

Les documents réunis, un diagnostic de la table du cadran solaire et de son style est alors réalisé pour connaître toutes les causes de dégradations, leurs corrélations entre elles. Cela va du simple constat visuel avec notes écrites, aux petits essais d'adhérence. Des photos « haute résolution » sont prises à la perpendiculaire de la table du cadran solaire ; elles permettent de travailler sur les détails.

Les restaurateurs les plus avertis auront soin de chercher des traces pigmentaires a priori incompréhensibles, invisibles à l'œil, pouvant amener des découvertes sur la construction ornementale du cadran solaire (devise, décor, chiffres, etc.). On veillera toujours à la réversibilité des produits employés.



Certains cadrans solaires ruinés laissent transparaître, gravé dans leur table, le cheminement géométrique calculé par leur cadranier pour les construire. Ce sont des témoignages très précieux qu'il faut relever avec précision et interpréter.

Un relevé au crayon sur papier cristal est fait sur toute la surface de la table. Le moindre détail y est porté, y compris les lacunes de matière. De même qu'un relevé de déclinaison et inclinaison du mur porteur sont notés.

L'étude proprement dite du cadran solaire peut alors commencer au bureau : contrôles de la position du style et de la justesse des tracés, report de tous les éléments recueillis sur papier à la dimension de la table du cadran solaire, comblement des lacunes y compris des interprétations historiques s'appuyant sur l'appareil existant. La maquette ainsi réalisée va permettre de présenter aux commanditaires une image quasi fidèle du cadran solaire tel qu'il pouvait être au moment de sa construction, avec bien sûr son lot d'erreurs.

Des questions particulières se posent. Aujourd'hui par exemple, au monastère Notre-Dame d'Orient (situé à Laval-Roquecezière, Aveyron, France), on me demande de remplacer la devise actuelle très contestée, attribuée aux Capucins du XVIIe siècle, non pas par celle mise en place à la fin du XIXe siècle par les sœurs bénédictines, jugée trop austère, mais par une nouvelle plus adaptée à notre siècle et se prêtant mieux à l'édifice. Si une troisième devise est mise en place, sommes-nous toujours respectueux de l'esprit de restauration d'un cadran solaire ? La réponse, qui n'engage que moi, est oui !

La restauration va conduire à des opérations très complexes qui requièrent beaucoup de pratiques telles que les consolidations par injection de mortier, la dépose d'enduit et l'utilisation de produits et outils adaptés à chaque situation. Il est important que le restaurateur s'attache à n'employer que des produits sur lesquels les générations futures pourront elles aussi intervenir…

Un dossier de restauration doit clore la mission. Toutes les phases et produits employés y sont portés ainsi que les informations préparatoires.



Cadran solaire du monastère Notre-Dame d'Orient : deux époques se remarquent, deux histoires…





Après le passage des maçons seule reste la devise, qui sera déposée et intégrée dans la nouvelle table

Didier BENOIT (didier.benoit5@orange.fr, https://cadransolaire-benoit.fr) étudie et restaure des cadrans solaires anciens muraux en enduit de chaux. Membre fondateur du groupe d'aide à la sauvegarde et restauration du patrimoine gnomonique de France auprès de la Société Astronomique de France, il est également membre gnomoniste de la section française de l'institut international de conservation (SFIIC).

DES CADRANS SOLAIRES POUR UN LYCÉE

Jean-François Le Saux

Un club d'astronomie en lycée est un bon point de départ pour faire des sciences. L'observation peut intervenir pour une grande part, mais bien vite on a besoin de savoir se repérer dans le ciel. Intéresser les élèves aux cadrans solaires permet de relever l'importance des mathématiques, puis d'apprendre à se situer, et à prendre conscience que nous nous déplaçons autour du soleil, sur notre « vaisseau spatial Terre » !

Depuis 2019 j'anime un atelier au lycée Descartes (Yvelines) autour des cadrans solaires. Voici un résumé de mes activités l'an passé.

Chaque mercredi, pour une durée de 1 à 2 heures selon les séances, 8 à 10 élèves se sont retrouvés avec pour objectif la réalisation de leur cadran solaire, sur mesure.

PARTIE THÉORIQUE

Avant de s'atteler à la réalisation, il faut choisir le type de cadran et comprendre son fonctionnement.

Le MOOC cadrans solaires (https://www.cadrans-solaires.info/) est l'outil idéal qui permet de construire plusieurs séances, à la guise du professeur : sur 10 séances environ, j'ai étudié la théorie, puis « les différents types de cadrans » et enfin « construire son cadran ».

Puis Brigitte Alix (http://astrolabes.fr/) est intervenue en voisine pour consolider les connaissances.

Chaque élève le souhaitant a ensuite conçu la partie théorique de son cadran (adapté à l'orientation de sa maison). Les autres élèves ont participé à la réalisation du modèle pour le lycée.

PARTIE PRATIQUE

C'est ensuite la céramiste Véronique Philippot qui est intervenue pour aider à la conception des cadrans :

1ère séance : présentation de la terre et du matériel / explications pratiques - démonstration / réalisation individuelle des plaques (roulage, découpe, …).

2ème séance : présentation des couleurs / explications pratiques / réalisation du décor des cadrans suivant les idées de chacun.

3ème séance : pour finir, la décoration, puis dernière cuisson.





Le cadran prévu pour le lycée, le plus gros, s'est fendu… Ce fut l'occasion de constater la fragilité des pièces avant cuisson et la nécessité de bien tasser la terre (pas de bulle d'air qui fragilise). Enfin, Brigitte Alix a réalisé les styles pour chaque cadran : découpe sur laiton qualité horlogerie de 2mm d'épaisseur.

LE CADRAN DU LYCÉE

Il est de format A3, l'ombre du style donne l'heure solaire. La photo ci-dessous, prise le 27 avril indique environ 14h25 heure solaire, à laquelle il faut environ ajouter 49 minutes pour tenir compte de la correction de longitude et de l'équation du temps, soit : 15h14, et comme on est en heure d'été on ajoute encore une heure soit 16h14.

La photo a donc été prise à 16h14 environ (16h09 en réalité, comme indiqué sur nos smartphones !). À noter que chaque arc diurne correspond à un changement de signe du zodiaque. On se situe bien entre le 21 avril et le 19 mai.

ACTIVITÉS EN PARALLÈLE

En dehors du créneau du mercredi nous avons participé à une « semaine des arts » (présentation d'*astrodessins* et de cadrans solaires).

Nous avons surtout travaillé tout au long de l'année sur l'utilisation du télescope du lycée (traitement d'images, réalisation de *timelapses*,...) avec pour moment phare l'éclipse partielle de soleil du 10 juin 2021.

Cette année scolaire l'atelier se poursuit sur les cadrans solaires, avec la réalisation d'un cadran plus grand pour le lycée, toujours parrainé par l'Observatoire de Paris et Astro à l'école (www.sciencesalecole.org).



Passionné d'astronomie depuis la possession d'un petit télescope vers ses 12 ans, Jean-François Le Saux (jf.lesaux@orange.fr) a étudié la physique-chimie à l'Université de Rennes et enseigne dans un lycée de la région parisienne depuis 1996, animant un atelier d'astronomie depuis 2019, via le réseau « Astro à l'école ».

LIRE L'HEURE SOLAIRE… AU PLAFOND !

Roger Torrenti

(article préparé avec la collaboration de Pierre-Louis Cambefort)

Si votre appartement ou votre maison possède une fenêtre laissant pénétrer les rayons du soleil au cours de la journée, pourquoi ne pas vous lancer dans la réalisation d'un « cadran à réflexion » (ou « cadran catoptrique ») en installant, sur l'appui de la fenêtre par exemple, un miroir qui réfléchira les rayons du soleil vers le plafond où vous tracerez des lignes horaires vous permettant de lire l'heure solaire comme sur un cadran solaire ?

C'est possible et assez facile à réaliser, comme cet article vise à le démontrer…

Nous allons supposer que le plafond et le miroir sont horizontaux, et que vous disposez d'une fenêtre orientée entre SSE et SSO, afin que suffisamment de lignes horaires puissent être tracées au plafond. Bien entendu un tel cadran à réflexion peut s'imaginer avec un miroir non parfaitement horizontal posé sur une fenêtre orientée plein est ou plein ouest par exemple, et réfléchissant une tache lumineuse sur un plafond non parfaitement horizontal (mais sa réalisation pourra alors s'avérer plus compliquée).

Considérons le schéma ci-dessous. Les rayons de soleil parviennent au miroir avec un angle h (hauteur du Soleil) et sont réfléchis par le miroir vers le plafond avec le même angle h (loi de Snell-Descartes pour la réflexion de la lumière). En fait, les rayons se dirigeant vers le plafond semblent provenir d'une image du Soleil située symétriquement au Soleil par rapport au plan horizontal passant par le miroir et font avec le plafond un angle égal à h.

Plusieurs remarques à ce stade :

- La tache lumineuse au plafond va bien entendu se déplacer de l'ouest vers l'est, en sens inverse du déplacement du Soleil.
- Le miroir devra se situer assez près du plafond (donc si possible plutôt vers le haut de la fenêtre que sur son appui) si l'on ne veut pas que les lignes horaires débordent sur le mur faisant face à la fenêtre quand la hauteur du Soleil est peu élevée.
- Le miroir devra être de dimensions réduites pour que la tache lumineuse au plafond ne soit pas trop grande et donc nuise à une lecture précise.

Mais si l'on observe le schéma plus attentivement, on peut constater que tracer les lignes horaires au plafond revient à tracer les lignes horaires relatives au gnomon AO (O étant le sommet du gnomon) et donc apparaîtra au plafond un tracé semblable à celui de l'illustration de la page suivante.

Comment maintenant tracer de telles lignes horaires au plafond ?

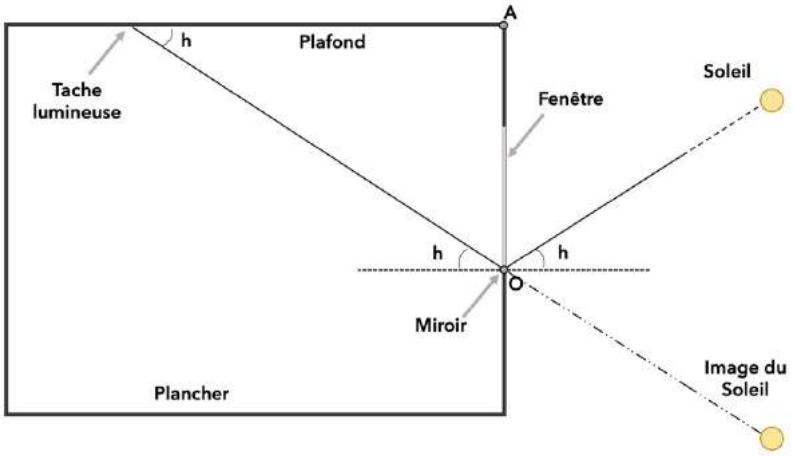
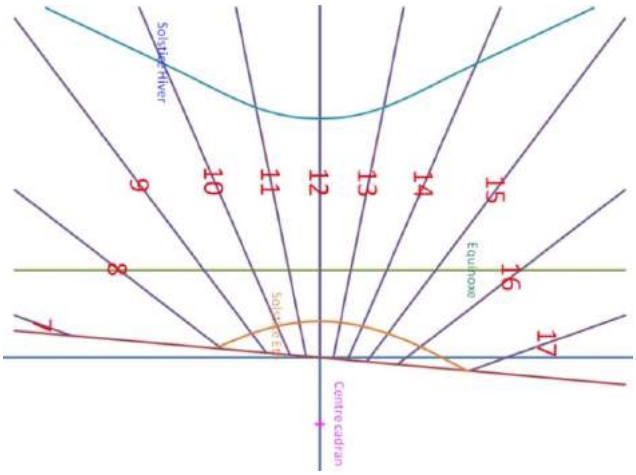


Schéma établi dans un plan vertical passant par le miroir et le Soleil

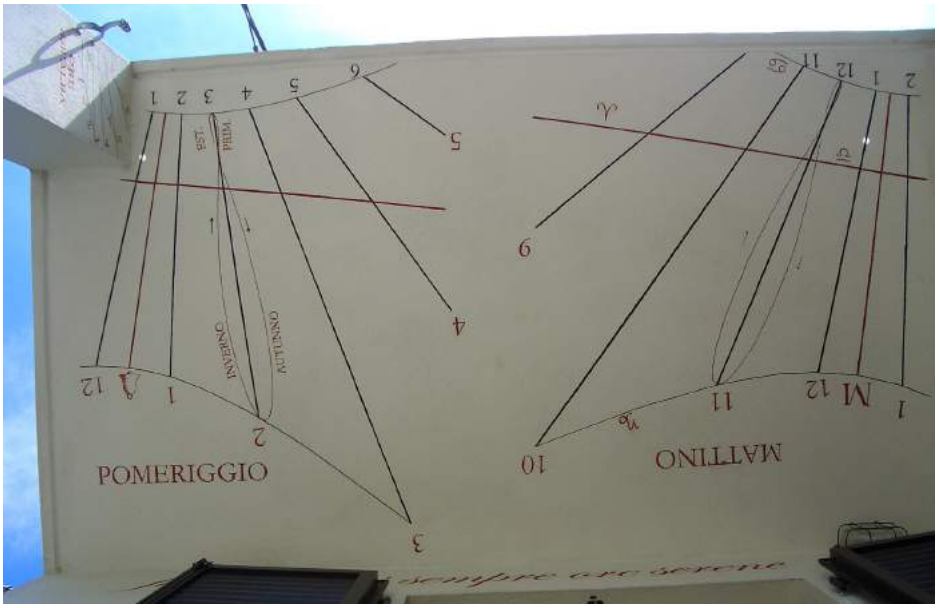
Les plus pressés et férus d'informatique utiliseront un logiciel de tracé comme il a été fait pour l'illustration ci-contre.

Les plus pragmatiques et moins matheux feront un « tracé à la main » : ils choisiront deux journées ensoleillées assez espacées dans le temps et marqueront au plafond une trace pour chaque heure solaire pleine (voire chaque demi-heure solaire) de chaque journée. Ils relieront ensuite les traces correspondant aux mêmes heures (ou demi-heures) solaires.

Les plus curieux et les gnomonistes amateurs voudront partir de formules mathématiques et c'est bien ! Ils trouveront une telle approche dans le MOOC cadrans solaires à l'adresse https://bit.ly/3n190XB



Tracé obtenu au moyen de VBA Excel pour une latitude de 48,85 °N, une déclinaison gnomonique du mur de 5 ° et une distance du miroir au plafond de 1.2 mètres



Cadran à réflexion conçu par le gnomoniste italien Giorgio Mesturini au plafond de sa terrasse et peint par Renzo Rolando. Ce cadran a obtenu le 1er prix au concours international "Les Ombres du Temps" (édition 2009-2010), organisé par l'Unione Astrofili Bresciani de Brescia. La photo a été prise à midi solaire et on aperçoit une tache lumineuse en haut à gauche et à droite de la photo. Le concepteur a en effet choisi d'installer 2 miroirs de chaque côté de la terrasse plutôt qu'un miroir au centre, l'un étant destiné à marquer les heures du matin et l'autre celles de l'après-midi. Ce choix explique que les traces horaires soient celles représentées sur le tracé Excel VBA mais « coupées en deux » et réparties de chaque côté du plafond. On remarquera que les miroirs sont très proches du plafond (on aperçoit l'un des miroirs en haut et à gauche).

Après des carrières d'ingénieurs bien remplies Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr) et Roger Torrenti (roger@torrenti.net) peuvent désormais consacrer un peu plus de temps à leur passion commune : les cadrans solaires.

NAISSANCE D'UNE VOCATION

Guesmia Abdelkader

Je suis un jeune algérien originaire de Saïda (et y résidant), une ville d'Algérie, chef-lieu de la wilaya (communauté territoriale) de Saïda, dans le nord-ouest de l'Algérie. Passionné d'informatique, je commence ma carrière professionnelle avec une petite entreprise indépendante, spécialisée dans la décoration extérieure des villes (carrefours, entrées des grands bâtiments, hôpitaux, universités, etc.).

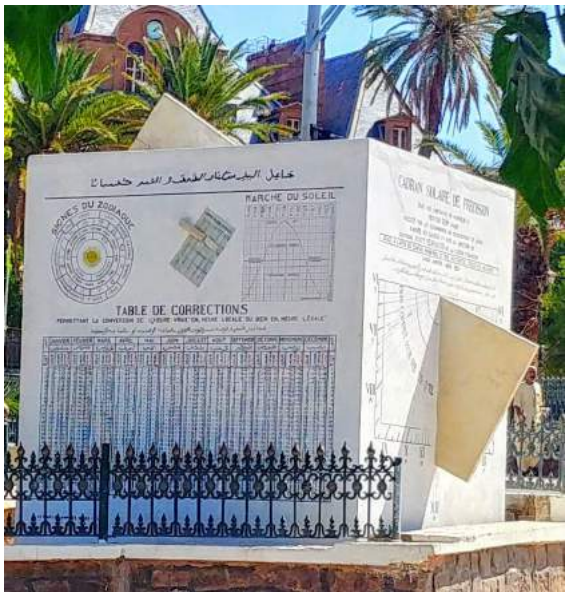
Saïda est connue dans le domaine des cadrans solaires car en 1935, le capitaine (et gnomoniste) Kraft-Helmhacker y a réalisé en plein centre-ville, avec ses hommes de la Légion étrangère, un monumental cadran solaire cubique (cinq faces comprennent des tracés d'heures solaires) avec l'appui de la Commission municipale et des autorités civiles et militaires.

Ce magnifique cadran s'était abîmé avec le temps et il a été heureusement restauré en 2018, avec le soutien de la municipalité, dans le cadre d'un projet initié par la jeune spécialiste d'archéologie Medjoub Fouzia (native de Saïda), avec l'aide du professeur d'archéologie Mustapha Failah et sous la direction du laboratoire du patrimoine, de l'archéologie et des sciences de la mesure, de l'université d'Alger 2.

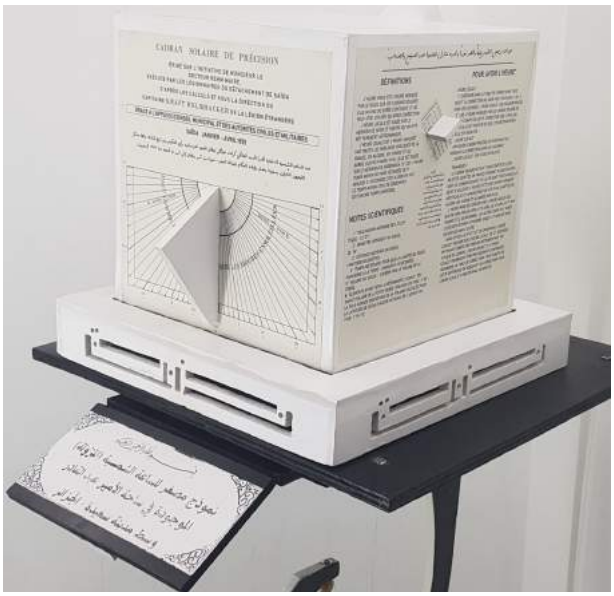
C'est probablement ce cadran qui a été à l'origine de mon intérêt pour les cadrans solaires, qui s'est développé depuis 2 ans maintenant. Grâce aux ressources Internet disponibles (notamment le MOOC cadrans solaires www.cadrans-solaires.info qui m'a beaucoup aidé) et à des logiciels comme Shadows, j'ai pu me perfectionner, et ai même construit, pour tester mon savoir-faire, une maquette du cadran de Saïda de 30 cm3.

Je crois modestement être parvenu aujourd'hui au stade de gnomoniste amateur et continue à explorer le patrimoine gnomonique de mon pays, pour mieux le connaître et repérer peut-être des restaurations à promouvoir. Ce patrimoine, sans être extrêmement riche, est néanmoins très intéressant et très varié.

On trouve en effet de nombreux cadrans solaires relativement récents (moins de 200 ans) dans d'autres villes algériennes comme Aïn Sefra (où a été érigé un autre cadran monumental conçu par le capitaine Kraft-Helmhacker en 1931), à Médéa (sur la façade du Musée national public des arts et traditions populaires), à Mougheul (wilaya de Béchar), à Bejaia, etc.



Le cadran solaire de Saïda après rénovation



Maquette du cadran de Saïda

On trouve également plusieurs cadrans solaires datant de la période romaine comme à Timgad, Annaba (vestiges d'Hippone), ou Altava.

Mais il faut aussi garder à l'esprit qu'au cœur du Moyen-Âge qu'a connu l'Europe, de nombreux savants du monde islamique ont su faire progresser le domaine des cadrans solaires (et transmettre leurs connaissances à l'Europe notamment pendant la période Al Andalus).

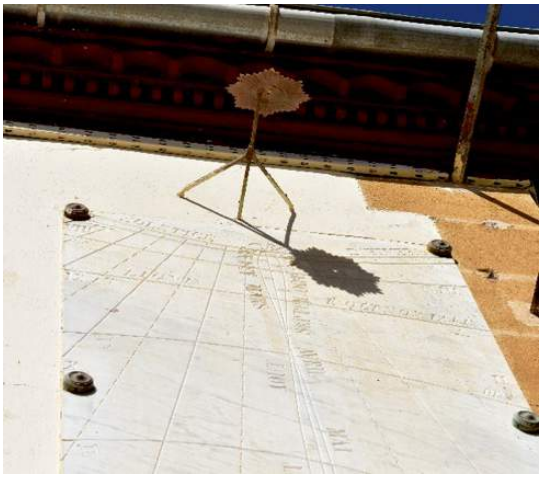
Ils ont notamment conçu des cadrans islamiques qui, destinés à marquer l'heure des prières en un lieu donné, se devaient d'être beaucoup plus précis que la plupart des cadrans conçus par les Grecs et les Romains.

Sur la base de mes connaissances et de mon savoir-faire actuels (que j'essaie de toujours développer) j'ai pour projet à court terme, au-delà de la restauration de cadrans solaires existants, la conception et la réalisation de cadrans innovants, notamment des cadrans islamiques associant tradition et modernité…

Je suis bien entendu ouvert dans ce cadre à des échanges voire des collaborations avec d'autres amateurs ou spécialistes des cadrans solaires du monde francophone



Scaphé romain (hemicyclium) du site de Timgad



Cadran solaire de Médéa, réalisé au début du XXe siècle



Cadran solaire du Xe siècle (période Al-Andalus) exposé au musée de l'Alhambra à Grenade

Guesmia Abdelkader (palabdelkader@gmail.com) est établi à Saïda en Algérie, a débuté sa carrière dans la décoration extérieure des villes et s'est passionné depuis 2 ans pour les cadrans solaires, un domaine qui devrait marquer la suite de sa carrière…

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



Pourquoi ai-je occupé mes heures de loisir depuis le début de ma vie active à des problèmes de gnomonique ? Je ne sais pas vraiment répondre… tout comme, je suppose, la plupart des passionnés. À cette époque, qui peut presque paraître lointaine, l'Internet n'existait pas. Aussi, au tournant des années 90, j'ai dû rechercher les rares livres disponibles sur le sujet et consulter les catalogues de bibliothèques pour trouver de la matière et m'imprégner des méthodes propres à cette science.

Cette période de gestation dura une dizaine d'années pendant lesquelles j'ai beaucoup appris et essayé d'imaginer des configurations de cadran et des méthodes originales.

J'avais toutefois le sentiment d'être un peu seul…

C'est en 1996 que j'ai adhéré à la Société astronomique de France (SAF) et rejoint sa commission des cadrans solaires. Quel plaisir de rencontrer d'autres passionnés et de pouvoir partager avec eux ! La SAF m'a aussi permis d'agrandir l'horizon de mes recherches, sa bibliothèque rassemblant bien plus de livres que ce que j'avais déjà pu acquérir ou consulter.

Peu de temps après, l'Internet commençait à entrer dans les foyers et je découvrais cette nouvelle technologie de communication avec enthousiasme. N'était-ce pas une façon très dynamique de découvrir, diffuser et partager sur la gnomonique, domaine vraiment spécifique, et cela sans limites géographiques ! C'est ainsi que j'ai ouvert rapidement un modeste site pour présenter mes petites études.

Dans celles-ci, j'ai toujours privilégié la géométrie parce qu'elle est, pour moi, plus synthétique et qu'elle permet de mieux « sentir » les principes que les anciens ont dû utiliser pour imaginer les nombreuses formes de cadran qu'ils nous ont léguées.

La programmation informatique est aussi une activité que j'aime pratiquer. J'ai notamment voulu mettre en pratique un principe peu connu : tracer tous les types de cadran solaire plan à partir de 2 points d'ombre, sans avoir recours à l'inclinaison et la déclinaison. Cette activité a abouti au logiciel Calcad que j'ai progressivement amélioré. J'ai également développé TriSph, un outil de résolution des triangles sphériques, puis DesCad et TpSol sur ordiphones et tablettes.

Tous ces logiciels sont disponibles à partir de mon site http://gnomonique.fr/, auquel j'ai ajouté plus récemment, peut-être en souvenir des difficultés rencontrées au début de mon activité, un inventaire bibliographique de gnomonique avec accès aux numérisations disponibles sur Internet et un forum de discussion pour permettre à toute personne intéressée par les cadrans solaires de partager sur ce sujet passionnant.

Yvon Massé *(ymasse2@wanadoo.fr)*

LA PAROLE À UN CADRANIER

J'ai découvert le passionnant métier de cadranier il y a une dizaine d'années, dans le cadre d'une reconversion professionnelle.

Fort d'un brevet d'aptitude de peintre en lettres et de peintre décorateur ainsi que d'un CFAP de verrier (option vitrail) j'ai patiemment acquis, avec application et motivation, le délicat et complexe savoir-faire de cette profession, bénéficiant du soutien et des conseils de Christiane Guichard et de Jeff Dana, fondateurs de l'Atelier Tournesol, ainsi que de Joël Mône, artiste-verrier à Lyon.

Dans cette démarche, mes connaissances en gnomonique se sont progressivement développées, et ma maîtrise des outils informatiques s'est améliorée.



Tant et si bien… qu'en 2012, réalisant un vieux rêve, je créais l'Atelier Ombre-Jaille (https://www.ombrejaille.com/) - ombre-jaille signifiant « mi-ombre, mi-lumière » en patois dauphinois - entreprise spécialisée dans la création et la restauration de cadrans solaires, ainsi que dans la formation dans ce domaine.

Grâce à ma double formation, je propose en particulier la réalisation de cadrans solaires sur vitraux (l'heure se lit depuis l'intérieur du bâtiment), un type de cadran solaire qui était relativement répandu dans les édifices religieux européens entre le XVIe et le XVIIIe siècles.



Cadran solaire sur vitrail réalisé par Ombre-Jaille

J'aime créer des cadrans solaires, pour des maîtres d'ouvrage publics ou privés, et partager leur plaisir, à l'issue du projet, de voir un nouveau cadran solaire s'inscrire dans le paysage.

Mais j'aime aussi les opérations de restauration, redonnant pleine vie à un cadran souvent très détérioré au début de l'intervention.

On trouvera un exemple de rénovation (celui d'une méridienne de temps moyen à Monestier-de-Clermont dans l'Isère) dans cette vidéo https://bit.ly/3n59RXe

C'est avec passion et fierté que je poursuis aujourd'hui mon activité, que l'on découvrira plus en détail dans le reportage https://bit.ly/3DbcbS0 que France 3 a bien voulu me consacrer fin 2018.

Didier Cottier *(ombrejaille@gmail.com)*

ZOOM SUR…

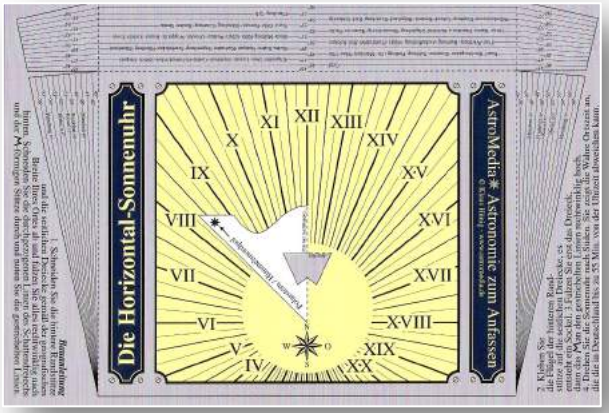
UN CADRAN SOLAIRE

Petit cadran équatorial (disque de 6,5 cm de diamètre) créé dans les années 80 par Erich Pollähne. Le style a été remplacé par un cylindre de plexiglass qui indique l'heure (solaire, voire légale) par un faisceau lumineux. Pour plus de détails, voir https://bit.ly/3pz3Hjs



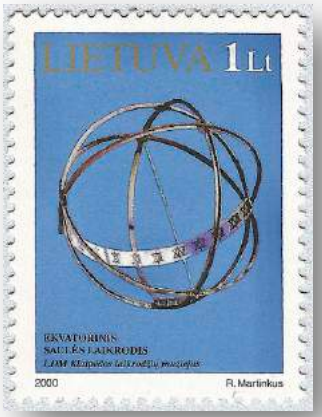
UNE CARTE POSTALE

Une carte postale bien originale distribuée par https://bit.ly/3E2xGED (au prix de 1 €). Elle peut être découpée (après lecture…) et constituer alors un cadran horizontal s'adaptant à différentes latitudes.
(instructions en allemand)



UN TIMBRE

Timbre lituanien, émis en 2000, d'1 litas (monnaie remplacée par l'euro en 2015) représentant un cadran solaire équatorial monté dans une sphère armillaire simplifiée.

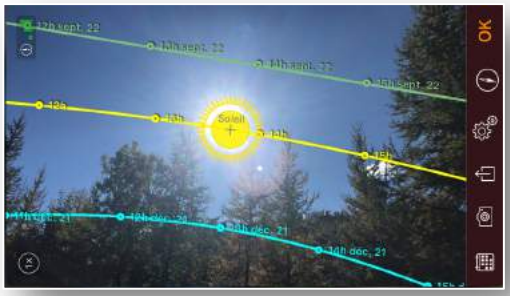


UNE VIDÉO

Une vidéo pour sourire… (voir https://bit.ly/3aw2zVi à 1 min 30 s). La reine Élisabeth II suggère une action très pertinente : « Peut-être pourrait-on déplacer ce cadran solaire qui est installé dans une partie du jardin à l'ombre ? » Ce qui a été fait depuis bien entendu !



ZOOM SUR…



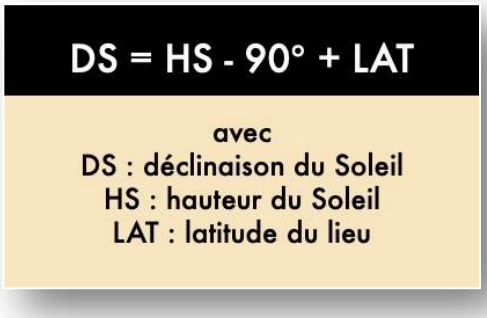
UN LOGICIEL

Sun Seeker : une application iOS et Androïd (10 € environ) permettant, entre autres, de visualiser la course du soleil tout au long de l'année (elle apparaît sur votre téléphone ou tablette superposée au paysage que vous ciblez). Très utile pour savoir à quelles périodes et heures de l'année un cadran solaire sera effectivement éclairé par le Soleil ou… pour vérifier l'ensoleillement de votre futur appartement ou maison !



UN LIVRE

Un très beau livre du gnomoniste - cadranier catalan Francesc Clarà que vient d'éditer la Societat Catalana de Gnomònica. Il est en catalan, mais permet aux amateurs ou experts ne parlant pas cette langue de découvrir ou retrouver assez facilement, grâce à de nombreux croquis et photos, le principe de conception et des méthodes de construction de dizaines de cadrans solaires, dont certains très originaux et faciles à réaliser !
https://www.gnomonica.cat/



UNE FORMULE

La déclinaison DS du Soleil (ou la latitude LAT du lieu si vous connaissez DS) peut être facilement déterminée à midi solaire, à l'aide d'un gnomon, par la formule suivante (qu'un schéma simple vous permettra de retrouver) : **tan HS = h / d** (avec h hauteur du gnomon et d distance du pied du gnomon à l'extrémité de l'ombre à midi).



UNE DEVISE

Gai lézard, bois ton soleil, l'heure ne passe que trop vite et demain il pleuvra peut-être

Devise (en provençal) sur le cadran installé au-dessus de l'entrée de la « Maison du lézard », à Maillane (Bouches-du-Rhône, France) où Frédéric Mistral a achevé son œuvre Mirèio (Mireille).

Jeux et énigmes

Une devinette

Un cadran solaire conçu pour une mauvaise latitude…

On vient de vous offrir un beau cadran horizontal à installer sur le rebord de votre fenêtre ou sur votre balcon (ou sur une colonne dans votre jardin si vous en possédez un !). Vous appréciez le cadeau mais rencontrez un petit problème… Le cadran a été très bien tracé, par un gnomoniste de toute confiance, mais pour une latitude de 55° alors que la latitude de votre lieu d'habitation, près de Nantes, est de 47° environ ! Que faire ? Accepter que le cadran ne soit pas précis ? Retourner le cadeau ? Faire une correction de lecture ? Ou… ?



Une énigme

Quel heure est-il au pôle Sud?

Votre amie vient de rejoindre l'équipe de recherche de la station américaine Amundsen-Scott au pôle Sud et va avoir la chance d'y passer 3 mois. N'ayant pas de nouvelles d'elle depuis son arrivée prévue à la station, vous vous apprêtez à la joindre par téléphone mais hésitez… Quelle heure est-il au pôle Sud alors que tous les fuseaux horaires s'y rejoignent et que vous ne pouvez donc pas calculer le décalage horaire avec ce lieu ?

Et si votre amie avait décidé d'atteindre le pôle Nord, à quelle heure pourriez-vous l'appeler ?



UN PROBLÈME GNOMONIQUE

VEILLER À CE QUE LES ENFANTS NE SE BLESSENT PAS…

Vous avez enfin réussi à décider la directrice de l'établissement scolaire qu'il était pertinent d'installer un cadran solaire sur un mur plein sud de la cour de récréation afin que les enseignantes et enseignants puissent notamment utiliser le cadran dans leur approche de l'astronomie. Le cadran sera cependant à hauteur des enfants et un parent d'élève vous fait remarquer avec raison que l'extrémité du style peut être dangereuse et vous recommande donc de concevoir un tel cadran mais sans style. Un cadran mural sans style ? Comment faire ? (problème inspiré d'un « cadran solaire du mois » de Joël Robic ; voir pages 12 et 13 de ce magazine).



UN TEST RAPIDE

HEURES INTRUSES…

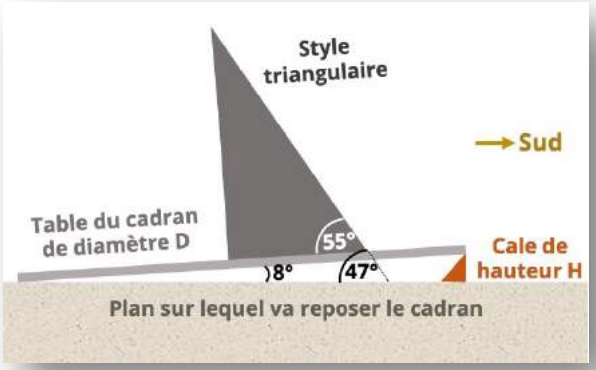
Au-delà des heures solaires vraies, on peut indiquer sur un cadran solaire bien d'autres heures… Saurez-vous trouver l'intrus dans la liste ci-après : l'heure solaire moyenne, l'heure normale d'Europe centrale, les heures babyloniques, les heures calendaires, les heures italiques, les heures temporaires ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

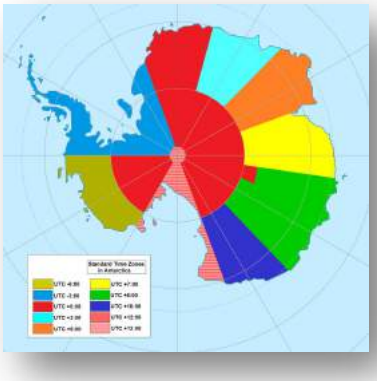
UNE DEVINETTE

Ce serait bien dommage de posséder un si bel instrument de mesure et d'accepter qu'il ne soit pas précis lorsque vous aurez vérifié son horizontalité et l'aurez dirigé comme il convient vers le sud (dans l'hémisphère nord). Une correction de lecture est difficile à imaginer mais il est inutile de retourner le cadeau. Comme le cadran est correctement tracé, il suffit d'orienter le style afin qu'il fasse un angle de 47° (et non plus de 55°) avec l'horizontale et ce sera facile, en inclinant la table de 8° (= 55°- 47°), ajoutant par exemple une petite cale sur le bord sud du cadran ! La hauteur H de la cale sera de D sin 8°(D étant le diamètre de la table du cadran) comme vous pouvez le retrouver sur la figure ci-dessous. Vous pourrez alors lire l'heure solaire avec précision sur votre cadran, voire en déduire l'heure l'égale avec la formule bien connue et que vous retrouverez ici https://bit.ly/3mTbHJh sur le MOOC cadrans solaires.



UNE ÉNIGME

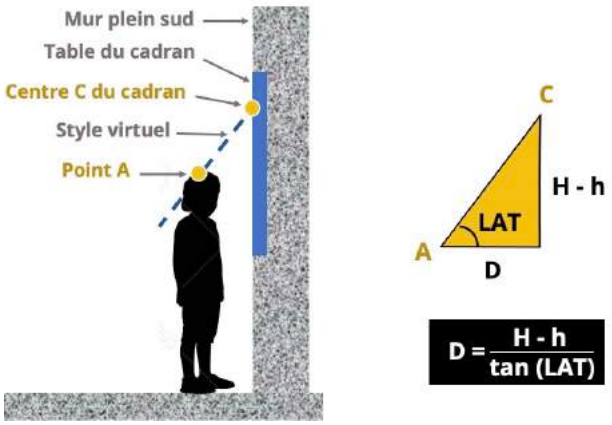
Eh bien, l'heure au pôle Sud (ou au pôle Nord) est celle que l'on veut puisque tous les fuseaux horaires s'y rejoignent ! Au pôle Nord, il a été cependant convenu de se référer au fuseau horaire contenant le méridien de Greenwich (UTC ± 0). Au pôle Sud, par commodité, les occupants des stations scientifiques choisissent comme fuseau de référence celui de leur base de ravitaillement (ce qui contribue à la curieuse répartition des fuseaux horaires représentée ci-dessous). La station américaine Amundsen-Scott a donc adopté le fuseau horaire de la Nouvelle-Zélande (UTC +12 pendant l'hiver austral, UTC +13 pendant l'été austral), puisque la base McMurdo près de Christchurch en Nouvelle-Zélande sert de base logistique à la station. Vous pouvez maintenant appeler votre amie à une heure convenable…



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Considérons l'illustration ci-dessous : sur la partie gauche est représenté un enfant face au cadran solaire sans style (vue de côté). Un style virtuel est représenté, à la place qu'occuperait le style d'un traditionnel cadran mural. Soit le centre C du cadran, c'est-à-dire le point où le style est fixé à la table, à une hauteur H du sol. Le point A est le point où le sommet de la tête de l'enfant rencontre le style virtuel. L'heure solaire se lit donc sur le mur au sommet de la tête de l'enfant ! Supposons que la taille de l'enfant soit h. La partie droite du schéma permet de déduire assez facilement la distance D du mur à laquelle doit se tenir l'enfant. Pour permettre aux enfants de différentes tailles d'indiquer l'heure solaire avec le sommet de leur tête, il conviendra de tracer sur le sol des marques successives de taille (sur la droite perpendiculaire au mur et formant un plan vertical avec le style). Cela manquera un peu de précision mais sera amusant. Certains préfèreront cependant, pour des raisons pédagogiques, conserver le style mais installer le cadran plus haut sur le mur, évitant ainsi tout danger avec le style…



UN TEST RAPIDE

L'heure solaire moyenne est l'heure solaire vraie corrigée de l'équation du temps ; on peut traditionnellement indiquer l'heure solaire moyenne par une « courbe en huit » entourant la ligne de midi solaire (ou chaque ligne horaire). L'heure normale d'Europe centrale (CET en anglais) est l'heure légale en France, comme dans de nombreux pays européens : il suffit donc de tracer des lignes horaires corrigées de l'écart de longitude (on devra en fait indiquer 2 marques horaires sur chaque ligne horaire, l'une pour l'heure d'été et l'autre pour l'heure d'hiver (voir un exemple sur cette page du MOOC cadrans solaires https://bit.ly/3DOgjqY). On peut également tracer sur un cadran solaire les heures babyloniques et italiques, comptant respectivement les heures à partir du lever et du coucher du Soleil, ainsi que les heures temporaires (le jour et la nuit sont divisés en 12 h quel que soit le jour de l'année) mais tout cela devient peut-être un peu compliqué pour le gnomoniste amateur, qui trouvera une aide précieuse dans des ouvrages gnomoniques de référence tel « Les cadrans solaires » de René R. J. Rohr (Gauthier-Villars - 1965). Quant aux heures calendaires, elle constituent les heures intruses…

COURRIER DES LECTEURS

07-09-2021 (depuis les USA)

… Congratulations on the launch of your new venture! I have enjoyed reading through the issue of CSPT - but note that several of the links do not work….

Merci d'avoir repéré ce problème. Effectivement, les liens sur 2 lignes posent problème. Ceci sera corrigé !

07-09-2021

… Merci pour ce n°1 que je trouve déjà bien fourni avec des articles sérieux, clairs et accessibles, et avec une partie récréative sympathique. Bravo, que cela perdure…

09-09-2021 (depuis l'Algérie)

… C'est avec une grande joie que je viens de lire le n°01 du magazine « CS pour tous ». Je saisis cette opportunité pour vous remercier et vous encourager pour tout ce que vous faites soit du côté astronomie ou pédagogique qui manque beaucoup aux fans de la gnomonique à travers le monde ! Cela nous permettra de partager, d'échanger les idées et photos de CS afin de mieux développer nos connaissances et vulgariser plus ce domaine. Bonne continuation …

09-10-2021

… J'ai trouvé le numéro 1 très bien et l'dée est excellente! Je vois d'ailleurs via Twitter que le magazine et le MOOC sont très utiles….

09-10-2021

… J'ai beaucoup aimé ce premier numéro dans lequel j'y ai trouvé beaucoup d'informations très utiles… En tout cas, merci et bravo pour votre travail de vulgarisation d'une matière qui n'est pas simple à aborder…..

15-10-2021

… Concernant le n°1 du magazine, j'ai apprécié la forme qui est très agréable, aérée et moderne.. La place donnée aux personnes qui s'activent autour des cadrans solaires est intéressante et cette matière est rarement traitée… Je ne trouve pas nécessaire de donner la réponse dans le même numéro…

C'est vrai que l'on peut hésiter pour les solutions des énigmes. Pour l'instant, elles sont dans le même numéro car je pensais que l'on aimerait y réfléchir tout de suite et voir la solution pour vérifier. Mais si un grand nombre de lecteurs les souhaitent dans le numéro suivant, c'est ce qui sera fait !

08-09-2021 (forum du MOOC)

… Bravo pour ce 1er numéro de "Cadrans solaires pour tous". La présentation est très attrayante, claire et bien illustrée. Les notions de base sont bien expliquées et les articles tous intéressants et accessibles. Longue vie au magazine….

09-10-2021 (depuis l'Algérie)

… Je trouve que dédier un magazine aux cadrans solaires est une très bonne idée, à travers laquelle on peut apprendre tout ce qui touche au monde des cadrans solaires et élargir les idées d'étudiants, d'amateurs, de passionnés et même de professionnels, et le plus important de tout cela est de préserver ce méconnu patrimoine…

Merci à tous pour vos encouragements ! Ce magazine est conçu pour être utile au plus grand nombre et je suis heureux que vous soyez nombreux à l'apprécier, comme le montre cet extrait des retours reçus.



CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Roselyne Robic (avec la permission de Joël Robic)
- Pages 2 et 3 : Photos Roger Torrenti
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran fil Twitter @MOOC_CS
- Page 7 : Photos Roger Torrenti
- Pages 8 et 9 : Photos et illustrations Joël Petit
- Pages 10 et 11 : Photos Éric Cousin
- Pages 12 et 13 : Photos Joël Robic
- Pages 14 et 15 : Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier Moondial queens college.jpg - Auteur Throwawayhack - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 16 et 17 : Photos Jasmin Gauthier - Copie d'écran du site https://sites.google.com/site/ccsq2015
- Pages 18 et 19 : Photos Didier Benoît
- Pages 20 et 21 : Photos Jean-François le Saux
- Pages 22 : Illustration Roger Torrenti
- Page 23 : Illustration Pierre-Louis Cambefort - Photo Giorgio Mesturini
- Pages 24 et 25 : Photos Guesmia Abdelkader - Document Wikimedia Commons (Fichier : Cadran_solaire_a_Timgad.jpg - Auteur Yves Jalabert - Licence CC BY-SA 2.0) - Photo Roger Torrenti
- Page 26 : Photo Yvon Massé
- Page 27 : Photos Didier Cottier
- Page 28 : Photos Roger Torrenti - Copie d'écran de la vidéo https://www.youtube.com/watch?v=OiFNWkMGUL0
- Page 29 : Photos et illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : Maison de Frédéric Mistral, Maillane, 1914.jpg - Auteur Agence Rol - Domaine public)
- Page 30 : Document Wikimedia Commons (Fichier : A horizontal sundial from Hungary 1.jpg- Auteur Takkk - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Fichier : SouthPoleStationDestinationAlpha.jpg - Auteur Daniel Leussler - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 31 : Photo Joël Robic - Document Wikimedia Commons (Fichier : Windup alarm clock.jpg - Auteur Evil saltine- Domaine public)
- Page 32 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : UTC hue4map ATA.png - Auteur Phoenix B 1of3 - Domaine public)
- Page 33 à 36 : Illustration et photos Roger Torrenti

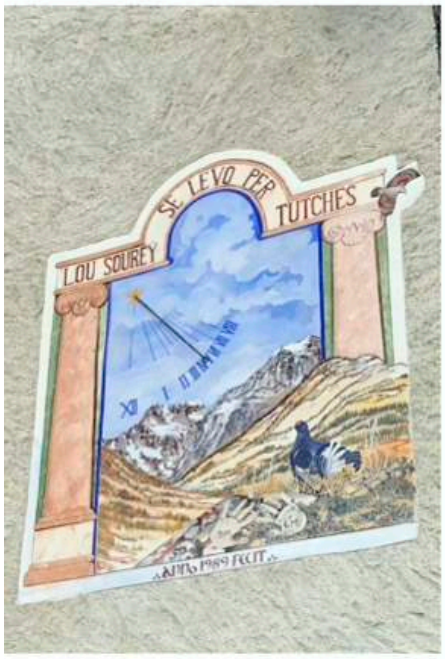
Ci-dessus : cadran solaire du presbytère de Servoz en Haute-Savoie (France), photographié en 2018.

Page suivante : cadrans solaires de Saint-Véran, dans les Hautes-Alpes (France), en août 2020.


JE MARQUE
LES PREMIERES HEURES
DE TON ETERNITE


1840


IHS
SOUOV ES HOVRES QVE PERDES

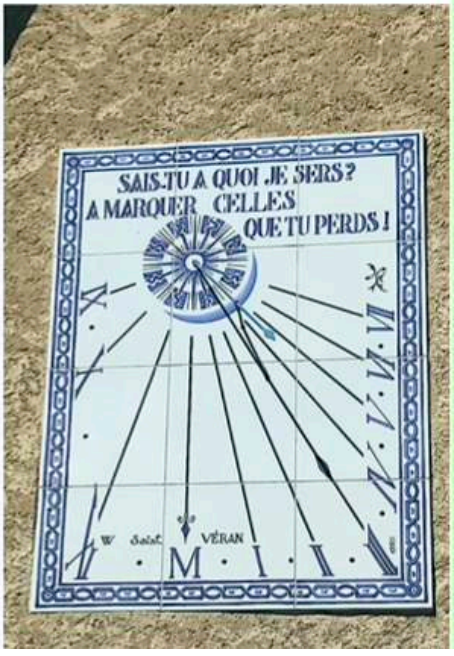

SE LEVO PER TUTCHES
LOU SOUREY


1840
SANS LE SOLEIL JE NE SUIS RIEN
ET TOI, SANS DIEU TU NE PEUT
RIEN.


COR UNUM ET ANIMA UNA

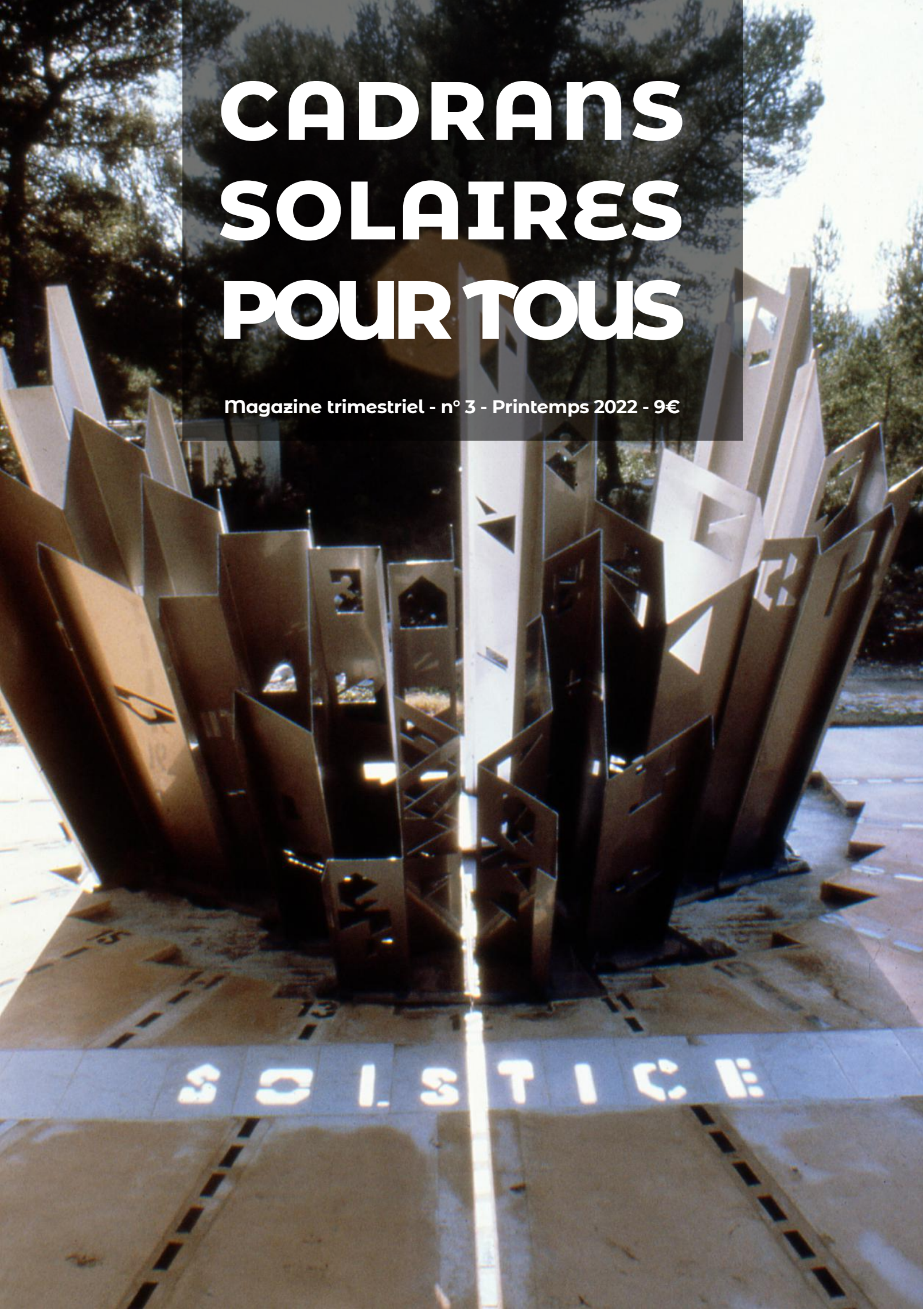

VOUS ETES LES ARCS PAR QUI VOS ENFANTS
COMME DES FLECHES VIVANTES SONT PROJETES

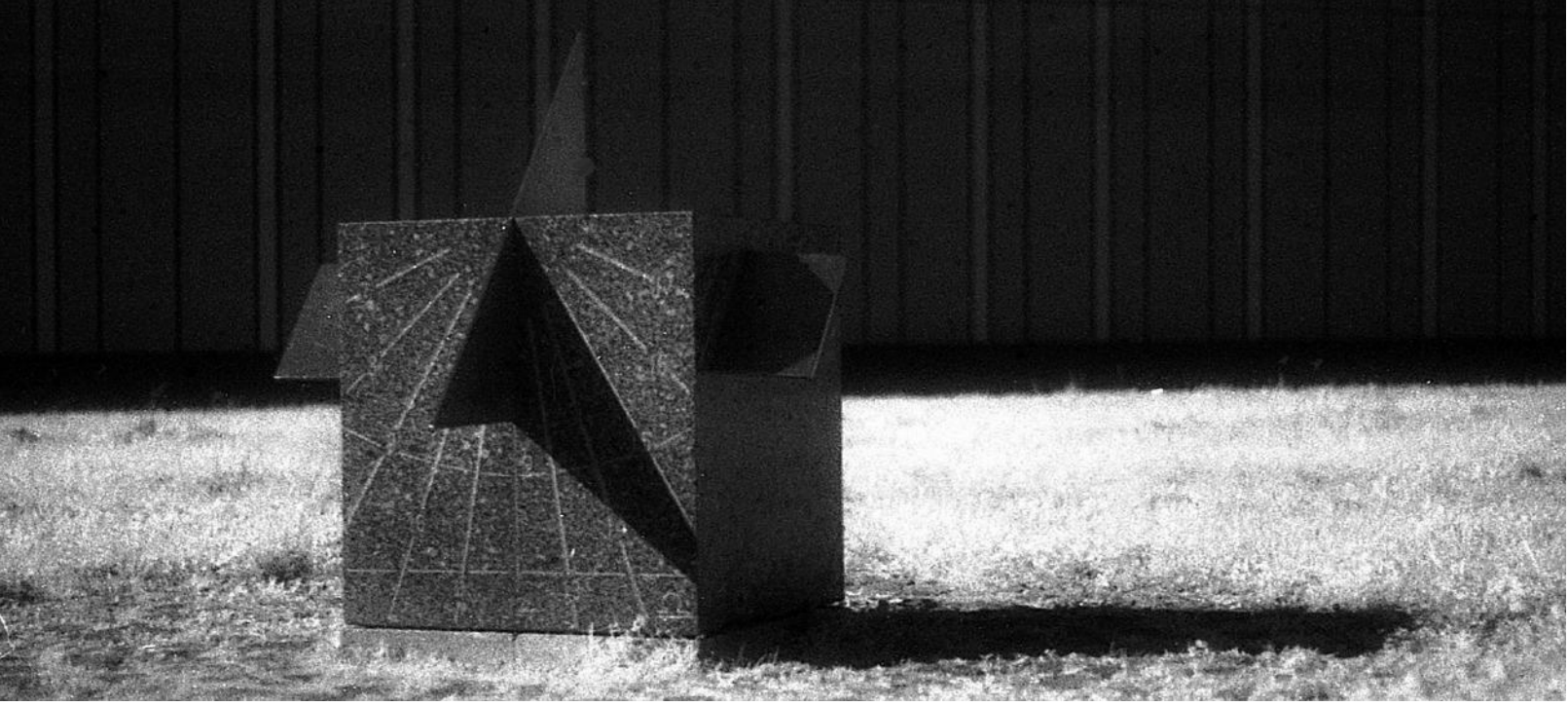



SAIS-TU A QUOI JE SERS ?
A MARQUER CELLES
QUE TU PERDS !
Saint VÉRAN

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 3 - Printemps 2022 - 9€





SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	4
Un nouveau cadran solaire à Saint-Benoît – Philippe Chantant	6
Des animaux et des fleurs à l'heure du Soleil – Claude Gahon	8
Petit cadran azimutal de fenêtre – Celtic Wizard	10
Histoire des cadrans solaires en Chine – Lv Chuan-yi	12
Le cadran solaire le plus précis du monde… – Yves Opizzo	14
La tour des Vents d'Athènes – Jean-Luc Astre	16
Cadrans solaires à chambre obscure - Roger Torrenti	18
Construire un cadran rhombicuboctaédrique – Pierre-Louis Cambefort	20
Un cadran de Humphrey Cole à imprimer et découper – David Alberto	22
Un cadran solaire clé en main pour la classe – Joël Petit	24
La parole à un gnomoniste – Pierre Causeret	26
La parole à une cadranière – Isabelle Desse	27
Zoom sur…	28
Jeux et énigmes	30
Solutions des jeux et énigmes	32
Lancement d'un concours ouvert à tous	34
Crédits photos et illustrations	35

Photo de couverture : Cadran lauréat du concours international lancé en 1980, installé sur le site de MINES ParisTech à Sophia Antipolis (France). Un nouveau concours, ouvert à tous, est lancé (voir page 34). Participez-y en proposant le cadran le plus petit, le plus simple à construire, le plus écologique ou le plus gourmand !

Ci-dessus : un beau cadran cubique monumental (on aperçoit le style et les lignes horaires du cadran orienté sud ainsi que 3 autres styles), à la fin de l'hiver, devant l'observatoire de Brno (République tchèque)

ÉDITORIAL

Lancement d'un concours ouvert à tous

Une bonne nouvelle en ce début d'année 2022 quelque peu morose... La vulgarisation scientifique se porte bien ! Tout au moins la vulgarisation de la gnomonique : le nombre de visites (sessions) sur le site du MOOC cadrans solaires a dépassé fin 2021 le million et le présent magazine devrait être lu par plus d'un millier d'amateurs, de curieux, ou de passionnés en France, dans le monde francophone, et au-delà.

La science est pour tous, la science peut être expliquée de façon simple, et la science est amusante. C'est cette conviction qui a guidé la conception du MOOC cadrans solaires et de ce magazine qui le complète.

Dans cet esprit et pour rendre ce magazine encore plus vivant et ouvert à ses lecteurs, nous avons décidé de lancer le concours « Cadran solaires pour tous 2022 ». Il est ouvert à tous, des simples curieux aux professionnels, qui pourront choisir parmi l'une des 4 catégories proposées : le cadran solaire le plus petit, le plus simple, le plus écologique, ou le plus gourmand ! Tous les détails sont donnés en page 34 de ce numéro. Nous espérons que vous serez très nombreux à participer.

Et n'oubliez pas, ce magazine est gratuit dans sa version électronique : n'hésitez pas à le faire circuler ou à donner à vos proches et connaissances le lien permettant son téléchargement https://bit.ly/3HAySRn. Enfin ce numéro et les numéros précédents peuvent être commandés en version papier à l'adresse https://bit.ly/3ETdtkH.

Bonne lecture à tous!



Roger Torrenti

Auteur du MOOC cadrans solaires
https://www.cadrans-solaires.info/lauteur/

Le MOOC Cadrans solaires

Depuis son lancement en 2018, ce cours (ou formation) en ligne libre et gratuit, accessible à tous, a rencontré un large public, notamment dans le milieu enseignant et parmi le grand public, et ce dans l'ensemble du monde francophone. Plus d'un million de sessions sur le site du MOOC et 50 000 vues sur la chaîne YouTube associée au MOOC. Des chiffres qui ont encouragé l'auteur du MOOC à accompagner le MOOC du présent magazine. Pour accéder au MOOC, rendez vous à www.cadrans-solaires.info.

Ne manquez pas le prochain numéro !

Pour être informé de la parution du prochain numéro de ce magazine, suivez le fil Twitter @MOOC_CS et inscrivez-vous sur le forum du MOOC où vous pourrez échanger avec d'autres curieux ou passionnés, découvrir leurs questions et leurs réalisations. Pour vous inscrire à ce forum, rendez vous à https://bit.ly/3itRxUf .

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel édité sous licence Creative Commons BY-NC-SA, par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal: janvier 2022 - ISSN 2804-8695

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit et Roger Torrenti.

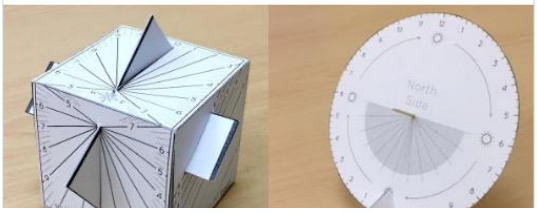
Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

C’est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l’histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C’est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d’être inspiré par certaines réalisations, de s’interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 25 janv.
Un belle série de cadrans solaires à imprimer et découper

> **Tektonten Papercraft** @Tektonten · 23 janv.
> #Printable #sundial collection -tektonten.blogspot.com/2022/01/printa … #papercraft #educational #homeschool



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 12 déc. 2021
Un beau cadran horizontal monumental à l'extrême sud-ouest de l'Angleterre

> **Janet Ferris** @JanetFerris16 · 6 déc. 2021
> #ThePhotoHour
> Chrome sundial
> Roadford Lakes
> Devon…



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 déc. 2021
100 cadrans solaires pour 10 000 habitants est le record du monde de densité de cadrans solaires pour un village revendiqué par Birkenau dans le sud de l'Allemagne, près de Darmstadt ! Informations détaillées à bit.ly/3Emng3g A ne pas manquer si vous êtes dans la région



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 min
Le cadran analemmatique réalisé par l'architecte Marco Lorenzetti lorenzettimeridiane.it près du port de Sanremo (Italie) rend hommage à la musique (les marques horaires sont sur une portée), et plus particulièrement au réputé festival de la chanson italienne de Sanremo



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 27 déc. 2021
Joli projet de land art mais c'est bien dommage que l'artiste ne se soit pas associé à un scientifique qui aurait su calculer des lignes horaires correctes (elles ne se rejoignent pas au pied de l'obélisque) et donner ainsi plus de valeur à l'ensemble 😇

> **Old Time DC** @OldTimeDC · 20 déc. 2021
> On February 11, 1974, artist Yuri Schwebler (1942-1990), with the help of a @NationalMallNPS grounds crew, turned the Washington Monument into an enormous sundial. Uncredited AP wire service photo found on eBay.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 27 déc. 2021
Un cadran solaire toujours inclus dans la culture et les traditions locales

> الهيئة الملكية لمحافظة العلا @RCU_SA · 22 déc. 2021
> Today, as the Citizens of #AlUla gathered in #AlUlaOldTown to celebrate the start of the new planting season, the Tantora Sundial, with its legacy deeply rooted in #AlUla's culture and tradition, plays a crucial role in decisions made on this day.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 janv.
C'est l'index de cette réplique de la "main de Dieu" (détail de 'La création d'Adam', Michel-Ange, Chapelle Sixtine, Rome) qui indique l'heure solaire sur ce cadran horizontal…

> **Oh Why Bother** @radionic_powers · 6 janv.
> Sundial with 3-D replica of Michelangelo's arm of God



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 10 janv.
Bravo à @jf_lesaux et à ses élèves!

> **JF Le Saux** @jf_lesaux · 15 déc. 2021
> Aujourd'hui pose du tracé du #cadransolaire du @LycDescartes78 ensuite viendra le décor la peinture ou l'engobe ce sera l'année prochaine!



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 janv.
A son "Académie" (école philosophique) qu'il a fondée à Athènes (IVe siècle avant J.-C.) Platon faisait cours au pied d'un cadran solaire... (mosaïque retrouvée à Pompéi)

> **Gareth Harney** @OptimoPrincipi · 20 janv.
> The philosophers of Plato's Academy, shown in a remarkable Roman mosaic from the villa of Titus Siminius Stephanus in Pompeii. The Academy hold a lecture under a sundial - led by Plato, who sits centrally in a dark robe, and points with a stick to a globe below. 1st century BC
> Afficher cette discussion



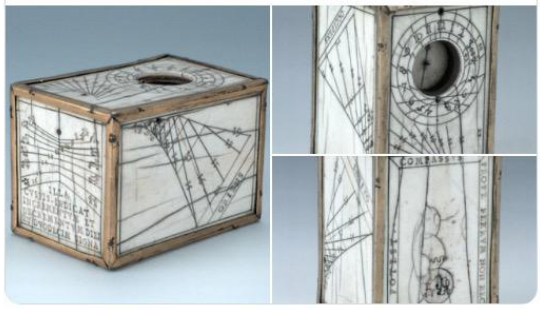
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 janv.
Oui, un très beau cadran situé square du Temple à Paris, dû au sculpteur Jules Louis Rispal et intégré dans un bâtiment conçu par les architectes Raymond Barbaud et Édouard Bauhain

> **Paris Bise Art** @ParisBiseArt · 20 janv.
> Un cadran solaire de quatre étages !
> paris-bise-art.blogspot.com/2022/01/un-cad...
> #Paris03



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 janv.
Une sage recommandation sur ce cadran solaire polyédrique allemand du XVIe siècle équipé d'une boussole magnétique : la précision est mauvaise à proximité d'une masse métallique 😇

> **History of Science Museum** @HSMOxford · 31 déc. 2021
> This unusual #16C #German #dial has 5 different types of #sundial & a lunar #volvelle.
>
> The maker added some helpful advice: 'COMPASSVS PROPE FERRVM NON RECTE ASSIGNARE POTEST.' (Near iron the compass can't point properly).
>
> ow.ly/14BS50HjVJ8
>
> #MuseumsTogether #histastro



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 17 janv.
Un passe-muraille tenant un cadran solaire dans une église de l'Oxfordshire en Angleterre...

> **John Vigar** @johnevigar · 15 janv.
> Saturday's delight. Sundial at Norton Stoke Church, Oxfordshire. Now, where are his shoulders?



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 55 min
Une nouvelle réalisation du gnomoniste-cadranier Alastair Hunter @noondial dans le nord de Londres (Angleterre) : un cadran vertical équipé d'un oeilleton et revendiquant une belle précision
macmillanhunter.co.uk/accurate-solar...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 12 déc. 2021
Effectivement une belle devise à méditer qui pourrait se résumer en "Les années enseignent beaucoup plus que les jours"...

> **Ana Ollero** @ana_ollero_ · 6 déc. 2021
> En réponse à @ThePhotoHour
> 'The years teach much more than the days ever knew'. I don't know who said it but I love the quote.
>
> #ThePhotoHour #StormHour #relojdesol #sundial



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 31 janv.
Un beau "bloc gnomonique" dans un parc d'Édimbourg (Écosse) avant une averse de neige... Il s'agit d'une sculpture monumentale au croisement de sentiers du parc, comprenant 4 cadrans solaires intégré, disposés vers le nord, le sud, l'est et l'ouest

> **Chris Evans** @chrisinembra · 30 janv.
> A bit of 🏴☀️ at the 123yr old multi-faceted sundial in Embra's Saughton Park before the 🌧️



UN NOUVEAU CADRAN SOLAIRE À SAINT-BENOÎT

Philippe Chantant

L'idée de construire ce cadran solaire est née par hasard, lors d'une rencontre avec M. Bernard Peterlongo, maire de Saint-Benoît (Vienne, France), au jardin d'Ormesson de la commune (latitude 46,6° N, longitude 0,36° E). Ayant suivi le MOOC proposé par Roger Torrenti et possédant déjà une culture personnelle sur les cadrans solaires, j'ai présenté le projet au club d'astronomie de Saint-Benoît dont je suis membre. Nous l'avons adopté et il a occupé le club tout le premier semestre 2021. Cet article présente les différentes étapes de sa réalisation.

Compte tenu de l'emplacement (un jardin public) et du profil du terrain (herbeux presque horizontal), nous avons choisi de construire un cadran analemmatique horizontal à style droit : l'ombre d'un observateur, correctement positionné sur une « ligne calendrier », indique l'heure solaire vraie sur des plots horaires disposés sur d'une ellipse.

CONCEPTION

Ce « cadran analemmatique » peut être tracé à l'aide d'un logiciel tel que Shadows https://www.shadowspro.com/ ou directement au sol sans logiciel ni calcul (voir le MOOC à cette page https://bit.ly/3FrWSFH). Nous avons choisi pour cette réalisation de le déterminer par calcul avec l'aide d'un tableur.

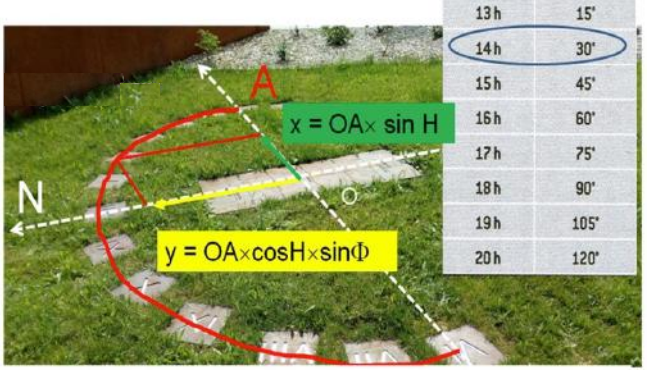
Considérons en effet une ellipse de centre O et de demi grand axe OA, parallèle à la direction ouest-est (le petit axe lui est perpendiculaire, donc dans la direction nord-sud). Nous obtenons un repère orthonormé Oxy (x étant compté positif vers l'est, et y positif vers le nord).

Les coordonnées des marques horaires sont connues (voir illustration ci-contre). Dans ces formules, φ est la latitude du lieu et H est l'angle horaire du Soleil : H est négatif avant son passage au méridien, est égal à 0° à midi, et positif après son passage au méridien.

De même la ligne de calendrier peut être facilement calculée (voir illustration ci-contre), les dates choisies étant celles d'entrée du Soleil dans les constellations du zodiaque, sur l'écliptique de la voûte céleste. Dans ce tableau φ est la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil.

Coordonnées des points horaires

Crédit : « Les cadrans solaires » - Denis Savoie - Belin - 2015)



Heure solaire	Angle horaire H
12 h	0°
13 h	15°
14 h	30°
15 h	45°
16 h	60°
17 h	75°
18 h	90°
19 h	105°
20 h	120°



Echelle des dates
(la ligne de calendrier)

Crédit : « Les cadrans solaires » - Denis Savoie - Belin - 2015)

Déclinaison	Dates
– 23,44°	21 décembre
– 20,15°	20 janvier et 22 novembre
– 11,47°	19 février et 23 octobre
0°	20 mars et 23 septembre
+ 11,47°	20 avril et 23 août
+ 20,15°	21 mai et 23 juillet
+ 23,44°	21 juin

PROTOTYPE

Un prototype a été tracé à la craie sur un parking goudronné, et a permis de valider les dimensions définitives du cadran, des plots horaires (feuilles en carton) et de la plaque "ligne calendrier".

Afin de déterminer la direction nord-sud (ligne méridienne), la méthode des cercles indiens (voir le MOOC à cette page https://bit.ly/3HeYDX9) a été utilisée.

L'observation de la courbe décrite par l'ombre de l'extrémité du gnomon au cours de la journée (une hyperbole) s'est révélée pédagogiquement intéressante.

Une vérification « à la montre » (midi solaire déterminé par la formule de passage de l'heure légale à l'heure solaire) a complété l'exercice.

À noter : le repérage de l'extrémité de l'ombre du gnomon est difficile et peut être entaché d'erreurs. La forme de l'extrémité supérieure du gnomon : pointe, boule, trou, etc. influence la netteté de l'ombre portée.

RÉALISATION

Nous avons opté pour OA (demi grand axe de l'ellipse) la valeur 2 m.

Le matériau choisi a été imposé par la commune pour conserver l'esthétique du site. C'est de l'acier Corten, « *aussi appelé acier patinable, acier auto-protecteur, ou encore acier intempérique au Québec* », connu « *pour son aspect et sa résistance aux conditions atmosphériques* » (Wikipedia).

Un réflecteur (acier inox) est placé entre les plaques d'acier et le gazon pour améliorer le contraste visuel. Malgré une précision finale modeste du cadran (demi-heure), la réalisation a bien entendu nécessité beaucoup de soins et de précision.

Un panneau "mode d'emploi" destiné au public est en cours de fabrication.

CONCLUSION

Ce fut un projet très enrichissant et plaisant à mener, grâce notamment au partenariat réussi "municipalité - services techniques de la ville - associations-entreprises locales".

Nous vous attendons à Saint-Benoît !





Philippe Chantant (philippe.chantant@orange.fr) est professeur de lycée en sciences-physiques à la retraite. Membre du CLEA depuis sa création et de l'UDPPC, il est passionné de cyclisme, de randonnée, d'astronomie, d'astrophotographie et de photographie. « J'aime lire des ouvrages scientifiques écrits par les chercheurs et les astronomes. C'est suite à mes vacances dans le Valgaudemar et le Queyras puis la lecture de la trilogie 'L'or perdu de la Séveraisse', 'Les soleils de Zarbula', et 'Les braconniers du temps' que j'ai attrapé le virus cadran solaire… »

DES ANIMAUX ET DES FLEURS À L'HEURE DU SOLEIL

Claude Gahon

Idée saugrenue, farfelue, voire folle, c'est peut-être ce que vous pensez et pourtant….

En cherchant à faire oublier cette fameuse « tige » (appelée de son vrai nom : gnomon) incontournable sur la majorité des cadrans solaires que l'on peut voir sur nos églises, bâtiments publics, habitations privées… j'ai voulu concevoir un moyen d'intégrer cette « tige » dans différentes structures.

En fait il s'agit de réaliser un objet qui comporte dans sa structure quelque chose qui pourrait ressembler à une ligne provoquant cette fameuse ombre repérant la position relative du Soleil et donc l'heure du moment.

Si on a trouvé ce qui peut provoquer une marque d'ombre ou de lumière, il faut savoir où et comment repérer cette marque, c'est-à-dire quelle sera la « table de lecture ».

Au fait, le Soleil « tourne » (bon d'accord c'est la Terre, mais on fait comme) et donc l'ombre de mon objet va « tourner » elle aussi, normal, et on peut alors marquer ses diverses positions : classique, c'est la base de la gnomonique, la science des cadrans solaires.

Mais on pourrait faire « tourner » l'objet et/ou le composer d'éléments orientés vers les différentes positions relatives du Soleil et donc ainsi marquer ces positions qui représenteraient les heures.

On y est, ou presque, le jeu consiste alors à créer une structure théorique ou s'inspirer de la nature pour arriver au résultat : les animaux et les fleurs peuvent être d'excellents modèles. C'est ainsi que je suis arrivé, entre autres, aux quatre cadrans solaires suivants.

DANS LA CATÉGORIE DES FIXES

Prise de becs : le bec de la cigogne « mère » est le gnomon, les cigogneaux sont les repères orientés des heures.

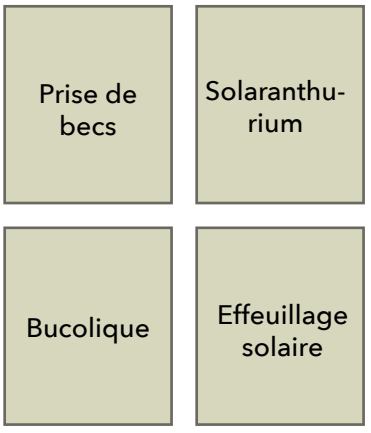
Solaranthurium : chaque fleur est un mini cadran horizontal pour une heure déterminée, le « pistil » est le gnomon, la pointe de la fleur est orientée suivant l'heure.

DANS LA CATÉGORIE « À PARTIES MOBILES »

Bucolique : le papillon tourne autour de la branche et l'ombre de son abdomen est repérée par des lignes horaires gravées sur la branche.

Effeuillage solaire : en enlevant le pétale totalement éclairé on découvre l'heure gravée sur le support.

L'aspect final de ces cadrans solaires est présenté page suivante dans l'ordre ci-dessous.











Claude Gahon (claudegahon@yahoo.fr), retraité des Travaux publics, est originaire des Vosges (88) et réside à Lagny-sur-Marne (77). Il est membre de la Commission cadrans solaires de la Société astronomique de France depuis 2011. Il démontre, par la conception et la réalisation régulières de cadrans originaux (mais aussi esthétiques, poétiques, artistiques) qu'il est encore possible, au XXIe siècle, d'innover dans la domaine des cadrans solaires…

PETIT CADRAN AZIMUTAL DE FENÊTRE

Celtic Wizard

PRÉSENTATION

Dans un repère local, la position du Soleil dans le ciel est déterminée par 2 coordonnées : sa hauteur et son azimut.

Ainsi, lorsque l'on projette l'ombre d'un point éclairé par le Soleil sur une surface verticale, la position de l'ombre correspond en ordonnée (axe vertical) à la hauteur et en abscisse (axe horizontal) à l'azimut.

Ce qui, en l'occurrence, permet sur un cadran solaire de lire l'heure et la date…

Si on remplace le point en question par une droite verticale, tel un gnomon de longueur "infinie", l'ombre de la ligne projetée sur le mur vertical n'indique plus que l'azimut du Soleil. On perd l'information de hauteur.

Dans le cas de mon petit cadran azimutal de fenêtre, le gnomon est matérialisé par l'arête extérieure du côté gauche (côté sud-ouest), qui projette son ombre sur le côté droit (coté nord-est) de l'embrasure.

Pour pouvoir lire l'heure sur un cadran solaire, on peut utiliser l'extrémité d'un style droit (vertical ou horizontal) qui correspond au "point" décrit plus haut. On peut aussi utiliser une ligne pour laquelle la longueur n'a pas d'importance, dans ce cas, il doit s'agir d'un style polaire. Mais ici, on souhaite utiliser une ligne verticale qui n'est pas un style polaire et pour laquelle il n'est pas possible d'utiliser son extrémité.

Heureusement, à l'image de la méthode utilisée pour les « cadrans de hauteur » (type cadran de berger), il est possible de n'utiliser qu'une des 2 coordonnées du Soleil pour déterminer l'heure, à condition de connaitre la date. Pour mon petit cadran azimutal de fenêtre, il suffit donc d'établir un tracé qui, pour chaque date, fait correspondre l'heure en fonction de l'azimut.

RÉALISATION

Pour réaliser ce type de cadran, il faut connaitre son emplacement c'est-à-dire la latitude du lieu et sa longitude (qui sert pour la correction de l'écart en longitude), la déclinaison du montant latéral de l'embrasure, ainsi que la largeur de l'embrasure.

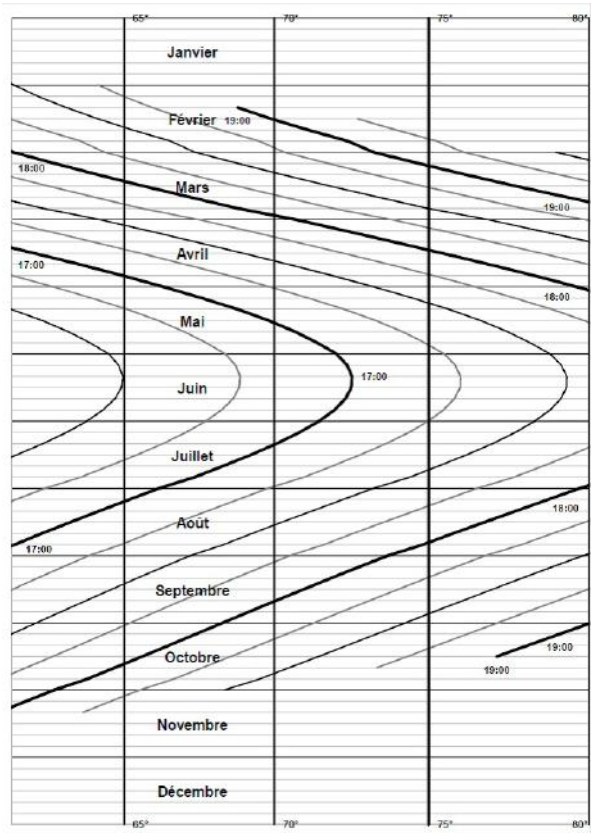
A partir de ces éléments, j'ai commencé par calculer le cadran vertical équivalent, à l'aide de l'excellent logiciel Shadows de François Blateyron (https://www.shadowspro.com/), afin d'obtenir les tables des coordonnées des lignes horaires.

Pour que les tables soient exprimées en heure légale (de la montre), le cadran a été paramétré de sorte à directement intégrer les corrections de l'écart de longitude et de l'équation du temps.

Ensuite, j'ai effectué un petit post-traitement de ces tables sous Excel, afin de ne conserver que les abscisses des tables, qui correspondent à la projection de l'azimut du Soleil.

Pour ce faire, j'ai d'abord supprimé toutes les heures en dehors de la table de mon cadran (ici la largeur d'une feuille A4). Puis j'ai remplacé les ordonnées, qui correspondaient à la hauteur, par des valeurs qui représentent des dates. Pour enfin ne garder que les coordonnées qui "tiennent" sur l'ensemble de la feuille A4.

Une fois la mise en forme terminée, j'ai imprimé le graphique qui modélise le cadran azimutal, que j'ai directement pu coller dans l'embrasure de ma fenêtre..



La feuille A4 avec le tracé définitif

On peut bien entendu réaliser un tel tracé sans l'aide de logiciels en se reportant aux formules bien connues de l'azimut (et de la hauteur) du Soleil (voir page 29). On peut également, selon l'orientation de la fenêtre, vouloir disposer un tel tracé sur chacune des faces verticales de l'embrasure. On peut enfin envisager de réaliser un cadran d'azimut sur la partie horizontale de l'embrasure mais c'est une autre histoire, peut-être un article à venir…

L'installation de la feuille sur l'embrasure de la fenêtre



Celtic Wizard est le pseudonyme d'un passionné de cadrans solaires souhaitant conserver l'anonymat. On peut cependant suivre son activité et le contacter via son compte Twitter @chilled_wizard

HISTOIRE DES CADRANS SOLAIRES EN CHINE

Lv Chuan-yi

Il est souvent écrit, au sujet de l'histoire des cadrans solaires, que tout a commencé avec les Chaldéens, les Babyloniens et les Égyptiens. C'est oublier que la Chine a connu elle aussi, en parallèle, un développement de la science des cadrans solaires. Voici cette « autre histoire » qu'a spécialement préparée pour ce magazine Lv Chuan-yi, dont on trouvera ici l'article original (en anglais). Les photos figurant dans l'article sous forme de vignettes sont reproduites en plus grande taille en 4ème de couverture.

Cadran solaire (晷 en chinois) signifie littéralement « ombre de l'objet » et renvoie à un ancien instrument de mesure du temps.

Les cadrans solaires anciens chinois sont essentiellement de type équatorial, consistant en une tige traversant perpendiculairement une table plane parallèle au plan de l'équateur terrestre, l'ensemble étant posé sur un socle de pierre et la tige étant orientée vers l'étoile polaire. Le cadran solaire indique l'heure (solaire pour la plupart des cadrans, légale pour certains après un ajustement adéquat) par la place de l'ombre sur la table. C'est une des plus anciennes inventions dans le domaine des instruments de mesure du temps en Chine.

L'origine de tels cadrans solaires est incertaine. Ils pourraient être dérivés du gnomon (composé d'une tige verticale et d'une règle horizontale). Une règle en bois a été découverte dans le site archéologique de Taosi (culture de Longshan, 2000 ans environ avant notre ère). L'invention du gnomon en Chine remonterait donc à 4000 ans.

En se fondant sur le Han Shu, livre consacré à l'histoire des Hans (période de -206 à 25), un instrument astronomique rappelant un cadran solaire est évoqué mais cette hypothèse reste incertaine.

La plus ancienne mention d'un cadran solaire chinois figure en fait dans le Sui Shu, livre de la dynastie des Sui, où il est rapporté qu'un dignitaire du nom de Yuan Chong a offert un cadran solaire à l'empereur en l'an 594. C'était un cadran de type horizontal. Comme le plan horizontal n'est pas parallèle à l'équateur céleste et que le temps s'écoule régulièrement, il est bien entendu recommandé de dessiner des lignes horaires non régulières, mais Yuan Chong avait fait le choix de lignes horaires régulières marquant donc des heures inégales. Ce fut mal accepté, chacun étant habitué aux heures égales… Peut-être Yuan Chong ne savait-il pas tracer un cadran horizontal (à cette époque les Chinois n'étaient pas de grands géomètres). Toujours est-il que les cadrans horizontaux ne sont apparus en Chine qu'au XVIIe siècle.



L'archéologie a cependant apporté les preuves que l'apparition de cadrans solaires en Chine n'était en fait pas postérieure à la dynastie Han (-206, 220). En 1897, une dalle carrée en calcaire a été mise au jour dans le xian de Togtoh en Mongolie-Intérieure et s'est révélée être le plus ancien cadran solaire découvert en Chine ; il a été transféré au Musée national de Chine à Pékin (Beijing). Les deux faces du cadran sont lisses mais une seule est gravée. Sur cette face apparaissent 69 droites reliant le centre de la dalle à des trous disposés sur un cercle extérieur : l'arc de cercle entre deux trous est de 1/100 de la circonférence du cercle formé par ces trous. Les nombres de 1 à 69 figurent près des trous extérieurs, ainsi qu'au-dessus du cercle extérieur dans le style calligraphique Qin Zhuan (unificateur de l'Empire de Chine, 221 avant notre ère). En 1932, un cadran similaire a été trouvé à Luoyang dans la province du Henan ; il a cependant rapidement été « perdu », et est exposé aujourd'hui dans un musée de Toronto (Canada).

Au cours des 100 dernières années, des chercheurs (Tang Jinzhu, Joseph Needham, Zhou Kyung, Ma Bolle, Li Jiancheng, Bo Shuren, Guo Shengchi) ont étudié ces cadrans en détail et sont arrivés à la conclusion qu'il s'agissait de cadrans équatoriaux de la dynastie Han dont on devait donc incliner la table parallèlement au plan de l'équateur terrestre après l'avoir équipée d'une tige perpendiculaire.

À noter que la référence dans le tracé à une répartition centésimale du temps est cohérente avec la répartition du temps en vigueur pendant la dynastie Han.

En 1976, un cadran solaire en pierre a été découvert à Xi'an, province du Shaanxi. Il s'agit d'un cadran équatorial datant de la dynastie Tang (618-907). A partir du trou central, 12 secteurs égaux sont délimités par des droites, chacun correspondant à l'une des 12 « branches terrestres » gravées dans le secteur (ancien système chinois de mesure du temps, plus tard associé aux 12 animaux du zodiaque chinois) : Zi, Chou, Yin, Mao, Chen, Si, Wu, Wei, Shen, you, Xu and Hai (子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥). Le cadran et son support horizontal sont reliés par un axe permettant d'incliner correctement le cadran selon la latitude du lieu.



Le cadran solaire équatorial fut officiellement inventé par Zeng Nanzhong pendant la dynastie Song du Sud (420-479), ou plutôt ré-inventé car il ne savait pas que les anciens l'avaient déjà inventé… De toute évidence, cela montre que le cadran équatorial est resté longtemps un instrument très rare en Chine. Puis il est rapidement devenu populaire : deux d'entre eux ornent notamment le musée du palais à Pékin (Cité interdite) et le palais impérial de Shenyang.





Jamal al-Din, un astronome arabe, présenta un ensemble d'instruments astronomiques à l'empereur mongol en 1267 (l'empire mongol comprenait alors la Chine des Yuan). Parmi eux, deux sont liés aux cadrans solaires : « la salle des ombres pour l'équinoxe de printemps et d'automne » et « la salle des ombres pour les solstices d'été et d'hiver », chacun étant destiné à indiquer le moment précis de ces évènements (et la hauteur du Soleil). À la même époque, Guo Shoujing développait un hemispherium (scaphé), demi-sphère équipée d'un gnomon et dans laquelle est tracée la course du Soleil tout au long de l'année, instrument qui fut introduit au Japon et en Corée à la fin du XIVe siècle.

En 1629, pendant la dynastie Ming, l'érudit Xu Guangqi prépara pour l'empereur un ensemble d'instruments astronomiques, dont 3 cadrans solaires horizontaux, alors qu'il avait la charge de préparer le calendrier Chongzhen selon le modèle du système solaire publié par Tycho Brahe. C'est grâce à ce système qu'il put imaginer un style polaire et donc concevoir des cadrans horizontaux corrects. Ces cadrans sont issus de l'imagination créative de Xu inspiré par les connaissances occidentales, ce qui peut être vu comme une cristallisation des échanges culturels entre l'Est et l'Ouest.

Dans la seconde partie de la dynastie Ming, les cadrans solaires se sont largement répandus. En 1820, Qi Yanhuai réalisa un cadran horizontal selon les méthodes occidentales, que son ami Zhang Nan a encore amélioré. Il marquait avec beaucoup de précision les heures et évènements solaires. Malheureusement, une guerre brutale l'a beaucoup endommagé, seuls des fragments ont subsisté. Il fut reconstruit par des chercheurs dans les années 1980 et est aujourd'hui disposé devant la salle principale du temple de Tianning.



Une des caractéristiques principales des cadrans anciens chinois est que peu d'entre eux nous ont été transmis ou ont été mis au jour lors de fouilles. Nous savons donc assez peu de choses, notamment sur les matériaux utilisés. Les cadrans qui restent aujourd'hui sont de pierre et de métal. Un cadran en bois a cependant été réalisé par Zeng Nanzhong.

Les cadrans décrits ici sont conservés et protégés comme reliques dans les musées et sites historiques chinois. On en installe encore aujourd'hui mais le plus souvent dans un but de décoration et non de mesure du temps.

Lv Chuan-yi (lvchuanyi@gmail.com) a fait ses études à l'Institut d'histoire des sciences naturelles de l'Académie des Sciences chinoise. Il a obtenu un doctorat d'histoire de l'astronomie chinoise sous la conduite du professeur Sun Xiaochun. Il a travaillé comme chercheur en histoire de l'astronomie ancienne chinoise à l'Académie des sciences sociales de Hubei à Wuhan où il occupe aujourd'hui le poste de professeur associé.



LE CADRAN SOLAIRE LE PLUS PRÉCIS DU MONDE…

Yves Opizzo

… est tout simplement la Terre elle-même ! D'accord, c'est une petite provocation, mais seulement une petite. Un cadran solaire est d'une certaine façon une Terre miniature, parfois comme un globe, parfois totalement épurée, comme l'art le permet. Il existe bien des cadrans sans style, mais l'axe nord-sud se laisse toujours découvrir de quelque façon, donc l'équateur terrestre, donc l'écliptique et par évidence le Soleil et tout le système solaire. Tout cela est caché ? Tant mieux ! Il est important de devoir chercher un peu dans une œuvre d'art. Sans cela, il ne reste que la décoration, éventuellement sublime d'ailleurs. Donc ce qui suit n'est pas simple, c'est vrai, mais vaut le détour. Vous ne serez pas déçu, parole de Niçois !

Le cadran solaire le plus précis du monde se trouve à Balingen, dans le « Jardin des Patients de l'hôpital ». Je l'ai construit, avec un ami expert travaillant entre autres l'acier inox à la perfection, en 2009, année internationale de l'astronomie. Cet objet gnomonique est un condensé de techniques et de sciences, mais aussi de philosophie, d'histoire, de navigation, de culture. Si vous êtes assez patient pour bien régler l'instrument (et si vous vous rendez à Balingen !), vous pourrez contrôler votre montre pilotée par les grandes ondes avec l'Apolytarios, **puisque sa précision est de l'ordre de la seconde d'heure**.

Le nom Apolytarios n'est pas inventé, mais désigne la pointe sud de l'île grecque d'Anticythère. Au début du XXe siècle fut trouvé au large de cette île le fameux « mécanisme d'Anticythère », qui serait le premier ordinateur (analogique) de l'humanité, capable semble-t-il de prédire correctement les mouvements des planètes dans le ciel et donc peut-être de démontrer la longitude du lieu atteint en mer, dans certaines conditions (son véritable calcul est cependant hors de portée de l'instrument). Le nom est donc un hommage aux anciens Grecs, qui auraient été en mesure de créer un tel objet, libérant l'homme du problème de la longitude terrestre. En effet, et c'est une mini révolution philosophique, l'appareil démontre que la solution au problème de la longitude se trouve vraiment dans le ciel.

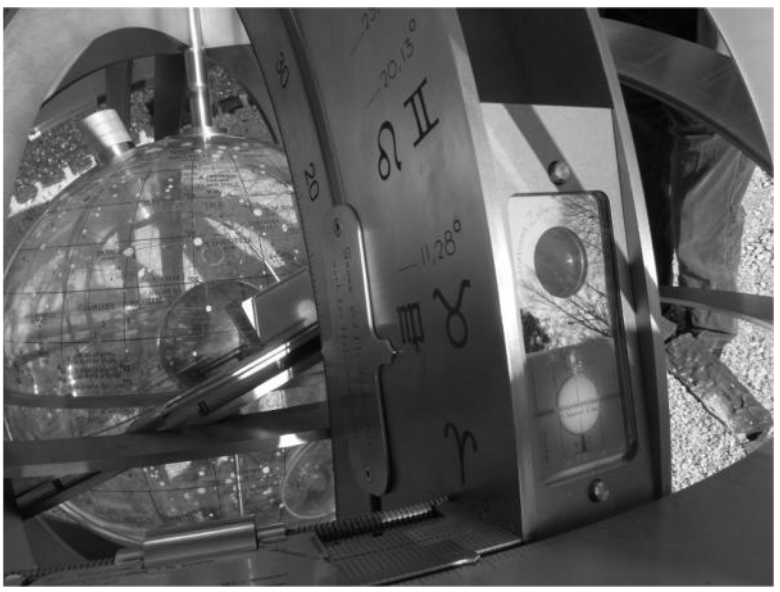
Depuis le nom propre grec, nous dérivons d'abord Apolytarios, qui sera le nom « savant », puis le nom d'usage : Apolytère. Les noms apolyterre, apolyciel et apolymer, pour les versions terrestre, céleste et marine, ont aussi été retenus. L'objet, dans sa version apolyciel la plus élaborée, est en réalité un cadran solaire ou plus précisément un objet gnomonique de très grande précision et de haute technologie. Il est à la fois un planétarium et une sphère armillaire complète, donnant finalement un astrolabe complet à trois dimensions. Tous les mouvements du Soleil et de la Lune peuvent être suivis fidèlement. En particulier, les coordonnées écliptiques y sont d'une grande importance. Il deviendra parfaitement clair d'une part que le système géocentrique est loin d'être absurde, d'autre part que passer d'un système de coordonnées à un autre est un simple jeu de l'esprit.

Je tiens à dire que je n'ai pas réellement inventé cet instrument hors normes. Sans ma pratique de la méditation sans objet, je n'aurais jamais eu l'idée de chercher quoi que ce soit de ce type. C'est parce que j'avais déjà créé un apolyterre superbe – une boule de granite noir de 80 cm de diamètre, avec méridien mobile pour l'heure et la date, mais aussi indicateur d'azimut (Az) et de hauteur (h) – que j'ai pu aller plus loin, sans réfléchir ! L'objet m'est apparu soudain en esprit, complet, avec tous les détails, qui m'ont donné bien du mal par la suite. Il a fallu surmonter de nombreux obstacles techniques et astronomiques pour arriver au bout du chemin. La revue *L'Astronomie*, en deux articles, a publié de nombreuses explications en février et mars 2009 et dans le périodique Cadran-Info de 2009 fut publié un article presque exhaustif. Il faudrait au minimum 30 pages pour venir à bout de l'instrument et ce n'est pas possible dans cette revue…

Contentons-nous d'expliquer rapidement comment il est possible d'obtenir une telle précision. Notons tout d'abord que la précision théorique de tout cadran solaire est absolue, puisqu'il est une « petite Terre ». Mais ce n'est que de la théorie. La pratique est une autre histoire, que voici : une lentille astronomique projette une belle image du Soleil sur un écran adéquat muni d'une échelle graduée en secondes. Il suffit alors de bien régler le tout et d'attendre que l'image du Soleil se projette exactement au centre de l'écran pour donner le top fatidique, qui fera n'en pas croire leurs yeux aux personnes regardant leur montre électronique. La seconde est vraiment atteinte, et ce dès que le Soleil illumine l'objet, du matin au soir, toute l'année, et pas seulement comme une méridienne, aussi grande fût-elle. Avec une lentille plus grande, le quart de seconde est atteignable, et c'est ce que je me propose de faire pour deux cadrans solaires « jumeaux » (sis chacun dans une des villes jumelées Haigerloch en Allemagne et Noyal-sur-Vilaine en France), qui seront toutefois beaucoup plus simples d'emploi : il n'y aura que le méridien mobile et l'équipage de déclinaison à régler. Le ciel étoilé, l'écliptique, la recherche de Az et h et bien d'autres particularités seront supprimés.

L'apolyciel de Balingen permet de déterminer plus de 70 valeurs astronomiques ou géographiques. La photo ci-dessous montre bien la lentille et l'image du Soleil au centre de l'écran. Il est facile également de voir l'écliptique réglable, le ciel étoilé transparent avec environ 800 étoiles, le globe terrestre, l'axe Nord-Sud, le réglage en déclinaison, l'équateur céleste et le méridien mobile double supportant le chariot de déclinaison avec la lentille et l'écran.

Je ne résiste pas à expliquer très rapidement le principe pour trouver la longitude du lieu. Si vous observez très précisément la photo, vous verrez que l'image du Soleil est parfaitement centrée horizontalement, mais un peu décalée verticalement. L'objet a été réglé pour une certaine date, mais comme s'il était sur le méridien de Greenwich. Comme il y a un écart d'environ 9° avec Greenwich, il y a un décalage d'environ 25 minutes avec Balingen. Et pendant ces 25 minutes, la déclinaison du Soleil, bien évidemment, continue à se modifier, comme elle le fait en permanence (la Terre tourne sans cesse autour du Soleil).



L'Apolytarios : le cadran le plus précis du monde !

Et c'est cet écart qui permet de déduire la longitude terrestre. Dans combien de temps la déclinaison solaire aura-t-elle cette valeur à Greenwich ? Les tables calculées spécifiquement (modèle Excel programmé en VBA) donnent la réponse : dans environ 25 minutes. C'est donc l'écart, soit environ 9° avec le méridien de référence, et il n'a pas fallu pour cela consulter sa montre !

Vous voulez faire encore mieux ? Excellent, je serai le premier ravi de devoir me remettre à l'ouvrage. Cet objet a remporté le premier prix, catégorie professionnels, du concours international de Bologne « Le Ombre del tempo » en 2010.

Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires, en Allemagne (http://opizzo.de/). En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires.

LA TOUR DES VENTS D'ATHÈNES

Jean-Luc Astre

La tour des Vents d'Athènes (Grèce), appelée aussi horloge d'Andronicos, est une horloge antique monumentale, située sur l'Agora romaine. Cette tour octogonale de 12 m de haut est présumée avoir été construite au premier siècle avant notre ère.

Chacune des huit faces du monument est dédiée à l'un des huit vents principaux, sculptés dans une attitude de vol. Les divers attributs de ces huit sculptures, portant des ailes à leurs épaules, indiquent la nature des vents qu'elles représentent. Les huit faces du monument sont pourvues d'un cadran solaire situé juste au-dessous des reliefs sculptés.



Aperçu des faces sud, sud-est et est (de gauche à droite) ; on aperçoit les vestiges du réservoir de la clepsydre au pied de la face sud.

Deux portiques corinthiens, au nord-est et au nord-ouest, donnaient accès à l'horloge hydraulique dont on peut voir au sol les traces de la cuve circulaire et des canalisations. Celles-ci communiquent avec un réservoir cylindrique extérieur assez bien conservé, visible du côté sud, qui alimentait l'horloge.

On peut supposer que les cadrans solaires permettaient de régler la clepsydre chargée de donner l'heure la nuit et par temps couvert. Les tracés des cadrans sont encore visibles (parfois difficilement) ; ils correspondent à des heures dites inégales ou antiques. En effet, dans l'Antiquité, la journée était divisée en douze heures, du lever au coucher du soleil, quelle que soit la saison. Les heures sont donc longues en été et courtes en hiver. Évidemment, la nuit c'est le contraire.

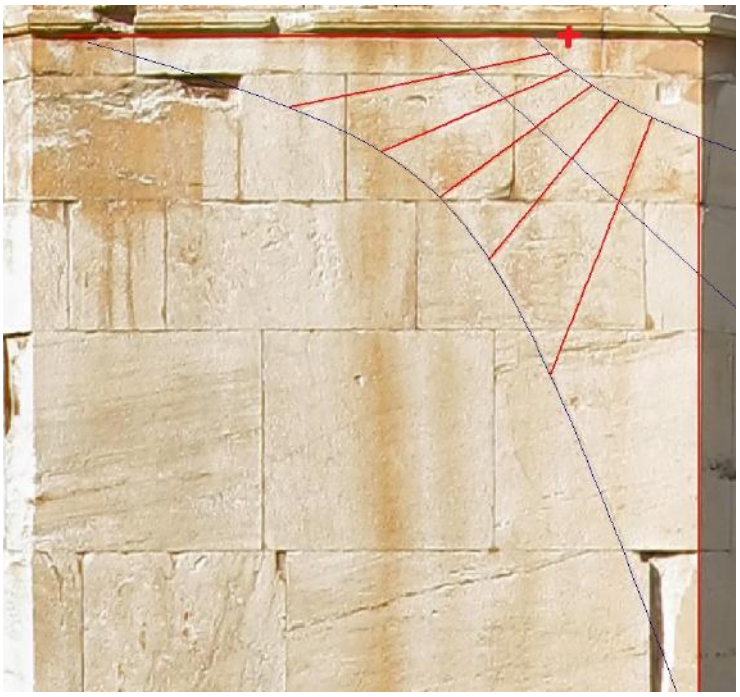
Les styles sont orthogonaux au plan du cadran. C'est l'ombre de l'extrémité des styles qui donne l'heure. Suivant l'heure et la saison, cette ombre peut sortir des cadrans, ce qui explique la présence des huit cadrans. On est certain qu'au moins l'un d'entre eux marquera l'heure.

Au cours d'un voyage récent à Athènes, la photo prise en lumière rasante de la face sud-est (bien en face du centre du cadran, pour ne pas déformer les perspectives), laisse deviner les tracés originaux. On a ensuite superposé sur la photo le tracé obtenu par le logiciel de gnomonique Cadsol (https://cadsol.web-pages.fr/).

La précision du tracé des heures inégales, des arcs diurnes, des solstices, et de l'équinoxe, est impressionnante. On ne sait pas quel était le procédé utilisé par l'architecte du monument, mais on peut remarquer qu'il a fallu attendre la Renaissance quinze siècles plus tard pour retrouver une technicité comparable.

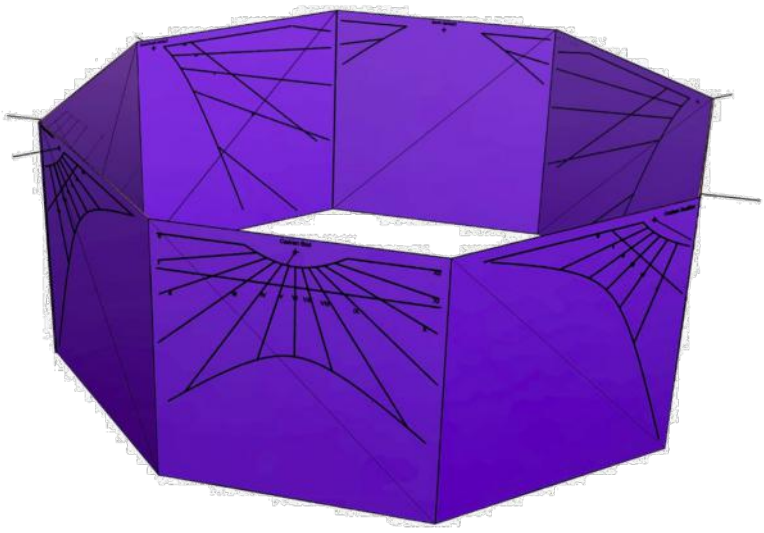


Face sud-est : les tracés originaux sont encore visibles en lumière rasante ; la place du style est très approximative ...



Cadran sud comportant un tracé des heures antiques et des arcs diurnes des solstices et des équinoxes. Si on place le style sur la croix rouge, les tracés obtenus par Cadsol peuvent être superposés aux tracés d'origine. La fin de la sixième heure (midi) correspond bien à l'angle du monument.





Modélisation en 3D : les fichiers au format stl, générés avec Cadsol, ont été assemblés avec le logiciel Vectary. Il suffit de scanner le QR Code pour obtenir une visualisation en 3D. On peut aussi utiliser le lien : https://app.vectary.com/p/3VsyFCyM4W6GkPm0R2H5Lb/

Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres choses : astronomie, informatique, biologie moléculaire... Il a commencé le codage du logiciel de tracé de cadrans solaires Cadsol https://cadsol.web-pages.fr/ dans les années 90. Les premières versions ont été commercialisées par l'Association Française d'Astronomie (AFA). Le logiciel est désormais libre et gratuit et continue à faire l'objet de mises à jour et d'améliorations (notamment au niveau de la 3D, de l'ombre du style, et de l'animation).

CADRANS SOLAIRES À CHAMBRE OBSCURE

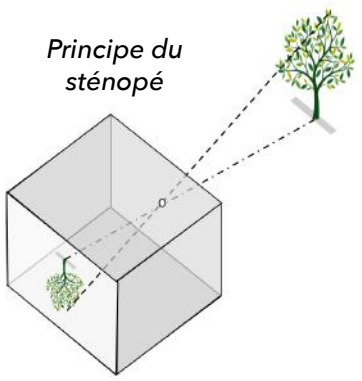
Roger Torrenti

Un « cadran solaire à chambre obscure » ? De quel mystérieux type de cadran solaire veut-on parler ?

Rappelons tout d'abord ce qu'est une **chambre obscure** encore appelée camera oscura (du latin camera obscura), ou enfin… **chambre noire**. On désigne par ce terme un objet (typiquement une boîte cubique) équipé au centre de l'une de ses faces d'une lentille et d'un diaphragme, ou tout simplement d'un trou. Dans ce dernier cas on parle de **sténopé**, terme qui désigne en fait un trou dans une plaque (du grec opê, trou).

Le principe d'un sténopé est simple : une image extérieure au sténopé (une vue, un décor, etc.) se retrouve projetée à l'intérieur du sténopé sur le plan parallèle au plan contenant le trou (schéma). Attention, cette image projetée est inversée (gauche/droite) et renversée (haut/bas) et les parois intérieures doivent être d'un noir mat afin que la lumière ne se réfléchisse pas d'une paroi à l'autre, sauf la paroi où l'image est projetée qui doit être blanche, ou mieux translucide (papier calque par exemple).

Principe du sténopé

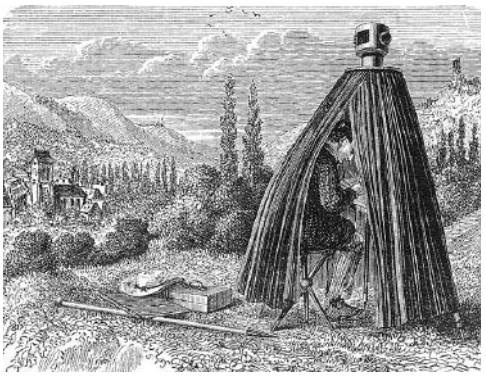


Un sténopé, sous la forme d'une petite boîte en carton, est facile à réaliser (même par des enfants). L'observateur, face à l'image projetée, prendra soin de se couvrir d'une toile ou d'une couverture permettant d'assurer la meilleure obscurité…

On peut aussi réaliser un sténopé dans sa chambre… obscure (ou plutôt obscurcie) : il suffit de bien obstruer la fenêtre de sa chambre tout en laissant au milieu un trou de 1 à 2 cm de diamètre, et de calfeutrer également les portes de communication. Effet saisissant garanti, surtout si le mur où se projette l'image est blanc.

L'invention du sténopé remonte au moins au IVe siècle avant notre ère (il est étudié par le Chinois Mozi puis le Grec Aristote), et son principe a été amélioré pendant la période médiévale arabo-musulmane par Alhazen. Puis, on commença à équiper le trou du sténopé d'une lentille et plus tard d'un diaphragme (pour améliorer la netteté et la profondeur de champ), voire à placer à l'intérieur un miroir à 45° (pour redresser l'image). Ces améliorations, du sténopé à la chambre noire, ont permis son utilisation par des astronomes, notamment pour l'étude des éclipses et taches solaires, mais aussi par des topographes ou des artistes comme Vermeer, pour travailler à partir de représentations fidèles de l'environnement ou du portrait qu'ils avaient choisi.

On peut réaliser une « chambre noire » dans un local dédié, comme une tente. Au XIXe siècle, on pouvait ainsi rencontrer au cours d'une promenade un savant ou un artiste enfermé dans une tente étanche à la lumière, au-dessus de laquelle était disposé un « périscope » (un tube coudé, percé d'un trou vers l'extérieur et équipé d'un miroir à 45° au niveau du coude), et « recopiant » l'image du paysage extérieur projeté sur une table horizontale. Et l'on trouve aujourd'hui de telles **camera obscura** (nom anglais) dans des lieux publics de nombreuses villes, notamment près du méridien d'origine, à l'Observatoire royal de Greenwich à Londres.



Dans un livre de physique du XIXe siècle, cette chambre obscure transportable est présentée comme aide au dessin

Bien entendu, cette chambre noire, dont l'usage s'était répandu, a donné naissance à la photographie. Le français Nicéphore Niépce utilisa une chambre noire pour son invention de la photographie au début du XIXe siècle, une plaque sensible à la lumière étant disposée à la place du plan de la boîte où l'image se réfléchit.

Bon, nous avons vu ce qu'est une chambre noire ou, comme nous l'appellerons désormais par son autre nom, une « chambre obscure », mais que viennent faire ici les cadrans solaires?

Remarquons tout d'abord que le trou de la chambre obscure rappelle les œilletons dont certains cadrans solaires, notamment les méridiennes murales ou horizontales, sont équipés, afin d'améliorer la lecture de la position de l'ombre sur la table du cadran.

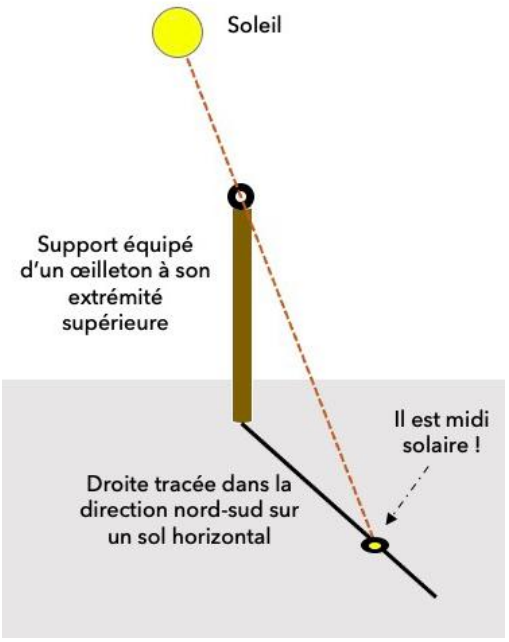
Les gnomonistes ont sans doute fait ce parallèle assez vite, en concevant dès le XVe siècle des « cadrans solaires à chambre obscure », dans des bâtiments suffisamment obscurs, en l'occurrence des églises. Ces cadrans étaient en fait des méridiennes (il était difficile de tracer un cadran solaire entier sur le sol de l'église…), composées donc essentiellement d'un trou placé en hauteur dans une paroi de l'église et d'une ligne au sol.

On peut encore observer ces méridiennes dans de nombreuses églises. Elles sont faciles à tracer et à lire, même si la tache solaire au sol est une ellipse (projection d'un cercle sur un sol non perpendiculaire au plan de l'œilleton) de dimension assez importante, mais dont on sait calculer les caractéristiques bien sûr : dimensions précises, brillance des différentes zones de l'ellipse, etc.

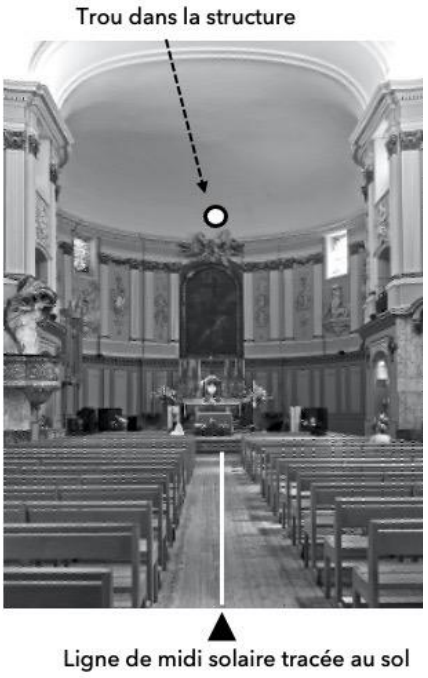
« Cadran solaire à chambre obscure » : un nom bien savant en résumé pour un type de cadran somme toute assez simple : une méridienne d'église… Quoi qu'il en soit, si vous croisez ce terme dans vos lectures ou vos discussions, vous ne serez pas pris au dépourvu !

Et vous pourrez toujours essayer de concevoir un type de « cadran solaire à chambre obscure » qui ne soit pas une méridienne d'église. Le champ des possibles est vaste !

Principe d'une méridienne extérieure



Principe d'une méridienne d'église



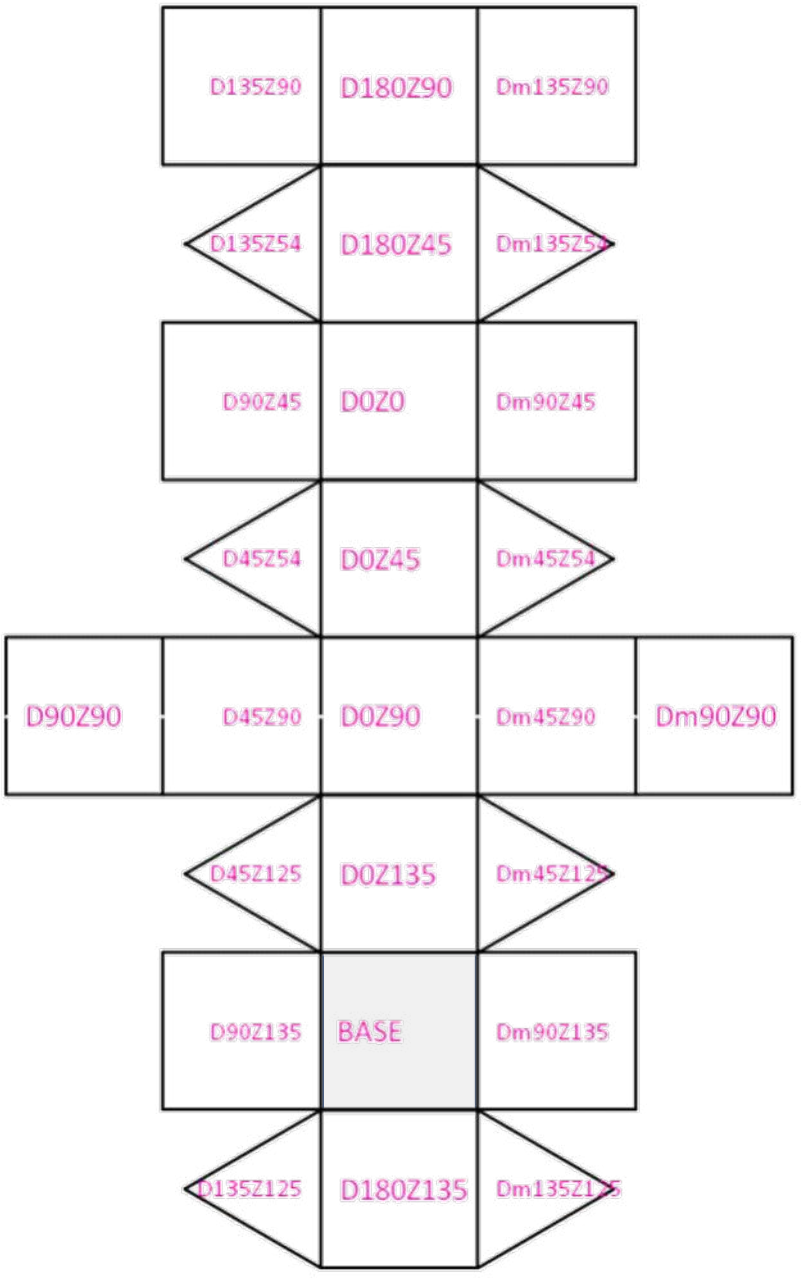
Roger Torrenti (roger@torrenti.net) est le responsable éditorial du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires (https://www.cadrans-solaires.info).

CONSTRUIRE UN CADRAN RHOMBICUBOCTAÉDRIQUE

Pierre-Louis Cambefort

PRÉSENTATION DU CADRAN SOLAIRE RHOMBICUBOCTAÉDRIQUE

Des cadrans solaires sont tracés sur chacune des faces du « rhombicuboctaèdre », un polyèdre à 26 faces (18 faces carrées dont 1 face correspondant au socle) et 8 faces triangulaires.



Représentation plane d'un rhombicuboctaèdre avec indications pour chaque face de sa déclinaison gnomonique D (azimut de la perpendiculaire à la table du cadran, compté depuis le Sud : >0 vers l'ouest, <0 vers l'est) et de son inclinaison Z (angle entre cette normale et la verticale du lieu)



Le cadran rhombicuboctaédrique du mont Sainte-Odile dans le Bas-Rhin (France)



Petit cadran rhombicuboctaédrique de la fin du XVIe siècle exposé au musée Württemberg de Stuttgart (Allemagne)

ÉTAPES DE CONSTRUCTION



ÉTAPE 1 - Découper 18 carrés et 8 triangles dans du carton fort : côtés de 20 cm (pour chaque carré et chaque triangle) pour permettre de coller les résultats des calculs sortis de l'imprimante en format A4.

Faire les éléments de jonction entre les différentes faces par du papier « fort ».

Prévoir 4 faces trouées pour pouvoir passer les mains et faire la construction en assemblant à partir de la base : des pinces sont bien utiles... Temps de séchage à respecter, fonction de la colle utilisée.

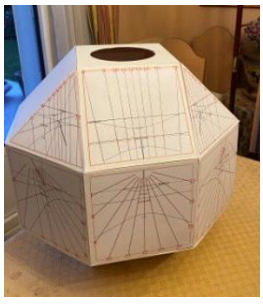
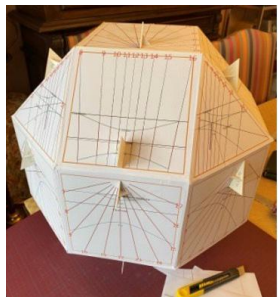


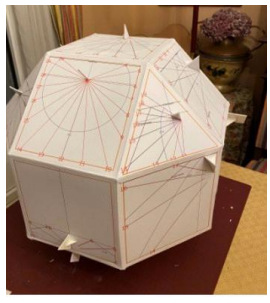




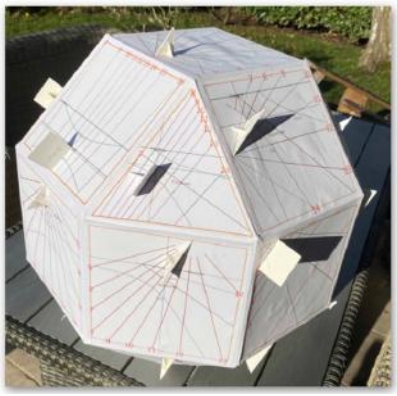
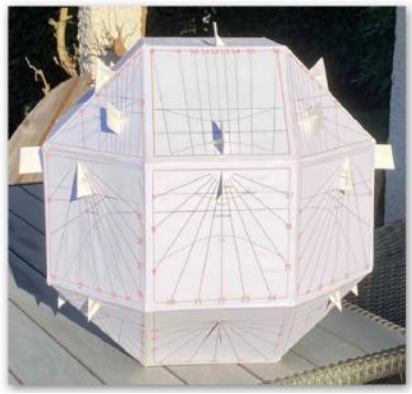
ÉTAPE 2 - Calcul de chaque cadran avec le logiciel VBA Excel (d'autres logiciels peuvent bien entendu être utilisés), en fonction de sa déclinaison gnomonique et de son inclinaison. A mettre à l'échelle : définir une échelle de 18 cm et réaliser tous les cadrans à cette échelle. Coller chaque figuration de cadran sur la bonne face : avoir de la rigueur !!!

ÉTAPE 3 - Rhombicuboctaèdre terminé, après collage avec colle à bois à prise rapide : éviter les bulles, lisser et surtout pas trop de colle à bien étendre....



ÉTAPE 4 - Rhombicuboctaèdre éclairé par le soleil d'hiver, beaucoup de faces ne sont pas éclairées et il nous faudra attendre l'été...

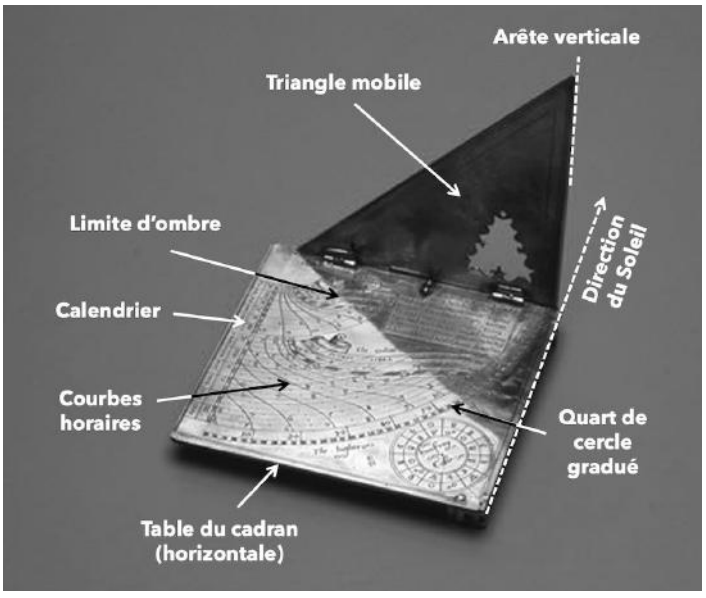
Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr), ingénieur, artiste, et gnomoniste a été présenté en détail dans le n°1 du magazine, section « Parole à un gnomoniste ».

UN CADRAN DE HUMPHREY COLE À DÉCOUPER

David Alberto

On doit ce cadran solaire de hauteur assez original à Humphrey Cole, un facteur d'instruments scientifiques actif dans la seconde moitié du XVIe siècle. Le *Science Museum* de Londres en possède un exemplaire original en argent.

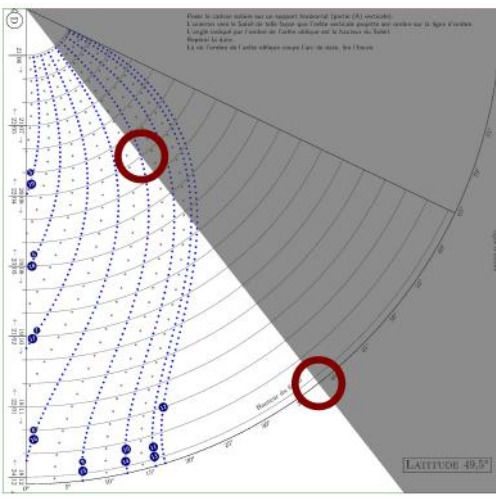
Il consiste en une table horizontale comportant un arc de cercle gradué de 0 à 90°, dans lequel figurent des courbes horaires. Sur l'un des côtés du quart de cercle se trouve un calendrier faisant correspondre des dates à des quarts de cercles de rayon différent. Un triangle, mobile autour d'un des côtés de la table peut être placé en position verticale. La conception de ce cadran implique que le triangle soit rectangle et isocèle : deux côtés de même longueur, correspondant au rayon du plus grand quart de cercle.



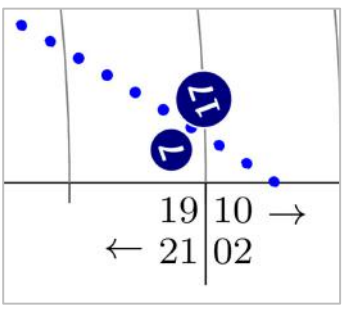
Le principe en est le suivant. On oriente le cadran vers le Soleil, et l'arête verticale du triangle projette alors son ombre sur la table horizontale. L'angle indiqué par la limite d'ombre sur les graduations est égal à la hauteur du Soleil. Pour lire l'heure, on repère le quart de cercle correspondant à la date du jour. Son intersection avec la limite d'ombre indique l'heure solaire sur le réseau de courbes horaires.

Les courbes horaires sont tracées comme sur un *cadran quart-de-cercle* s'utilisant verticalement avec un fil à plomb. Pour chaque date, on détermine la hauteur du Soleil pour les heures entières, et on reporte cet angle sur le quart de cercle. L'originalité réside ici dans le fait que la hauteur du Soleil – un angle défini verticalement – se trouve projetée sur la table horizontale par le triangle isocèle en surplomb.

Dans la version que je vous propose dans cet article, le quart de cercle le plus petit correspond au solstice d'été et le plus grand au solstice d'hiver (H. Cole a fait le choix inverse). Comme tous les cadrans de hauteur, celui-ci nécessite de savoir si l'on est le matin ou l'après-midi, puisque le Soleil atteint une hauteur donnée deux fois par jour. Il donne également les heures de lever et de coucher du Soleil en fonction de la date, par lecture directe et même par temps couvert !



Lecture, sur le cadran vu de dessus, de la hauteur du Soleil (cercle rouge du bas) et de l'heure solaire (cercle rouge du haut).



La courbe horaire 7h-17h, sur ce cadran tracé pour une latitude de 49,5° atteint le bord du cadran (hauteur 0°) aux alentours du 24 octobre et du 16 février. À ces dates, le Soleil se lève donc vers 7 h et se couche vers 17 h.

Sur le triangle du cadran que je vous propose d'imprimer et de découper, j'ai ajouté un graphique d'équation du temps, qui vous permettra de retrouver l'heure légale de la montre à partir de l'heure solaire.

La lecture de la table d'un tel cadran est propice à divers commentaires d'ordre pédagogique sur la hauteur du Soleil au cours de la journée et de l'année :

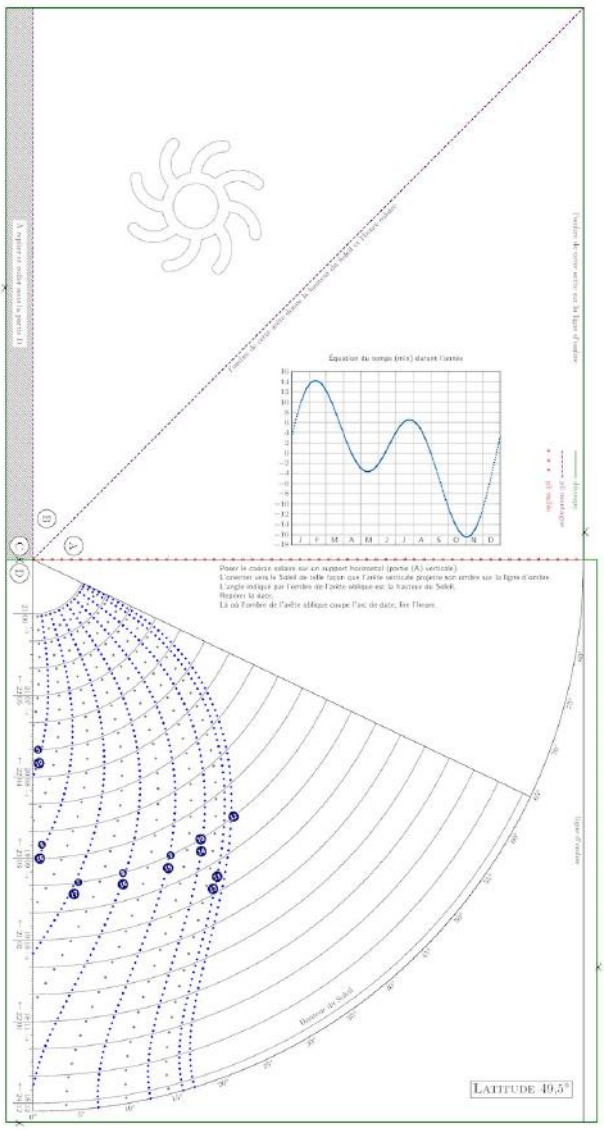
- l'angle utile maximal donne la hauteur du Soleil à midi le jour du solstice d'été : 60° à 70° en France métropolitaine. Quant à la hauteur méridienne au solstice d'hiver, elle est de l'ordre de 15° pour nos latitudes.
- on peut s'amuser à chercher à quelle heure en été le Soleil est à la même hauteur que le 21 décembre à midi.
- on remarque que la courbe horaire 6h-18h atteint le bord du cadran pour le 21 mars et le 22 septembre environ, c'est-à-dire aux équinoxes ; à ces dates le Soleil se lève à 6 h solaire et se couche à 18 h solaire (valable pour toute latitude).
- la courbe horaire 11h-13h est très proche de la courbe de midi, puisqu'à ce moment la hauteur du Soleil varie très peu (ce cadran, comme tout cadran de hauteur est donc imprécis autour de midi solaire).

Nous vous proposons de télécharger, via le lien https://bit.ly/3ueNwdw le tracé du cadran solaire correspondant à votre latitude. Nous mettons en fait à disposition les tracés pour les latitudes entières de 41 à 51°, ce qui couvre la France métropolitaine, la Suisse et la Belgique. A noter que pour une latitude inférieure à 49° (Rouen), la ligne 4h-20h ne figurera pas sur le cadran.

Après impression sur papier bristol, vous aurez besoin d'une paire de ciseaux, d'une pointe de compas (pour marquer nettement les plis), et de colle.

INSTRUCTIONS DE MONTAGE
(elles se retrouvent sur le cadran lui-même)

- Découper selon le tracé vert.
- Marquer les plis vallée et montagne (avec la pointe d'un compas).
- Plier le triangle A à 90° de la partie D.
- Plier la partie B et la coller contre le triangle A.
- Plier la partie C et la coller sous la partie D, en maintenant le triangle A relevé à 90° de D.
- Pour plus de rigidité, on peut coller la partie D sur un carré de carton fort.



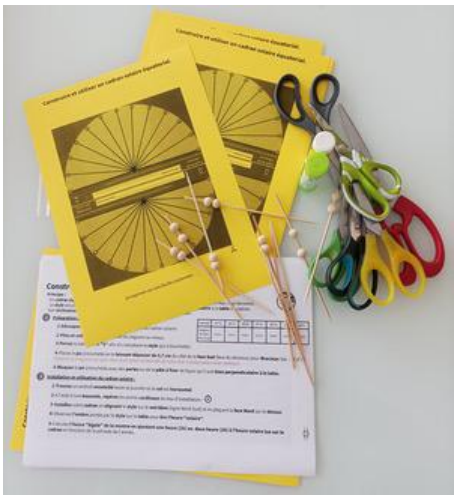
Professeur de physique-chimie en lycée, David Alberto (www.astrolabe-science.fr) s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA, en s'intéressant tout particulièrement aux instruments astronomiques anciens.

UN CADRAN SOLAIRE CLÉ EN MAIN POUR LA CLASSE

Joël Petit

L'activité proposée dans cet article s'inscrit dans une séquence pédagogique (voir articles parus dans les n°1 et 2 de ce magazine) réalisée avec des élèves de 6° (cycle 3). Elle est l'aboutissement des travaux menés par les élèves afin d'étudier et de comprendre le mouvement diurne de notre planète au travers de l'observation du mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée. Cette observation se fait, pour des raisons de sécurité évidentes, par l'intermédiaire de l'étude de la taille et du déplacement de l'ombre produite par un « gnomon » placée sur une rose des vents convenablement orientée.

Cependant, elle peut être proposée de manière indépendante et peut même constituer une activité amorçant de plus amples travaux autour de l'étude de la gnomonique et la réalisation de divers cadrans solaires. « Mais en fait, le gnomon c'est un peu comme un cadran solaire ! » est la remarque qui revient le plus souvent lorsque les élèves étudient l'ombre d'un gnomon au cours d'une journée. Cette remarque est généralement suivie d'un « frisson » qui parcourt l'assemblée à l'idée d'entrevoir le principe de cet objet fabuleux et « magique » qu'est un cadran solaire pour un enfant.







Après avoir expliqué qu'en effet, un cadran solaire fonctionne sur le même principe qu'un gnomon mais qu'afin de « lire l'heure », il faut faire quelques adaptations, comment faire autrement que de proposer la réalisation d'un tel objet scientifique en classe ? Dans le but de concilier appétence pour les sciences et contraintes liées à une programmation horaire raisonnable, le choix a été fait de proposer la réalisation d'un cadran solaire équatorial « clé en main » (voir Annexe).

La construction et la mise en œuvre de ce cadran solaire est prévue pour durer une séance de 30 minutes environ et ne nécessite que peu de matériel par élève : une pique à brochette en bois (10 cm), deux perles en bois, la table du cadran imprimée sur une feuille cartonnée, de la colle et des ciseaux.

Une fois le matériel distribué, la mise en œuvre est rapide (voir Annexe) et les élèves préparent, en quelques coups de ciseaux et de bâtons de colle, la table du cadran.

L'insertion du style ne nécessite guère plus de temps mais elle nécessite d'être accompagnée d'explications sur la longueur dont le style doit dépasser du côté de la face Sud du cadran. En effet, un cadran équatorial étant un cadran dont la table se situe dans un plan parallèle au plan de l'équateur, il est pédagogiquement intéressant de l'expliciter aux élèves.

Ainsi, la notion de latitude est rappelée aux élèves à l'aide d'un globe terrestre, rappel qui permet de revenir également sur les concepts d'axe des pôles et d'équateur terrestre.

Si les calculs permettant de relier les dimensions de la table, la latitude du lieu d'observations et la longueur dont le style doit dépasser face sud ne sont pas présentés aux élèves de 6°, un « mini » cadran peut être posé sur le globe afin de clarifier les choses.

Les élèves mesurent alors la « bonne » longueur dont le style doit dépasser du côté de la face Sud (voir Annexe pour les latitudes de la France métropolitaine).

Avant de mettre en place le cadran et de faire une première lecture d'heure au soleil, les élèves sont invités à réfléchir au « proverbe » (devise) qu'ils pourraient ajouter sur leur cadran. Certains proverbes sont présentés aux élèves (voir article du n°2 de ce magazine) afin qu'ils puissent s'en inspirer. Cette activité est très appréciée des élèves qui savent se montrer créatifs.

Quelques exemples de tels proverbes : « Ne sois pas en retard ! », « J'adore la vie alors mettez-moi au soleil », « Gare aux nuages ! », « Je passe vite, profite de ce que tu as ! », « Mets-moi au soleil », « Profitez de la vie, elle est courte ».

Enfin, le cadran solaire peut être installé, correctement orienté, dans un endroit horizontal et ensoleillé. La première lecture d'heure solaire est accompagnée et est l'occasion de tester la « fiabilité » du cadran solaire fabriqué.

Au cours de cette lecture, il est rappelé qu'il est nécessaire d'appliquer une correction pour obtenir l'heure légale (voir MOOC cadrans solaires à https://bit.ly/3330Kiz). Les élèves peuvent alors constater que leur réalisation indique bien, après correction, une heure proche de l'heure légale. Ce qui suscite de l'ébahissement auprès de certains, stupéfaits de pouvoir lire l'heure avec un dispositif d'une telle simplicité !

Il est à noter que la lecture, qui se fait selon la période de l'année, sur la face sud ou la face nord interpelle les élèves. Ce fait « surprenant », qui peut s'expliquer par la nature même du cadran construit (cadran équatorial), peut servir de situation déclenchante pour l'étude d'autres caractéristiques astronomiques de notre planète (inclinaison de l'axe de rotation de la Terre, angle entre le plan de l'écliptique et le plan de l'équateur, etc.).

ANNEXE

MODE D'EMPLOI ET CADRAN À DÉCOUPER FOURNIS AUX ÉLÈVES

Construire et utiliser un cadran solaire équatorial.

Principe :
Un **cadran équatorial** est un cadran solaire dont la **table** se situe dans un plan parallèle à l'équateur terrestre.
Le **style** est placé dans le **plan du méridien local (Nord-Sud)** et il est **perpendiculaire** à la **table** du cadran.
Son **inclinaison** par rapport au plan horizontal est égale à la **latitude** du lieu.

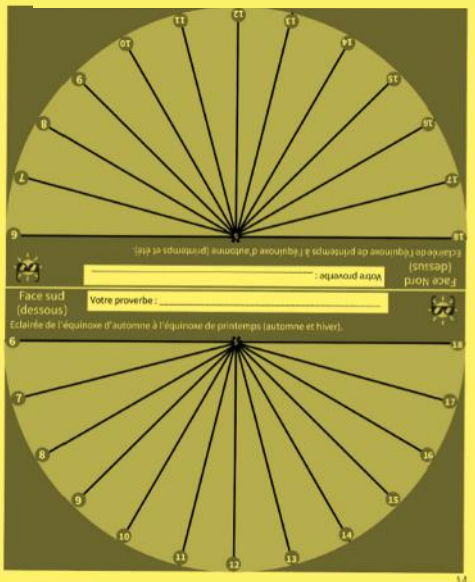
1 Préparation du cadran solaire :

Latitude	50° N	49° N	48° N	47° N	46° N	45° N	44°N
Longueur du style (face Sud)	3,3cm	3,5cm	3,6cm	3,7cm	3,9cm	4,0cm	4,1cm

1-Découpez les **tables** (face Nord et face Sud) du cadran solaire.
2-Pliez et collez les deux **tables** en les alignant au mieux.
3-Percez la table sur le **"S"** afin d'y introduire le **style** (pic à brochette).
4-Placez le **pic** à brochette en le **laissant dépasser de 3,7 cm** du côté de la **face Sud** (face du dessous) pour **Bracieux** (lat. : 47,5°N).
Adaptez la longueur du style (face Sud) selon la latitude de votre lieu d'observation (voir tableau).
5-Bloquez le **pic** à brochette avec des **perles** ou de la **pâte à fixer** de façon qu'il soit **bien perpendiculaire à la table.**

2 Installation et utilisation du cadran solaire :
1-Trouvez un endroit **ensoleillé** toute la journée où le **sol** est **horizontal.**
2-A l'aide d'une **boussole, repérez** les points **cardinaux** du lieu d'installation.
3-Installez votre **cadran** en **alignant** le **style** sur le **méridien** (ligne Nord-Sud) et en plaçant la **face Nord** sur le **dessus.**
4-Observez **l'ombre** portée par le **style** sur la **table** pour **lire l'heure "solaire".**
5-Calculez **l'heure "légale" de la montre en ajoutant une heure (1h) ou deux heure (2h) à l'heure solaire lue sur le cadran** en fonction de la période de l'année.

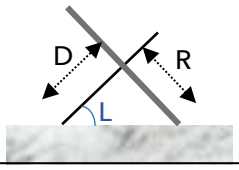
Construire et utiliser un cadran équatorial



(à imprimer sur une feuille cartonnée)

COMMENT TROUVER LA BONNE DISTANCE?

Un petit rappel trigonométrique pour déterminer, selon la latitude L, la distance D entre le centre C d'un cadran (de rayon R) et la table du cadran



$R \cos L = D \sin L$

donc $D = \frac{R}{\tan L}$

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

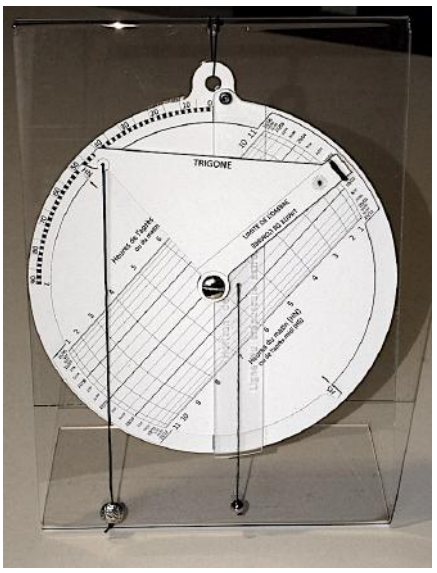
LA PAROLE À UN GNOMONISTE

Je suis venu à l'astronomie un peu par hasard, grâce à un collègue enseignant. Et je me suis tout de suite intéressé aux cadrans solaires, en particulier pour le côté mathématique (j'enseignais alors cette discipline). Je me suis amusé à trouver moi-même mes formules – calculs de déclinaison du Soleil, courbes diurnes, équation du temps… – pour ensuite dessiner des cadrans à la table traçante. C'était au tout début des années 80, au début de l'informatique dans les lycées. Tout ceci a débouché sur mon premier cadran en dur, le plus abouti, réalisé avec Paul de Divonne pour un observatoire amateur de la région dijonnaise et inauguré en 1991 : il s'agit d'un cadran donnant l'heure TU, donc corrigé de la longitude et de l'équation du temps. Pour éviter les courbes en huit dont la lecture n'est pas facile, nous avions réalisé deux cadrans, l'un utilisable en hiver et au printemps, l'autre en été et en automne.



Pierre Causeret présentant ses réalisations à une journée de la Commission des cadrans solaires (SAF) en 2019

Lorsqu'on essaie de partager sa passion et d'expliquer le fonctionnement d'un cadran solaire, on s'aperçoit que le sujet n'est pas simple pour le grand public. Pourquoi dans un cadran classique, le style doit-il être parallèle à l'axe de la Terre ? Pourquoi les graduations sur un cadran vertical ne sont-elles pas régulièrement espacées ? Je me suis alors intéressé aux maquettes permettant de comprendre la gnomonique en réalisant une exposition avec Bernard Simon pour le musée de Châtillon-sur-Seine à l'occasion de l'inauguration de leur méridienne rénovée. Je continue à utiliser régulièrement ces maquettes lors d'animations publiques.



La « sphère plate universelle » réalisée en découpe laser

Une fois que l'on a conçu un cadran solaire, il n'est pas toujours facile de le fabriquer proprement, en particulier lorsque l'on n'a pas l'outillage nécessaire. Et comme il se trouve qu'il existe une entreprise de découpe laser pas très loin de chez moi, j'ai décidé de me lancer dans de petites séries en créant au passage mon autoentreprise (ces réalisations sont présentées sur le site www.astromaquettes21.com). Ma première réalisation fut un cadran donnant directement l'heure légale que j'intitulais « montre cadran solaire ». Il s'agit d'un cadran équatorial avec une couronne réglable permettant d'intégrer le décalage en longitude ainsi que l'heure d'été et l'heure d'hiver. L'équation du temps est obtenue en projetant l'image du Soleil sur une courbe en 8. Ma seconde série fut un cadran de Pierre Apian (1495-1552) que m'avait fait découvrir Véronique Hauguel : « la sphère plate universelle ». Il s'agit d'un cadran de hauteur fonctionnant à n'importe quelle latitude, aussi bien dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. Une belle invention, pas très facile à manipuler pour avoir l'heure avec précision, mais d'une grande ingéniosité. J'espère trouver le temps à l'avenir pour réaliser d'autres cadrans.

Pierre Causeret (pierre.causeret@orange.fr)

LA PAROLE À UNE CADRANIÈRE



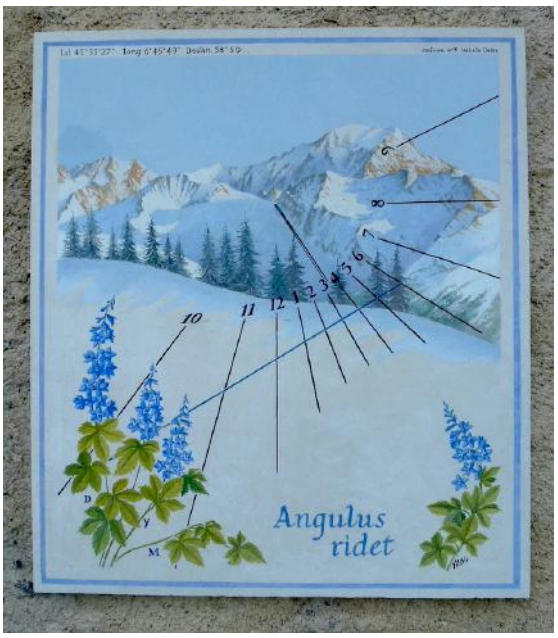
Je vis en Savoie (France), et plus précisément dans la superbe vallée de Peisey-Nancroix, dans le Parc national de la Vanoise. Artiste peintre, je réalise des aquarelles et des huiles et acryliques, mais aussi des illustrations, des affiches, des tables d'orientation, des décors architecturaux, des peintures murales, des trompe-l'œil et… des cadrans solaires.

Ayant suivi des formations sur la restauration des décors pour le patrimoine, j'ai toujours orienté mon métier sur ce qui me fait rêver, la nature, la poésie, la beauté. Le cadran solaire, par sa fonction, symbolise un temps révolu et le lien que nous avons avec l'Univers, il nous ramène au minuscule petit point que nous sommes. Son esthétisme ou sa simplicité témoigne de la vie des gens et c'est ce qui me touche.

En tant qu'artiste, je ne pouvais donc pas résister à l'envie d'en créer un et ma première expérience se concrétisa sur la maison de mes amis, au Noyeray en Savoie. Pour cela, j'ai lu et relu plusieurs ouvrages ; celui qui m'avait le plus aidée, « Midi au soleil », faisait la part belle à la géométrie, plus accessible pour moi que l'algèbre !

Un enduit à la chaux, des relevés sur place, des tracés, un décor, la mise en place du style, une devise et voilà le « premier-né » d'une quinzaine, dont le second fût celui de ma maison pour lequel j'avais entretemps un peu amélioré la précision.

Ma plus belle restauration est celle des cadrans ouest et est du Carmel du Reposoir en Haute-Savoie. Ces derniers, très dégradés, n'avaient plus de styles, les décors, les lignes horaires et les chiffres étaient partiellement effacés. La restauration des décors ayant été confiée à l'une de mes collègues, mon travail fût de restituer le fonctionnement des cadrans ce qui me semblait techniquement compliqué : il me manquait des connaissances et mon intervention n'aurait pu tolérer aucune erreur… C'est ainsi que j'ai demandé une assistance auprès de la Commission des cadrans solaires et que Gilbert Vincent, qui est physicien, a accepté de m'aider. Une riche expérience technique pour l'un et l'autre car les deux cadrans fonctionnent de façon synchronisée avec le troisième qui est plein sud.



En Savoie, les cadrans sont souvent très sobres et, connaissant la richesse des décors de ceux du Queyras peints par les cadraniers venus du Piémont, l'envie de laisser mon empreinte d'artiste était forte.

Mon cheminement dans le monde des cadrans est passionnant, j'apprends à chaque fois un peu plus et j'espère que d'autres projets suivront.

Isabelle Desse
desseisabelle28@gmail.com
https://www.isabelledesse.com/

Cadran réalisé par Isabelle Desse à Peisey-Vallandry en Savoie

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

Ce cadran figure dans le *Guinness des records* en tant que *Cadran solaire le plus cher du monde*. Il est situé à Yanggu en République de Corée, un pays réputé pour ses cadrans solaires, notamment de type hemispherium. Il aurait coûté près de 600 000 €, sa réalisation nécessitant plus de 4 kilos d'or et 8 tonnes de bronze...



UNE CARTE POSTALE

Un cadran solaire accompagné d'un trompe-l'œil représentant le cadranier achevant de peindre son œuvre (Musée du temps, Briançon, France). Elle fait partie d'une collection de cartes postales que l'on peut envoyer gratuitement par email depuis https://bit.ly/3zsk1pd.



UN TIMBRE

Un timbre de la République démocratique allemande (RDA) émis en 1983 (datant donc d'avant l'unification allemande de 1990), représentant un cadran horizontal de table du début du XVIIe siècle.

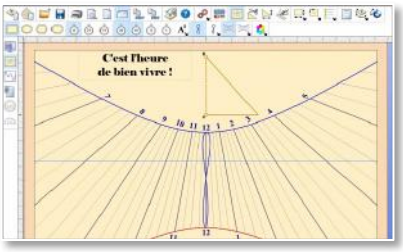


UNE VIDÉO

Les Vikings ont-ils utilisé, il y a plus de 1000 ans, un compas solaire (et une pierre de Soleil) pour leurs expéditions vers le Groenland et le continent américain? Une enquête résumée dans cette courte vidéo (moins de 4 min) du MOOC cadrans solaires (et une ressource pédagogique éventuelle). Flasher le QR code ci-contre ou aller à l'adresse https://bit.ly/3pYQrVu



ZOOM SUR...



UN LOGICIEL

Comment ne pas mettre en avant dans cette rubrique le logiciel Shadows de François Blateyron qui permet le calcul et le tracé de cadrans solaires de différents types et est utilisé par de très nombreux amateurs et professionnels. Il est conçu pour les plateformes Windows 10, 8.x, 7 et Vista, même s'il est possible, avec un émulateur, de le faire tourner sous Linux et Mac OS. Il est payant mais une version gratuite est proposée, offrant déjà un bel ensemble de fonctionnalités https://bit.ly/3mXsQCt.



UN LIVRE

Ce livre vient d'être édité, à l'occasion de son 50ème anniversaire, par le groupe d'experts spécialisé dans les cadrans solaires (Fachkreis Sonnenuhren), de la Société allemande de chronométrie (Deutsche Gesellschaft für Chronometrie). Un livre plein de souvenirs, de projets, de réalisations. Un grand bravo à ce groupe https://bit.ly/3JIrDc4 pour sa longévité et pour son importante contribution à la science et au développement des cadrans solaires en Allemagne et au-delà !

UNE FORMULE

sin HS = sin DS sin LAT + cos DS cos LAT cos AH
tan AS = sin AH / (sin LAT cos AH – cos LAT tan DS)

avec
DS : déclinaison du Soleil
LAT : latitude du lieu
AH : angle horaire du Soleil

Une ou plutôt deux formules essentielles permettant à tout instant de calculer les deux angles déterminant la position du Soleil dans le ciel : son azimut AS (variant de -180° à 0° vers l'est et de 0° à +180° vers l'ouest) et sa hauteur HS (variant de 0° à 90° lorsque le Soleil est au-dessus de l'horizon).



UNE DEVISE

Mind your business (occupe-toi de tes affaires)

Cette « devise » figurait sous un cadran solaire au centre des premières pièces de monnaie émises à la fondation des États-Unis d'Amérique, en 1776.

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

UN CADRAN SOLAIRE SUR UN MUR NORD

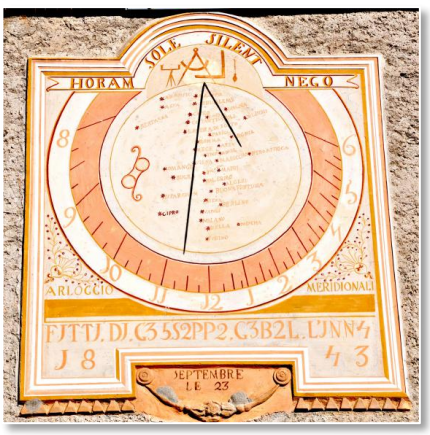
Un ami, résidant près de Genève en Suisse, a appris votre passion naissante pour la science des cadrans solaires et est épaté. Il vous demande de lui fournir le tracé d'un cadran solaire, auquel il donnera vie sur une des façades de sa maison. Mais il y a un problème… Le mur plein sud n'est pas utilisable car il est toujours à l'ombre des arbres qui ont beaucoup poussé dans le jardin depuis la construction de la maison. Même situation pour les murs plein est et plein ouest… Seul le mur plein nord, dégagé de tout obstacle, peut faire l'affaire. Vous vous apprêtez donc à tracer sur le mur nord un cadran solaire classique, tel qu'évoqué dans le MOOC cadrans solaires https://bit.ly/3po9R6c, avec son style parallèle à l'axe des pôles. Mais outre que le style sera « à l'envers » (il pointera vers le pôle nord céleste !), ce qui pourra paraître pour le moins curieux à votre ami, le cadran solaire ne fonctionnera au mieux que 2 heures matin et soir autour du solstice d'été (lorsque le Soleil se lève et se couche respectivement au nord-est et au nord-ouest) ! L'ami risque d'être déçu et votre réputation naissante un peu écornée… Que faire pour concevoir un cadran solaire qui fonctionnera toute l'année et épatera réellement votre ami ? (merci à Yves Opizzo yves@opizzo.de d'avoir suggéré cette devinette !)



UNE ÉNIGME

UNE MYSTÉRIEUSE SIGNATURE…

Sauriez-vous déchiffrer la curieuse signature **FJTTJ DJ G35S2PP2 G3B2L L'JNN4 J843** placée au bas du beau cadran solaire de l'église du hameau d'Entraigues, à Saint-Jean d'Arves en Savoie (France), un cadran solaire étudié dans l'ouvrage « Le rêve d'une ombre » (Burillier – 2007) de Paul Gagnaire et Yves Opizzo.



JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

PLUS GRAND QUE SON OMBRE…

David Alberto avait récemment, dans un de ses posts Twitter (@David_Alb_astro), posé la question suivante : *quand l'ombre de votre silhouette sur le sol (supposé horizontal) est-elle plus grande que votre taille ?*

Saurez-vous résoudre simplement ce problème?



UN TEST RAPIDE

A PROPOS DE GNOMONS…

Un gnomon ? Cette tige qui, bien sûr, indique sur un cadran solaire l'heure par son ombre. Oui mais, pas que… Sauriez-vous trouver la bonne réponse aux questions suivantes ?

Qu'est-ce qu'un gnomon d'or?

- Un triangle aux proportions particulières?
- Le prix décerné chaque année au lauréat du concours cadrans solaires de l'association mondiale des gnomonistes (IGA)

La chirognomonie est…

- L'étude du caractère d'une femme ou d'un homme par l'examen de l'aspect de ses mains
- La possibilité, en tenant un gnomon perpendiculairement à la paume de sa main, d'y lire l'heure solaire en dirigeant la main vers le sud

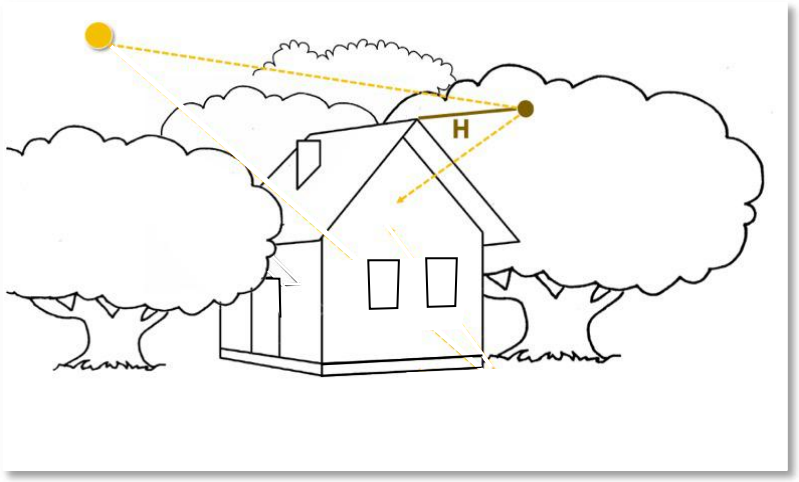
Un gnomon est aussi…

- Un petit rongeur (*el gnomon*) que l'on trouve dans les forêts amazoniennes
- Une figure géométrique permettant de résoudre une équation du second degré

SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

Une devinette

Pour réaliser un magnifique cadran solaire qui indiquera l'heure toute l'année sur un mur nord (dans l'hémisphère nord), il suffit simplement de… concevoir un cadran solaire à réflexion ! Le miroir (de forme quelconque mais de taille réduite de préférence afin que la tâche apparaissant sur le mur soit la plus lisible possible) pourra être installé près de la toiture au bout d'une tige de longueur H perpendiculaire au mur nord. La valeur de H devra être choisie, ainsi que celle de l'inclinaison du miroir (d'un miroir vertical à un miroir légèrement) selon la partie du mur sur laquelle seront tracées les lignes horaires. Quant au tracé de ces lignes horaires, l'article consacré aux cadrans à réflexion dans le numéro 2 du magazine vous aidera !



Une Énigme

Le cadranier était probablement un amateur de messages chiffrés… De toute évidence le cryptogramme FJTTJ DJ G35S2PP2 G3B2L L'JNN4 J843 ne comporte pas de voyelles. L'idée peut venir alors de remplacer les chiffres par des voyelles, avec logiquement et simplement A pour 1, E pour 2, I pour 3, etc. cela donne FJTTJ DJ GIUSEPPE GIBEL L'JNNO J843. Seuls les J restant à remplacer, mais on peut finalement deviner FATTA DA GIUSEPPE GIBEL L'ANNO 1843, une signature en italien (la Savoie n'a été remise à la France qu'en 1860 par le Traité de Turin). Cette phrase se traduit en français par « faite par Giuseppe Gibel en l'an 1843 », le mot « cadran solaire » en italien (*meridiana*) étant de genre féminin, mais que l'on traduira finalement, puisque l'on parle de cadran solaire ici, par :

Fait par Giuseppe Gibel en l'an 1843

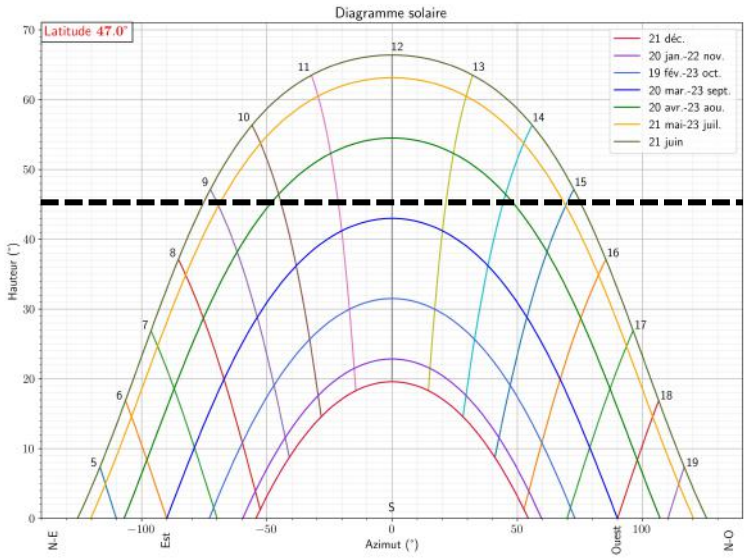


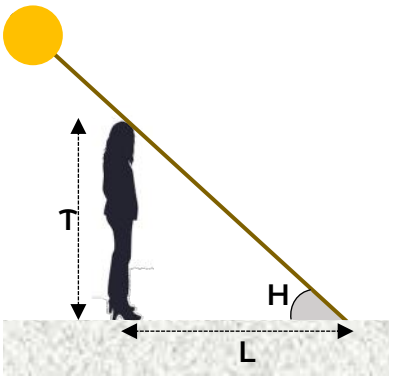
SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

En fait, dans son post, David Alberto avait rendu plus facile le problème en l'illustrant du diagramme ci-dessous (à gauche) donnant les valeurs de la hauteur et de l'azimut du Soleil tout au long de l'année (pour une latitude donnée, ici 47°N). Or le schéma ci-dessous à droite permet de déduire que l'ombre de la personne sera plus grande que sa taille lorsque la hauteur du Soleil H sera inférieure à 45°. Pour savoir quand votre ombre sera plus grande que votre taille, il suffira donc de tracer le diagramme ci-dessous pour votre latitude (à l'aide par exemple de l'application en ligne https://bit.ly/3f3pPw2) et de tracer une droite horizontale (ici en pointillés) pour H = 45°. Pour toutes les dates et heures figurant sous cette droite L sera plus grand que T !

Et Yvon Massé (ymasse2@wanadoo.fr) ajoute judicieusement qu'une publication scientifique a montré que lorsque la hauteur du Soleil est inférieure à 45° les rayons UV sont suffisamment bloqués par la couche d'ozone et que des coups de soleil ne sont plus à craindre. Observez donc la longueur de votre ombre avant d'avoir recours à votre crème solaire…

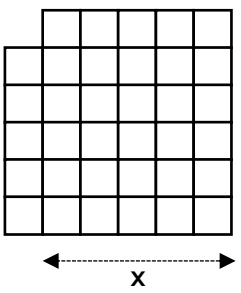




UN TEST RAPIDE

Les bonnes réponses sont :

- **Un gnomon d'or** est un triangle isocèle dans lequel la longueur du « côté double » est égale à la longueur du « côté base » multipliée par le nombre d'or (soit environ 1,618)
- **La chirognomonie** est l'étude du caractère d'une femme ou d'un homme par l'examen de l'aspect de ses mains (c'est en quelque sorte la chiromancie sans sa dimension divinatoire)
- **Un gnomon est aussi…** une figure géométrique permettant de résoudre une équation du second degré. Un gnomon est en fait un parallélogramme amputé à l'un de ses bords. Si l'on considère l'équation $x^2 + 2x = 35$ par exemple, et le carré amputé ci-contre où x représente la longueur de 5 petits carrés, on retrouve dans ce carré amputé l'équation en question. Donc x = 5 ! Vous pouvez maintenant penser à d'autres équations similaires à résoudre ainsi…



CONCOURS « CADRANS SOLAIRES POUR TOUS » 2022

Nous sommes heureux de vous annoncer le lancement d'un concours **ouvert à tous** et nous espérons que vous serez très nombreux à y participer, que vous soyez curieux, amateurs ou professionnels. Afin que tous puissent y participer, nous avons choisi **4 catégories** possibles de cadrans :

- **Le cadran le plus petit du monde** (un record a été établi par l'Italien Giuseppe Ferlenga en 1999, réalisant un cadran solaire de 4mm x 6,5mm : record à battre !).
- **Le cadran le plus simple** à offrir à (et à comprendre par) un enfant.
- **Le cadran le plus 'écologique'**, utilisant uniquement les objets du quotidien, des matériaux de récupération, bref tout ce que vous n'aurez pas à acheter…
- **Le cadran le plus gourmand** (comestible et appétissant !)

Vous le voyez par le choix de ces catégories : le concours ne s'adresse pas uniquement aux scientifiques ou professionnels confirmés mais réellement à tous. **Lancez-vous !**

Votre candidature devra être envoyée par email **avant le 31 mai** à l'adresse contact@cadrans-solaires.info et devra être accompagnée :

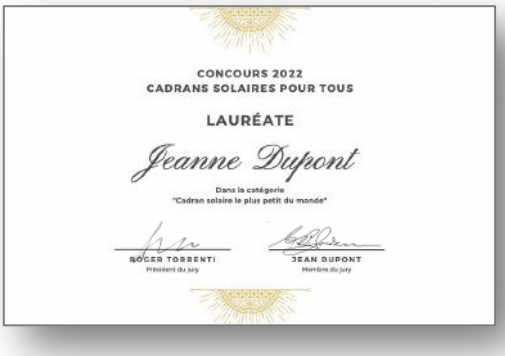
- du prénom et du nom du créateur / de la créatrice (et de son âge s'il s'agit d'un enfant),
- d'une description brève du cadran réalisé (matières / matériaux utilisés, étapes de réalisation, dimensions, principe de fonctionnement, etc.) et du choix de la catégorie, parmi les 4 listées ci-dessus, dans laquelle vous concourrez,
- d'une ou plusieurs photos permettant de visualiser la création,
- d'une phrase autorisant la publication de ces informations dans le magazine « Cadrans solaires pour tous ».

Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine, à l'exception bien entendu de ceux qui, parmi ces membres, souhaiteraient éventuellement participer au concours, se réunira début juin 2022 et sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés dans le n°4 du magazine « Été 2022 » à paraître mi-juin.

Chaque lauréat verra sa création présentée dans le magazine et recevra un diplôme certifiant son statut de « Lauréat 2022 du concours Cadrans solaires pour tous ».

Pour le cadran le plus petit du monde, il sera présenté à *Guinness World Records*.

Nous comptons sur la participation du plus grand nombre, en France, dans le monde francophone, et au-delà.





CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 2 : Document Wikimedia Commons (Fichier Sundial et Brno Observatory 2.jpg - Auteur Jaroslav A. Polak - Licence CC Attribution 4.0)
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 6 et 7 : Photos et illustrations Philippe Chantant
- Page 9 : Photos Claude Gahon
- Page 11 : Photo et illustrations Celtic Wizard
- Pages 12 et 13 : Photos Lv Chuanyi, Guo Yanmai et Zhang Qiaoling
- Page 15 : Photo Yves Opizzo
- Pages 16 et 17 : Photos et illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 18 et 19 : Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : 1858 – Gagniet (d) Quartely (g) – Cours de Physique (A. Ganot).jpg - Auteur Gagniet et J. Quartley – Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Fichier : Église_Saint-Jérôme_de_Toulouse_-_Nef_et_Choeur.jpg - Auteur Didier Descouens – Licence CC Attribution – Share alike 4.0)
- Pages 20 et 21 : Illustration Pierre-Louis Cambefort – Document Wikimedia Commons (Fichier : [[File:Cadran solaire Mont Sainte Odile.jpg|Cadran_solaire_Mont_Sainte_Odile]] – Auteur Shloren – Licence CC Attribution-Share Alike 4.0) – Document Wikimedia Commons (Fichier : DSC03151.jpg - Auteur Daderot - Licence CC0 don universel au domaine public) – Photos Pierre-Louis Cambefort
- Pages 22 et 23 : Illustrations David Alberto – Photo sciencemuseumgroup.org
- Pages 24 et 25 : Photos et illustrations Joël Petit
- Page 26 : Photos Pierre Causeret
- Page 27 : Photos Isabelle Desse
- Pages 28 et 29: Photo Pinterest Luxurylaunches – Photo du site www.photos-provence.fr – Photo Roger Torrenti – Copie d'écran du site www.shadowspro.com – Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Fichier : [[File:1776 Continental Currency dollar coin obverse.jpg|1776_Continental_Currency_dollar_coin_obverse]] – Domaine public)
- Page 30 : Illustration Roger Torrenti – Copie d'écran du site www.sja73.com
- Pages 31 à 33 : Photo et illustrations Roger Torrenti
- Page 35 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Gnomon-N 781-P5260352-black.jpg - Auteur Rama – Licence CC Attribution-Share Alike 3.0 fr)
- Page 36 : Photos Lv Chuanyi, Guo Yanmai et Zhang Qiaoling

Ci-dessus : règle en L datant de 1400-1350 av. J.-C. (département des antiquités égyptiennes du musée du Louvre). Tenue horizontalement et orientée successivement vers l'est puis vers l'ouest, elle permettait de marquer les heures du matin et de l'après-midi d'après la position de l'ombre de la petite partie du L sur la partie graduée de la règle.

Page suivante : ces photos sont celles représentées en vignettes dans l'article des pages 12 et 13 relatif à l'histoire des cadrans solaires en Chine. De gauche à droite et de haut en bas: le cadran découvert sur le site archéologique du xian de Togtoh ; le cadran du palais de Pékin ; le cadran découvert en 1976 à Xi'an ; le cadran du palais impérial de Shenyang ; le cadran de Qi Yanhuai reconstitué.











ISSN 2804-8695

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 4 - Été 2022 - 9€



LE CADRAN SOLAIRE LE PLUS PETIT DU MONDE



SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	4
Résultats du Concours Cadrans solaires pour tous 2022	6
Installer le premier cadran solaire de la colonie martienne… – Roger Torrenti	8
L'équation du temps visitée autrement – Yves Opizzo	10
De petits évènements et de belles rencontres – Michel Lalos	12
Les cadrans solaires d'Alsace – Hervé Staub	14
S'orienter avec une montre à aiguilles… - Bernard Trévisan	16
Le mystère du jambon italien – Roger Torrenti	18
Enquête sur un timbre intitulé « Cadran solaire » - Anne-Marie Louis	20
Les cadrans à heures temporaires – Pierre-Louis Cambefort	22
Ombre, pénombre et précision – Yvon Massé	24
La parole à une gnomoniste – Maria Luisa Tuscano	26
La parole à un cadranier – Joseph Auvray	27
Zoom sur…	28
Jeux et énigmes	30
Solution des jeux et énigmes	32
1, 2, 3, Soleil !	34

Ci-dessus : Coucher de soleil vu du cratère martien Gusev par le rover Spirit. Et si l'on construisait le premier cadran solaire de la future colonie martienne ? Voir article page 8…

Photo de couverture

Le «MicroDial», cadran solaire proposé par Woodruff T Sullivan sundial@uw.edu, de l'université de Washington à Seattle (États-Unis) et Jeremy Robinson, de l'US Naval Research Laboratory à Washington DC, lauréats du « Concours cadrans solaires pour tous 2022 » dans la catégorie « Cadran le plus petit ». Le cadran est réalisé à partir d'une lamelle porte-objet de laboratoire de 100 µm (0,1 mm) d'épaisseur. La face supérieure de la lamelle est équipée d'un masque opaque dans lequel un orifice de 10 µm (0,01 mm) a été aménagé. Celui-ci permet aux rayons solaires de pénétrer jusqu'à la lame inférieure et d'y indiquer l'heure solaire (le tracé – précis - du cadran tient compte de la réfraction de la lumière dans la lamelle). Le capteur d'un appareil photo numérique est placé directement sous la lamelle, l'image du tracé du cadran peut alors être plus facilement observée (et l'heure lue) sur un écran ou un ordinateur (liaison USB avec le capteur). Une présentation détaillée de ce cadran (en anglais) peut être téléchargée à l'adresse https://bit.ly/3t19uPQ. Une animation gif (parcours de la tâche lumineuse au fil des heures) est en outre disponible à l'adresse https://bit.ly/3LTHCDN.

ÉDITORIAL

Nous espérons que vous apprécierez les articles, les actualités, les énigmes, les jeux, et les « Zoom sur… » de ce numéro 4, qui clôt la première année d'existence du magazine. N'hésitez pas à nous faire part (email au bas de la page) de toute remarque ou suggestion susceptible de rendre ce magazine encore plus proche de vos attentes, et n'hésitez pas à nous proposer des thèmes à traiter, voire des articles que vous seriez prêts à publier.

Ce numéro est bien entendu particulier car il dévoile les lauréats du « Concours cadrans solaires pour tous 2022 ». Nous avons reçu de nombreuses candidatures provenant de France et de nombreux pays, et ce, pour les 4 catégories annoncées : le cadran le plus petit, le plus gourmand, le plus écologique, le plus simple. Nous tenons à remercier chaleureusement et à féliciter tous les candidats, lauréats ou non, pour le temps qu'ils ont passé, pour l'imagination et l'enthousiasme dont ils ont fait preuve et pour avoir accepté de rendre publiques, via ce magazine, leurs propositions.

Découvrez les lauréats du concours en page 6 et 7 et bonne lecture à tous !

Roger Torrenti

Responsable de publication
Auteur du MOOC cadrans solaires
https://www.cadrans-solaires.info/lauteur/

> *Le MOOC Cadrans solaires*
>
> *Depuis son lancement en 2018, ce cours (ou formation) en ligne libre et gratuit, accessible à tous, a rencontré un large public, notamment dans le milieu enseignant et parmi le grand public, et ce dans l'ensemble du monde francophone. Plus d'un million de sessions sur le site du MOOC et 50 000 vues sur la chaîne YouTube associée au MOOC… Des chiffres qui ont encouragé l'auteur du MOOC à accompagner le MOOC du présent magazine. Pour accéder au MOOC, rendez vous à www.cadrans-solaires.info.*
>
> *Ne manquez pas le prochain numéro !*
>
> *Pour être informé de la parution du prochain numéro de ce magazine, suivez le fil Twitter @MOOC_CS et inscrivez-vous sur le forum du MOOC où vous pourrez échanger avec d'autres curieux ou passionnés, découvrir leurs questions et leurs réalisations. Pour vous inscrire à ce forum, rendez vous à https://bit.ly/3itRxUf.*

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence Creative Commons BY-NC-SA (sauf mention contraire). Il est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France. Contact : contact@cadrans-solaires.info

Dépôt légal: juin 2022 - ISSN 2824-057X



Comité éditorial
Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Anne-Marie Louis, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit et Roger Torrenti.

ACTUALITÉS

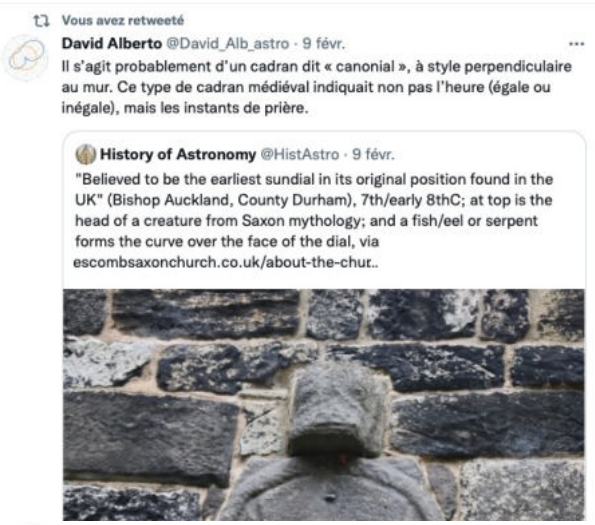
C'est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.









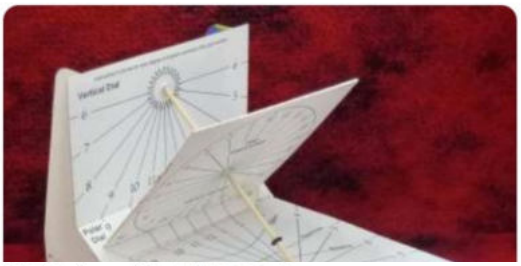






MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 23 mars

La North American Sundial Society #NASS @fwsawyer3 met à disposition gratuite de toutes et tous de très intéressants cadrans solaires à découper (notices en anglais) Profitez-en! sundials.org/index.php/teac… @CLEAstro @AFondlaScience @Sciences_Ecole



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18 avr.

Très belle photo de l'analemme chère aux amateurs de cadrans solaires et représentant l'équation du temps. Elle est souvent tracée autour de la ligne de midi et permet de passer de l'heure solaire vraie à l'heure solaire moyenne

> **Steven Lucy** @slucy · 13 avr.
>
> If you photograph the sun every few days for a year at local clock noon, this is what you get.
>
> The sun is higher in the sky in the summer, lower in the winter. But it also moves left to right. This is the disagreement between the sundial and the clock…
>
> Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 28 févr.

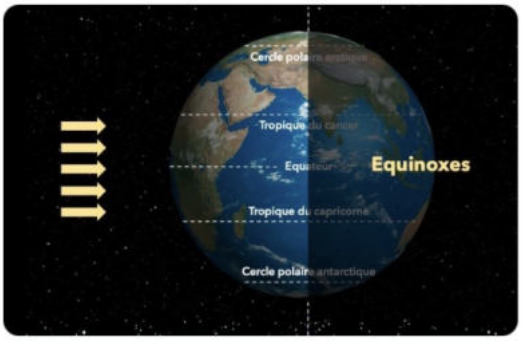
Un cadran solaire de type scaphé si répandu en Corée (celui-ci date de la fin du XIXe siècle et est en ivoire)

> **History of Astronomy** @HistAstro · 28 févr.
>
> Portable Korean sundial made of ivory with the 24 divisions of the year inscribed; Chinese characters inscribed tell us that it was made by a person named Gang Geon in the fall of 1873; Gyeonggi Provincial Museum, South Korea, via artsandculture.google.com/asset/sundial-…



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 20 mars

C'est aujourd'hui l'équinoxe de printemps et, comme pour l'équinoxe d'automne, c'est un jour un peu particulier où en tout endroit de la Terre, les journées et les nuits sont d'égale durée : 12 h (sauf aux pôles bien sûr où le Soleil est sur la ligne de l'horizon pour 24h)



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 21 avr.

Ce cadran équatorial reste très précis malgré la décision d'adopter définitivement l'heure d'été aux USA: c'est simplement l'homme qui vit moins harmonieusement avec le Soleil…

> **Save Standard Time** @SaveStandard · 16 avr.
>
> Denver's historic Cranmer Park Sundial would appear forever inaccurate by permanent Daylight Saving Time. Tell state senators to vote NO on HB-1297! @ParkPeopleDen @denverparksrec #COLeg #DaylightSavingTime



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 12 avr.

Bravo aux professeurs d'avoir prévu une intéressante réalisation par des élèves lors de la visite de ce beau site

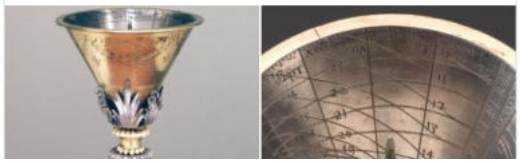
> **collège DE LEUSSE LA LONDE-LES-M…** @CollegeLaLo… · 24 mars
>
> Dans le cadre du PEAC à travers un EPI, 76 élèves de 5° ont fait une visite guidée de l'Abbaye du Thoronet. Découverte de l'architecture de l'Abbaye et participation à un atelier sur la vie des moines au Moyen-Âge avec réalisation d'un cadran solaire.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 28 févr.

C'est l'ombre de l'extrémité de la tige verticale au centre de cette coupe du XVIe siècle qui permet de lire différentes heures tracées à l'intérieur

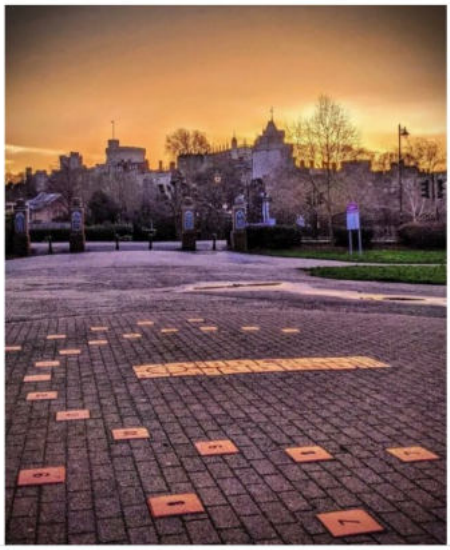
> **History of Astronomy** @HistAstro · 21 févr.
>
> South German cup (scaphe or goblet) sundial dated 1596 for latitude 42 degrees, showing equal, temporal and Italian hours @sciencemuseum collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co807/…



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 28 févr.

Un belle photo du cadran analemmatique de Windsor en Angleterre

> **MyRoyalBorough** @MyRoyalBorough · 24 févr.
>
> The human sundial in Alexandra Gardens, #Windsor captured by @windsoretonphotoart
>
> Thank you for sharing this #beautiful shot! Share your photos with us to be featured, tag us at #MyRoyalBorough.



RÉSULTATS DU CONCOURS 2022

Comité éditorial

Un jury, composé des membres du comité éditorial du magazine *Cadrans solaires pour tous* (noms et photos ci-dessus) s'est réuni le 4 juin 2022 afin de désigner les lauréats du concours *Cadrans solaires pour tous 2022* lancé officiellement avec le n°3 du magazine.

La qualité et l'esprit créatif des candidatures reçues ont réellement impressionné le jury, qui tient à féliciter chaque candidat pour ses efforts. Le choix a été très difficile… Le jury est cependant parvenu aux résultats suivants.

CADRAN LE PLUS PETIT



Le jury a eu beaucoup de mal à départager les candidats, les réalisations soumises étant vraiment remarquables. Ce sont cependant les Américains **Woody Sullivan & Jeremy Robinson** qui ont été déclarés lauréats, ayant indiscutablement conçu et réalisé le cadran solaire le plus petit du monde (photo de couverture et description en page 2). Ce cadran sera proposé au Guinness World Record.





Une mention spéciale du jury a en outre été décernée à l'artiste russe **Vladimir Aniskin** et à l'artiste taiwanais **Chen Forng-Shean**, qui ont chacun réalisé un cadran également très petit dont la photo figure au dos du magazine et la description en page 35.



Le jury a également tenu, par un accessit, à saluer l'originalité du double cadran solaire installé sur un vélo de 5 x 9 cm conçu par le cadranier italien **Gino Bressan** (photo et description page ci-contre) .

CADRAN LE PLUS ÉCOLOGIQUE



Le cadran proposé (photo et description page ci-contre) par le japonais **Haruyuki Okuda** (hr-okuda@ra3.so-net.ne.jp), membre de la société japonaise des cadrans solaires (https://sundial.stars.ne.jp), a été déclaré lauréat dans cette catégorie.





Le jury a également tenu à décerner une mention spéciale au cadran proposé par l'allemande **Monika Lübker** (info@sonnenuhren-birkenau.de), de la société des cadrans solaires de Birkenau, le village revendiquant la plus grande densité de cadrans solaires. C'est un cadran réalisé en fait par **Werner Kilian**, qui a installé sur une plaque de plexiglas 800 capsules permettant de réaliser un cadran solaire (https://bit.ly/3xjy01c). Une mention spéciale a été également décernée au hollandais Thibaud Taudin Chabot (mail@chabot.freedom.nl) qui a proposé un cadran vertical réalisé sur un vitrage ou sur le garde-corps transparent d'un balcon (voir https://bit.ly/38OVDoS) .

CADRAN LE PLUS GOURMAND



A été déclaré lauréat le cadran proposé (photo et description page ci-contre) par la française **Alix Loiseleur des Longchamps.**





Une mention spéciale a été décernée par ailleurs à la française **Audrey Susset** pour son « cadran solaire horizontal en gâteau » (voir https://bit.ly/3Mk8Dkd) ainsi qu'à l'autrichien **Kurt Descovich,** membre de l'association gnomonique autrichienne GSA (https://www.gnomonica.at/) pour le gâteau confectionné par **Alois Ledl** et **Monika Eibensteiner** lors de l'inauguration du cadran solaire que Kurt Descovich (kd-teletec@medek.at) a conçu et installé à Allentsteig en Autriche (et que le cadran gourmand reproduit – voir https://bit.ly/3zgOngi).

CADRAN LE PLUS SIMPLE



Le jury a désigné comme lauréat dans cette catégorie le cadran (photo et description page ci-contre) simple, mais aussi gourmand et écologique, proposé par le gnomoniste français **Joël Robic** (robic.joel@wanadoo.fr).

Catégorie « Cadran le plus petit » (Accessit)

Gino Bressan propose un vélo de 9 x 5 cm dont le cadre est incliné parallèlement à l'équateur terrestre (donc d'un angle par rapport au sol égal à la colatitude du lieu). On retrouve logiquement un cadran équatorial au niveau de la roue arrière (dans le plan du cadre) et une méridienne au niveau de la roue avant perpendiculaire au cadre (un double rayon parallèle à l'axe de rotation terrestre est conservé pour porter ombre sur la roue, au bas de laquelle sont gravées les marques des solstices et celle des équinoxes).





Catégorie « Cadran le plus Écologique » (Lauréat)

Le cadran proposé par Haruyuki Okuda est réalisé à partir d'un disque CD dont on n'a plus l'utilité. Il permet de lire l'heure solaire selon la direction de la frange d'interférences apparaissant dans la direction du Soleil. La boîte du CD sert de support à ce cadran sans style et est bloquée bien entendu à la latitude du lieu. On colle un autre disque au dos de celui que l'on aperçoit sur la photo pour permettre la lecture de l'heure de l'équinoxe d'automne à l'équinoxe de printemps. On peut également ajouter des graduations au bas du cercle (ce qui a été fait sur le cadran présenté) afin d'opérer les corrections de longitude, de l'équation du temps, voire de l'heure d'été (on obtient alors l'heure légale).

Catégorie « Cadran le plus gourmand » (Lauréat)

Le cadran gourmand proposé Alix Loiseleur des Longchamps (fil Twitter @AlixLoiseleurdl) est un gâteau de 33 x 24 cm avec pour devise latine (citation d' Ovide) *Omnia Mutantur, nihil interit* (*tout change, rien ne meurt*). Il est réalisé à partir d'une base génoise recouverte d'un glaçage blanc. Au niveau de la décoration :

- Le Soleil, la Lune et les chiffres sont en pâte d'amande.
- Le style est en biscuit chocolat blanc coloré au thé matcha.
- Les roses sont en sucre.
- Les lettrages sont en chocolat.

Fraises et grains de grenade rouge complètent la décoration.



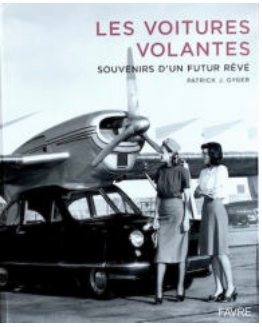


Catégorie « Cadran le plus simple » (Lauréat)

Le cadran simple (mais aussi gourmand et écologique) proposé par Joël Robic, et réalisé dans son jardin, est une méridienne composée de légumes de saison (ici des salades) plantés dans la direction nord-sud, et qui, à midi solaire, voient leurs ombres s'aligner. On peut aussi se placer devant l'alignement de légumes : il est midi solaire lorsque l'ombre de l'observateur coïncide avec l'alignement des légumes…

INSTALLER LE PREMIER CADRAN SOLAIRE SUR MARS…

Roger Torrenti



Couverture du livre de Patrick J. Gyger, (Éditeur Favre)

Je ne suis pas très friand des anticipations, souvent dystopiques, qui fleurissent avec les progrès technologiques : on prévoyait par exemple dans les années 70 qu'il y aurait des voitures volantes en l'an 2000… Supposons cependant, comme on nous l'annonce aujourd'hui, que l'homme posera effectivement, un jour ou l'autre, le pied sur une autre planète du système solaire, plus précisément Mars, et commencera à la coloniser. Autant alors que ce magazine soit le premier à concevoir un cadran solaire pour orner la façade du premier bâtiment de cette colonie martienne !

> *Un « gnomon » a bien été installé sur Mars avec la station InSight fin 2018 afin de déterminer l'orientation du sismomètre de la station, sur cette planète ne disposant pas de champ magnétique global (ce qui ne permet pas d'utiliser de boussole magnétique), mais ce gnomon (en fait le crochet de préhension du sismomètre) n'est destiné qu'à indiquer la direction nord-sud et non l'heure solaire sur Mars.*

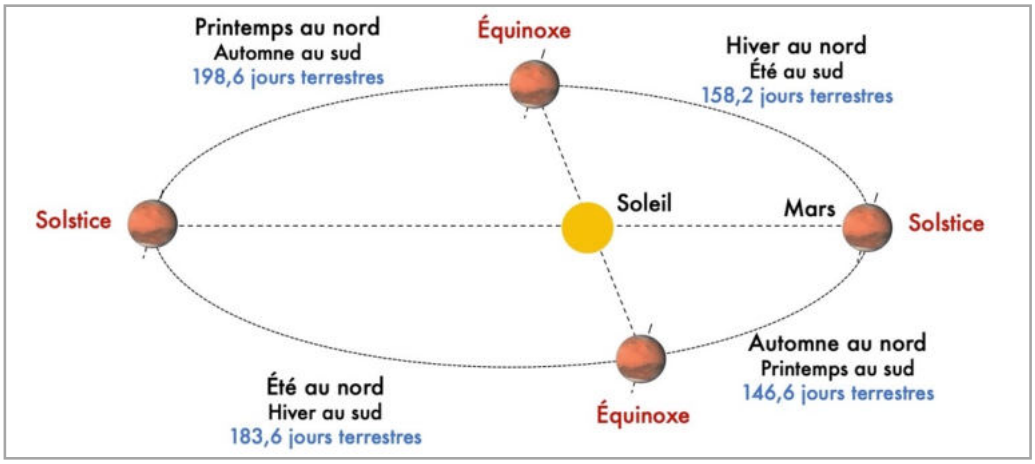


Véhicule d'exploration et bâtiment de la future colonie martienne (vue d'artiste)

Commençons par rappeler quelques caractéristiques de la planète Mars (située après Mercure, Vénus et la Terre en partant du Soleil), que l'on appelle couramment « la planète rouge », une couleur due à l'abondance d'oxyde de fer à sa surface, couleur qui évoque le sang, ce qui a conduit à lui donner le nom du dieu de la guerre dans la mythologie romaine…

Mars est située, au plus proche, à 56 millions de kilomètres environ de la Terre (un voyage habité vers Mars prendra entre 6 et 8 mois…). Elle a un diamètre deux fois plus petit que celui de la Terre mais présente beaucoup de similitudes avec elle : elle est dotée d'une atmosphère, beaucoup moins dense cependant, et d'une température de surface « acceptable » variant entre 20° C et -160°C (elle est en moyenne de 460° C sur Vénus). La durée moyenne du jour solaire martien, appelé *sol*, est de 24 h 40 min environ, donc légèrement supérieure à celle du jour solaire terrestre.

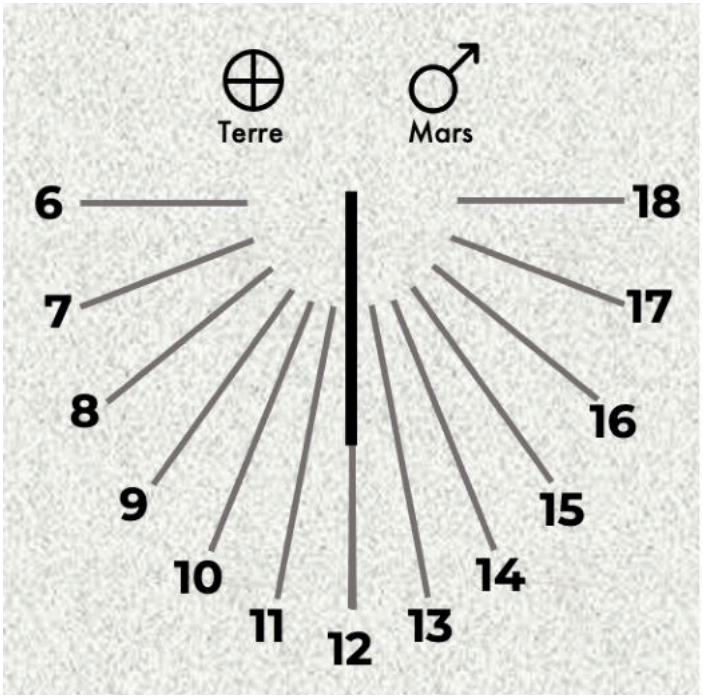
La période orbitale de Mars (durée d'une année) est de 670 jours martiens environ (687 jours terrestres). L'obliquité de Mars (l'inclinaison de son axe de rotation sur le plan de son orbite autour du Soleil) est actuellement de 25,19°, proche de celle de la Terre (23,44°). Mars connaît donc un cycle de saisons comparable au nôtre, mais son excentricité orbitale est plus prononcée : l'ellipse que parcourt Mars autour du Soleil est « plus aplatie » que celle que parcourt la Terre. L'asymétrie saisonnière est donc plus forte sur Mars (voir schéma ci-dessous) : les saisons sont de durée quasiment égales sur Terre mais varient de moins de 150 jours à près de 200 sur Mars.



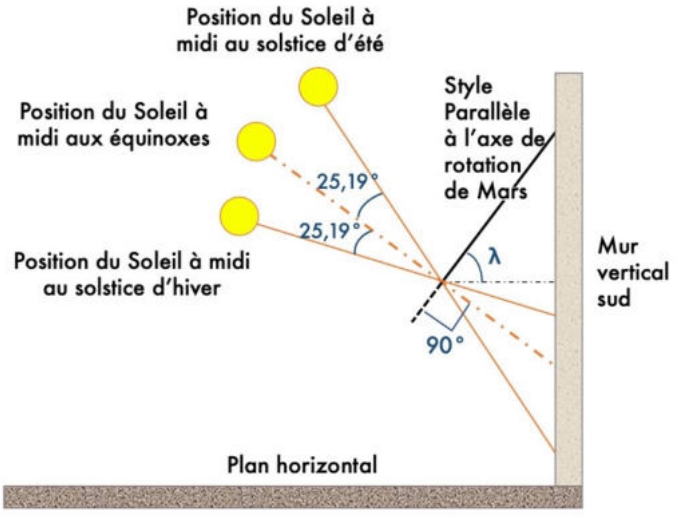
Comme ni les fuseaux horaires, ni « l'heure légale » n'ont encore été définis sur Mars, nous nous limiterons, dans notre projet, à un cadran solaire donnant l'heure solaire, sans parler de l'équation du temps sur Mars, mais devons terminer cependant cette présentation rapide de Mars en précisant qu'un méridien 0° a été défini - il passe par le centre du cratère Airy-0 - et que les longitudes sont comptées de 0°à 360° vers l'est.

Sur la base de ce que nous avons rappelé des caractéristiques de Mars, nous pouvons imaginer que, si l'on installe sur Mars un style parallèle à l'axe de rotation de la planète, le Soleil semblera tourner régulièrement autour du style au cours d'une journée martienne (de 24 h 40 min), et cela tout au long de l'année (de 670 jours martiens). Donc, pour une latitude donnée, **le tracé d'un cadran solaire sur Mars sera en tout point identique à celui d'un tracé sur Terre**. A titre d'exemple, le cadran solaire vertical plein sud ci-dessous, tracé pour une latitude de 45° N, peut être installé indifféremment sur Mars ou sur Terre !

On peut également souhaiter tracer sur ce cadran la droite des équinoxes et les arcs des solstices. Il faudra auparavant calibrer la longueur du style (ou l'équiper d'un œilleton) ou le remplacer par un style perpendiculaire à la table dont l'ombre de l'extrémité indiquera les heures. Le tracé des arcs des solstices sera alors (légèrement) différent sur Mars, puisque l'obliquité des deux planètes est différente (le schéma ci-après rappelle, à midi solaire, le rôle de l'obliquité dans le tracé des arcs des solstices).



Quelle devise inscrire sur ce cadran ? Réfléchissez à celle qui vous semble convenir, évitant peut-être (en imitant Molière) « Que diable faites-vous dans cette galère ? » qui pourrait ne pas contribuer au bon déroulement de la mission… Un dernier détail : si vous vous plaignez que des jours maussades ou pluvieux ne permettent pas, sur Terre, à votre cadran solaire de bien fonctionner, sachez que des tempêtes de poussières peuvent obscurcir Mars pendant plusieurs mois…



Et si d'autres récits dystopiques apparaissent sur la colonisation de planètes du système solaire, comptez sur votre magazine préféré pour être le premier à proposer le cadran solaire qui ornera le premier bâtiment de la colonie ;-).

En attendant, réfléchissez à la construction d'un cadran solaire sur Vénus (même si cette planète est très nuageuse…), qui tourne sur elle-même en 243 jours (terrestres) et a une période de révolution autour du Soleil de 225 jours, ce qui fait qu'une année sur Vénus est… plus courte qu'une journée !

Roger Torrenti (roger@torrenti.net) est le responsable éditorial du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires (https://www.cadrans-solaires.info).

L'ÉQUATION DU TEMPS VISITÉE AUTREMENT

Yves Opizzo

Dans le livre « Le Rêve d'une ombre », Paul Gagnaire et moi-même avons décortiqué l'équation du temps de bien des manières. La théorie mathématique en est ardue et sort du contexte de cette revue, tout comme la programmation informatique. Il faudrait une ou deux pages pleines de complexes ordres VBA (Visual Basic pour Application) pour en arriver à bout. Et pourtant elle est facile à comprendre et dépend de deux faits différents.

Tout d'abord, la Terre ne tourne pas sur un cercle autour du Soleil, mais sur une ellipse. Sa vitesse est donc variable et augmente depuis l'aphélie (vers le 5 juillet) jusqu'au périhélie (vers le 4 janvier). A partir du périhélie, la Terre ralentit sur son orbite, jusqu'à l'aphélie. Notons que ces dates ne sont pas absolues à cause entre autres des années bissextiles et bien évidemment de la précession du périhélie, d'environ 100 000 ans tout de même. Ensuite, l'axe de la Terre n'est pas perpendiculaire à l'écliptique, mais penché d'un angle de 66,56°. C'est aussi l'inclinaison de l'écliptique sur l'équateur céleste (le prolongement de l'équateur terrestre dans le ciel), de 23,44°, le complément à 90°.



L'équation du temps est bien gênante pour la lecture d'un cadran solaire, sauf si le cadran est équipé d'un style non droit, mais en forme d'équation « inversée », comme dans les cadrans de Martin Bernhard en Allemagne, ou si les lignes elles-mêmes intègrent cette variable ennuyeuse. Il est aussi possible de dresser et de peindre un tableau, voire un graphique de l'équation sur la table du cadran. Le lecteur devra alors faire lui-même un petit calcul pour apprécier la précision de l'œuvre.

Et c'est justement à partir d'un tel graphique que quelques questions intéressantes peuvent se poser. Regardons le dessin à gauche, très banal en vérité, mais qui montre déjà les quatre saisons. Les couleurs ont un certain rapport avec les saisons, donc bleu pour l'hiver, vert pour le printemps, rouge pour l'été et marron pour l'automne. C'est la fameuse « courbe en huit, ou plutôt en 8 » qu'il faudrait peut-être appeler « courbe de Fouchy », du nom de son vulgarisateur. Cette remarque n'est vraiment pas neutre. Il y a bien à dire sur ce sujet. Vers le XIIe ou XIIIe siècle, lors de l'apparition des premières horloges, elles furent considérées comme des mécaniques diaboliques, qui de plus ne donnaient qu'une bien pâle idée de l'heure. Au tout début, elles n'avaient aucune aiguille, mais se contentaient de sonner les heures, peut-être aussi les demi-heures, avec une grosse erreur. Les cadraniers riaient, riaient… Mais les horloges firent de grand progrès, et les cadraniers rirent autrement, d'une autre couleur. Les cadrans solaires étaient faux ! Les horloges mécaniques devinrent lentement la référence adoptée par l'Église ! Et les cadrans solaires commencèrent à décliner.

Il y a une intéressante anecdote à ce sujet : même de nos jours, les montres à aiguilles, à mon sens bien plus agréables que les digitales, sont exposées chez les bijoutiers à l'heure fixe 10 h 10 ! Dans le musée du temps de Furtwangen, en Forêt Noire, devant lequel j'ai réalisé un cadran au sol à la précision remarquable de cinq secondes environ, se trouve une horloge répondant de façon éclatante à la question : pourquoi 10 h 10 ? Cette horloge montre un Christ en croix, avec les deux bras en effroyable extension, comme les aiguilles d'une horloge ! Oui, c'est une bonne explication, et les « horologeurs » de la fin du Moyen-Âge se sont montrés « bons chrétiens » en plaçant leurs aiguilles de cette façon. Mais cela n'arrangeait pas les cadraniers, qui voyaient la Nature ainsi bafouée. Et c'est Grandjean de Fouchy qui eut l'idée de la courbe en 8 pour compenser avec succès la différence due à l'équation du temps, qui avait entretemps été maîtrisée et comprise. Curieusement, cela n'a pas vraiment suffi pour que l'Eglise change sa position lentement acquise au profit des horloges et ce sont les cadrans solaires qui subirent toutes sortes de dégradations, bien souvent approuvées par les prêtres. C'est notre histoire, et il nous faut l'accepter.

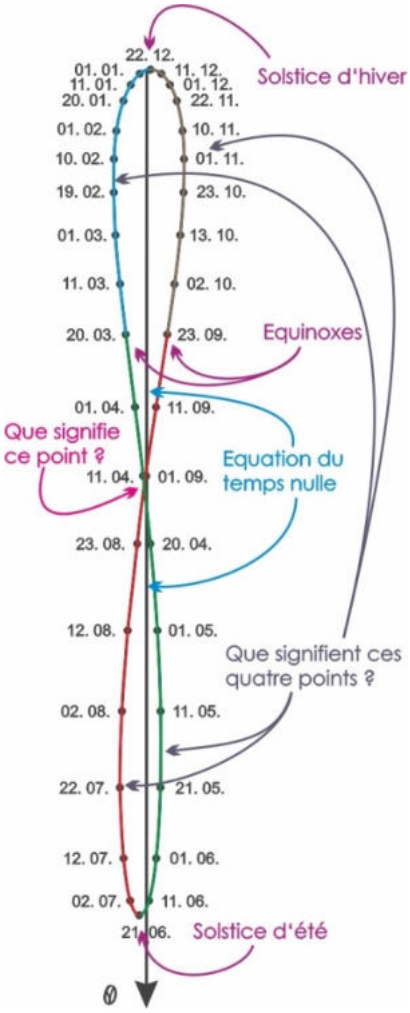
Que nous réserve alors ce dessin très banal ? En vérité, un petit cours d'astronomie de position s'y cache et des questions non évidentes peuvent facilement se trouver.

Regardons maintenant le même dessin, mais avec quelques changements ou améliorations. La place manque pour deux ou trois étapes, allons tout de suite à l'essentiel : la date apparaît (avec des points, comme en Allemagne !) mais aussi quelques remarques pertinentes.

La première remarque est quasi triviale : la ligne droite noire donne le point zéro, donc valeurs négatives à gauche et positives à droite. Il faut donc ajouter le temps à gauche et le retrancher à droite, et c'est ce que fait la courbe colorée.

La deuxième remarque est presque évidente : les deux sommets, en haut et en bas, indiquent les solstices, et tout un chacun comprendra aisément. Le Soleil atteint ces jours-là son plus grand écart angulaire avec l'équateur céleste, soit ± 23,44° comme déjà vu. Notons que ces deux points sont proches des extrémums de l'orbite terrestre, environ deux semaines, mais non confondus. Cela provient du fait que tout bouge par rapport à tout, en particulier que la Terre se déplace en permanence autour du Soleil et que l'ellipse n'est donc pas fixe. Les autres planètes, en particulier Jupiter jouent ici aussi un grand rôle. Ne nous attardons pas sur les équinoxes, qui n'apparaissent d'aucune façon particulière ici.

La troisième remarque est déjà plus délicate : que signifie le point de croisement de la courbe en 8 ? Ce point a-t-il un sens astronomique ? Cherchez un peu !



Et la quatrième remarque représente un os plus difficile à croquer. Faites-vous donc les dents quelques minutes sur ce problème, avant de lire la solution. Que peuvent bien signifier – le cas échéant – les quatre extrémums de la courbe en 8 notés sur le graphe ? Peuvent-ils avoir un sens astronomique ?

Quant au petit sigle bizarre rappelant un cercle trigonométrique, ce n'est rien d'autre que ma modeste signature, un Y dans un O !

Et voici les réponses ; peut-être un miroir sera-t-il utile ?

Le point de croisement de la courbe en 8 signifie que vers le 30 août et le 12 avril (dates variables selon l'année bissextile ou non) l'équation du temps (~ 12 min 25 s) et la déclinaison solaire (~ 8° 50') ont la même valeur, rien de plus.

Les quatre points extrémums notés tombent les 11 février, 15 mai, 26 juin et 30 octobre, toujours à un jour près selon l'année. Ces jours-là… la durée du jour est exactement (à très peu près) de 24 h 00 min 00 s ! En effet, l'équation du temps arrête de croître ou de décroître, pour repartir dans l'autre sens. Le jour dure donc exactement ce que les enfants de toutes les écoles apprennent, mais seulement ces quatre jours-là !

Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires, (http://opizzo.de/). En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires ainsi que de nombreux articles sur la gnomonique.

DE PETITS ÉVÈNEMENTS ET DE BELLES RENCONTRES...

Michel Lalos

Comment est né mon intérêt pour les cadrans solaires et la gnomonique ? Difficile de répondre, il n'y a pas eu de coup de foudre mais une succession de petits évènements et de belles rencontres.

Depuis mon plus jeune âge, j'ai vu le cadran solaire encastré dans un mur à l'intérieur de l'église de Saint-Mars-sous-Ballon (Sarthe, France) sans y prêter beaucoup d'attention. C'est plus tard, dans les années 80, au cours de séjours dans le Queyras (Hautes-Alpes, France) que nos regards se sont portés vers les cadrans, dans cette région inondée de soleil. Annick, mon épouse, les photographie et constitue un album avec les cartes postales éditées sur le sujet. En 2000, avec l'apport de photos numériques, je réalise un site très sommaire pour partager ces images de cadrans des Hautes-Alpes.

En 2004 nous participons à une sortie-découverte des cadrans du Mans (Sarthe), que nous méconnaissions, organisée par M. Paul Deciron, membre de la Commission des cadrans solaires (CCS) de la Société astronomique de France (SAF).

A la retraite depuis 2005, j'étoffe le site dans un premier temps avec les « cadrans chassés » en Sarthe et dans les départements limitrophes puis dans le secteur des Hautes-Alpes et de la région frontalière italienne. Dans un second temps, la famille, les amis, et des visiteurs de plus en plus nombreux du site envoient leurs clichés...

Après adhésion à la SAF, nous assistons à notre première réunion de la CCS en 2007 à Sens (Yonne, France). Sollicité au cours de cette réunion par le Club d'Astronomie de Chaville, j'organise une journée découverte des « horloges solaires Bollée » en Sarthe, connaissant un descendant de cette famille, puis une sortie dans le Perche ornais, riche de cadrans du XVII-XVIIIe siècle.

En 2009, M. Paul Gagnaire me contacte et m'offre un DVD contenant ses travaux avec des programmes écrits en GW-BASIC. C'est le grand départ ! J'intègre une partie de ces documents sur mon site. J'ouvre une partie théorique (SOLAL'CAD) développée en PHP en m'appuyant sur les ouvrages de Denis Savoie et en m'inspirant du logiciel ZOWNLAK de Fer de Vries.

De 2010 à 2014, nous effectuons des voyages avec l'Association astronomique de Franche-Comté (AAFC) centrés sur les cadrans solaires et organisés par Françoise Suagher et Paul Perroud (tous deux aujourd'hui disparus). Ainsi nous découvrons les méridiennes de Bologne, Florence, Milan, le Deutsches Museum de Munich en Allemagne et son Sonnenuhren Garten, Stonehenge, l'Observatoire de Greenwich, les musées des Sciences de Londres et d'Oxford, le Whipple Museum de Cambridge, le parc de cadrans solaires de Genk en Belgique...

En septembre 2011, à la demande de Mike Cowham, nous organisons du 6 au 12 septembre un « Sundial Safari » pour plus d'une trentaine de membres de la British Sundial Society (BSS) et de la North American Sundial Society (NASS). Cadrans du Mans et de la Sarthe, châteaux de la Loire, Chartres, Perche ornais sont au programme. Ces visites et ces rencontres ont été suivies d'échanges fructueux.

Aujourd'hui plus de 300 personnes m'ont fait parvenir des milliers de photos de cadrans. Par le biais de mon site, j'apporte mon concours à diverses manifestations, conférences, articles, ouvrages sur les cadrans, animations scolaires, Journées du patrimoine... On me sollicite aussi pour une aide à l'élaboration de cadrans.

En 2014, j'ai fourni une liste (photos, commentaires succincts et devises) de plus de 700 cadrans solaires des Hautes-Alpes et de la vallée de l'Ubaye (Alpes-de-Haute-Provence) à la chaîne de télévision locale DICI TV. Ainsi pendant plus de 2 ans, un cadran venait illustrer le bulletin météorologique (diffusé six fois par jour) et accompagner le décompte des jours d'ensoleillement des Hautes-Alpes.

Je me suis investi en 2017 dans la réalisation de la réplique fonctionnelle de la table gnomonique de l'église de Saint-Mars-sous-Ballon dans la Sarthe (France). J'ai, à cette occasion, rédigé un fascicule d'accompagnement : "La table gnomonique de l'église de Saint-Mars-sous-Ballon - Cadrans solaires et mesure du temps". Cette réalisation et la brochure ont été financées à hauteur de 80 % du montant hors taxes par des fonds européens au titre de la valorisation du patrimoine scientifique.

J'ai contribué en 2021 à la rénovation et à l'installation d'une sphère armillaire dans le jardin proche de la mairie de Ballon, sphère réalisée dans les années 80 par Jacques Apel, auteur de « L'ombre domestiquée » (Bonnefoy imprimeur, 1990). Celle-ci a été offerte à la commune par ses neveux, qui m'ont contacté via mon site Internet.

En projet : 2022 devrait voir, avec le concours de Denis Savoie, un nouveau cadran sur la façade sud-ouest de la mairie !



Michel Lalos (à droite) et Joseph Auvray de l'Atelier Acacia devant la réplique de la table gnomonique de Saint-Mars-sous-Ballon



Michel Lalos (michel.lalos@wanadoo.fr), dont cet article présente le parcours, propose aux amateurs de cadrans solaires et de gnomonique un site Web (page d'accueil ci-dessus) http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires considéré aujourd'hui comme une véritable « mine d'or » par de nombreux spécialistes du domaine… (NDLR)

LES CADRANS SOLAIRES D'ALSACE

Hervé Staub

L'art des cadrans solaires en Alsace connut, de l'Antiquité à nos jours, un développement constant. Cette province, au carrefour de nombreuses civilisations, a été et reste soucieuse de préserver ces témoins de son passé, menacés par l'écoulement du temps, les intempéries et souvent le manque d'intérêt de certains vis-à-vis d'un précieux et riche patrimoine. En effet, on dénombre en Alsace près de quatre cents installations gnomoniques, anciennes et contemporaines confondues.

Les échanges de populations, source d'évolution technique, ont permis à la science des « horloges solaires » de faire ses premiers pas.

Ainsi, en 1879, un cadran de type scaphé datant du IIe siècle et inspiré des modèles du Chaldéen Bérose (IVe siècle avant notre ère) fut déterré par un habitant de Bettwiller. Après de longues années de régression liées aux multiples invasions barbares déferlant sur l'Alsace, il a fallu attendre l'épanouissement de l'ordre des Bénédictins vers la fin du VIe siècle dont la grande connaissance dans le domaine astronomique et gnomonique fut à l'origine d'un nouveau type de cadrans solaires : les cadrans canoniaux. De nombreuses localités alsaciennes étaient pourvues (et le sont encore) de monastères et d'églises porteuses de cadrans canoniaux.



Vers la fin du XVe siècle les cadrans canoniaux cèdent progressivement le pas à ceux pourvus d'un style polaire donnant une heure solaire stable. Parmi les nombreux instruments de ce type, l'un d'eux, daté de 1493, se trouve sur la cathédrale de Strasbourg : « l'Astrologue au cadran solaire » (photo ci-contre). Notons que cet édifice religieux est l'un des plus riches d'Europe, probablement même du monde, en installations gnomoniques : on dénombre sur cette cathédrale une douzaine de ces instruments, dont les cadrans de Conrad Dasypodius et la fameuse méridienne destinée à régler la superbe horloge astronomique de J.B. Schwilgué.



Au XVIe siècle, les artistes cadraniers seront plus inventifs (on en compte entre 13 et 19 dans le Bas-Rhin et le Haut-Rhin). Au XVIIe siècle, avec le perfectionnement des horloges mécaniques, on aurait dû assister à la ruine de l'artisanat gnomonique. Il n'en fut rien puisque ce dernier se développa de plus belle, les artistes donnant libre cours à leur habileté et leur imagination, et nous laissant plusieurs variétés de cadrans sculptés sur dalles ou peints sur la pierre, le crépi et le bois. A côté de ces réalisations, l'Alsace conserve aussi des horloges solaires sur des blocs de pierre, cubes ou polyèdres multifaces, précurseurs de leurs descendants du XVIIIe siècle.

Le XVIIIe siècle fut l'âge d'or des horloges solaires, lié à la multiplication de toutes sortes de modèles, notamment des multifaces, bien que les cadrans plans n'eurent rien à envier à leurs cousins polyédriques. De nombreux monuments gnomoniques virent le jour à cette époque dont la précision s'était nettement affinée. Une cinquantaine de ces instruments sont encore visibles. Ainsi, dans le Bas-Rhin, on en compte trente-deux : vingt sont gravés sur pierre ou sur dalle, cinq sont peints, neuf sont taillés dans des blocs, souvent sur stèle dont le remarquable monument (photo ci-contre) du mont Sainte-Odile originaire de l'abbaye de Neubourg et unique dans le monde. Le Haut-Rhin, quant à lui, en conserve seize : cinq gravés sur dalle, onze peints sur façade et deux monumentaux.



Le développement technologique du XIXe siècle contribua malheureusement au déclin des cadrans solaires qui furent remplacés par des horloges mécaniques de plus en plus précises. Cependant, ces horloges se déréglaient souvent et pour les remettre à l'heure on fit appel aux méridiennes et à des « héliochronomètres », déterminant exactement l'instant de midi. Pourtant, quelques inconditionnels des horloges solaires continuèrent à en créer de-ci, de-là pour agrémenter certains bâtiments publics ou privés. Le Bas-Rhin en détient quatorze sur dalle ou peints à même la façade. En revanche, dans le Haut-Rhin, seuls quatre existent encore.

Malgré le stupéfiant bond technologique du XXe siècle, de fervents amateurs perpétuent la gnomonique. Ils sont habituellement regroupés au sein de sociétés d'astronomie, mettant leurs connaissances en commun. Leur inventaire est en constante évolution, y compris au début du XXIe siècle. Depuis 1905, on en compte environ une soixantaine dans le Bas-Rhin et une trentaine dans le Haut-Rhin.

On ne peut clore ce bref inventaire des cadrans solaires d'Alsace sans parler des nombreuses méridiennes disposées surtout sur les édifices publics et les églises. Elles étaient destinées essentiellement à la mise à l'heure des horloges mécaniques de ces bâtiments. En Alsace, il existe deux types de méridiennes, celles issues des établissements Ungerer dans le Bas-Rhin (photo ci-dessus) et celles de l'entreprise U. Adam dans le Haut-Rhin. Ces dernières sont plus précises que les premières, car disposant sur la ligne médiane de la courbe en 8 de l'équation du temps.

En conclusion, l'aperçu historique et chronologique donné dans cet article révèle la richesse gnomonique de l'Alsace. J'espère avoir aiguisé l'appétit des amateurs d'horloges solaires et les inciter à se déplacer dans cette belle région pour les (re)découvrir.

Bibliographie succincte :

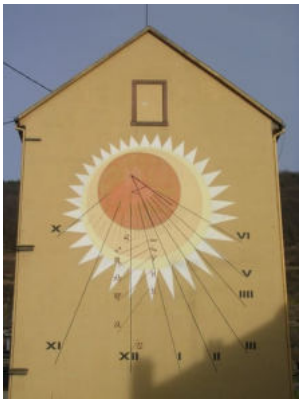
- *René ROHR* - Les cadrans solaires anciens d'Alsace *(Éditions Alsatia, 1971)*
- *Hervé STAUB* - Les horloges silencieuses d'Alsace *(Éditions Coprur, 1997)*
- *Hervé STAUB* - Les installations gnomoniques de la cathédrale de Strasbourg *(Cahiers d'archéologie, d'art et d'histoire, tome XXXV, 1992)*



Cadran solaire vertical à Bergheim (Haut-Rhin)



Cadran solaire à l'école de Soultz (Haut-Rhin)



Cadran solaire d'une maison privée (Haut-Rhin)

Médecin retraité, de formation scientifique (certificats MPC et CPEBH), passionné de physique quantique, Hervé Staub herve.staub@orange.fr est docteur en médecine depuis 1974, ex-chargé de cours de Phyto-aromathérapie clinique, enseignant à l'université populaire européenne de Strasbourg, conférencier, auteur d'articles dans diverses revues et de plusieurs livres..

S'ORIENTER AVEC UNE MONTRE À AIGUILLES…

Bernard Trevisan

Une montre sert avant tout à donner l'heure. Mais elle donne aussi un certain statut à celui qui la porte : du temps de ma jeunesse, en recevant leur première montre (souvent à l'occasion d'une cérémonie religieuse), les filles et les garçons passaient de l'enfance à l'adolescence…

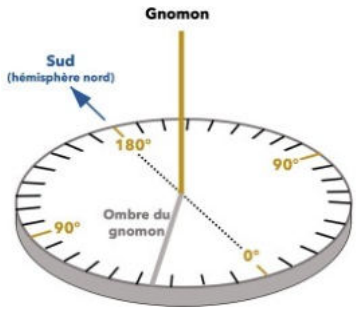
Peu de temps après avoir reçu ma première montre, un de mes cousins m'enseigna comment l'utiliser pour trouver le sud, de manière assez approximative si je me souviens bien de la leçon. Peut-être cet enseignement venait-il de l'époque où les montres indiquaient l'heure locale ? Car avec l'heure légale, la procédure est plus compliquée.

Perpétuons la tradition (même si aujourd'hui la plupart des montres offertes aux enfants sont à affichage numérique…) et voyons comment « s'orienter » avec une montre à aiguilles, c'est-à-dire comment déterminer la direction nord-sud en lisant sur sa montre l'heure légale.

Rappelons tout d'abord le principe de la boussole ou du compas solaire : un cadran solaire donne l'heure solaire s'il est correctement orienté ; réciproquement, si l'on connaît l'heure solaire, on peut déterminer la direction nord-sud et donc disposer d'une boussole solaire (ou d'un compas solaire pour la navigation).

J'avais d'ailleurs déjà abordé ce sujet dans un article préparé pour le n°1 du présent magazine : « Un cadran de berger transformé en compas solaire ».

Il convient également de rappeler la formule permettant de déterminer l'heure solaire à partir de l'heure indiquée par la montre.



Un compas solaire précis et très simple à réaliser : voir le MOOC cadrans solaires à https://bit.ly/3vtYi0n

Avant l'adoption de « l'heure légale », c'est-à-dire d'une heure unifiée sur l'ensemble d'un pays (en 1891 pour la France), la formule liant l'heure TS lue sur un cadran solaire et l'heure TL lue sur une montre (fondée sur des jours de 24 heures) était : TS = TL – ET où ET est la valeur de l'équation du temps au jour considéré (cette valeur, ne dépassant pas le quart d'heure, pouvait être ignorée sans avoir trop d'effet - 4° environ - sur la précision de l'orientation).

De nos jours, la formule est devenue : **TS = TL - ET - HE – CL** où HE est la correction d'heure d'été (1 en été, 0 en hiver) et CL la correction liée à l'écart en longitude entre le méridien local et le méridien du « fuseau horaire de référence » (15°E pour la France et une grande partie des pays européens). Pour la France métropolitaine, CL varie ainsi de 29 min à Strasbourg, à 1 h 18 min à Brest.

Puisque l'on sait trouver l'heure solaire à partir de l'heure de la montre, il faut maintenant disposer d'un cadran solaire. On va pour cela utiliser le cadran de la montre comme un cadran équatorial. Avec ce type de cadran, la table est parallèle à l'équateur et graduée en 24 heures égales, le style étant perpendiculaire à la table.

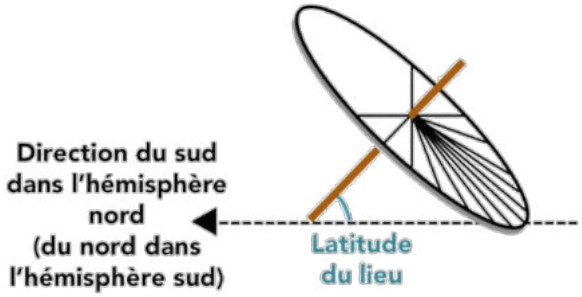
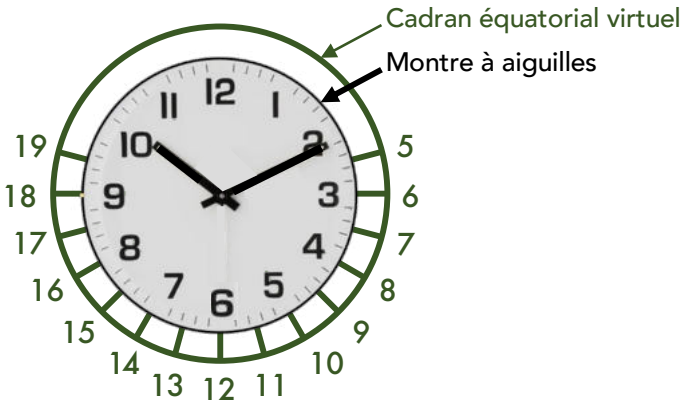


Schéma de principe d'un cadran équatorial

Puisque nous allons nous servir de la montre comme cadran équatorial, il faut garder à l'esprit que si une montre comporte 12 secteurs, un cadran solaire en comporte lui le double : 24.

Si on imagine un cadran équatorial « virtuel » placé sous la montre, on peut alors déduire (schéma ci-contre) la correspondance entre les valeurs indiquées par la petite aiguille de la montre et celles indiquées par un cadran équatorial dont le style serait incliné selon la latitude et placé perpendiculairement au centre de la montre (il faut diviser l'heure solaire par 2 puisqu'il y a le double de secteurs sur un cadran solaire) :



- 6 h solaire correspond au chiffre 3 sur la montre (la petite aiguille sur 3 h),
- 9 h correspond à 4 h 30 min à la montre,
- 16 h correspond à 8 h à la montre,
- etc.

Nous allons maintenant pouvoir nous orienter avec notre montre à aiguilles…

On fera l'hypothèse que cela se passe dans l'hémisphère nord, à une latitude correspondant aux pays européens, entre l'équinoxe de printemps et l'équinoxe d'automne.

1. Tout d'abord, on lira l'heure (légale) sur sa montre et on déduira, grâce à la formule rappelée précédemment, l'heure solaire. Supposons que l'heure solaire soit 10 h (correspondant donc au chiffre 5 de la montre).
2. On orientera alors sa montre pour que le style du cadran équatorial virtuel fasse un angle avec le sol égal à la latitude : pour la France métropolitaine, la latitude varie de 42°N vers Perpignan à 51°N vers Dunkerque, et correspond donc à peu près à l'inclinaison naturelle que l'on donne à son poignet, et donc à sa montre, pour lire l'heure.
3. Il conviendra enfin de pivoter sur soi-même afin que l'ombre du style virtuel porte ombre sur le chiffre 5 de la montre. La direction nord-sud se trouve dans la direction indiquée par la droite 6 -12 de la montre (avec le sud dans la direction du chiffre 12 de la montre dans l'hémisphère nord).

Une telle « boussole solaire » n'est bien entendu pas d'une grande précision. Mais vous pourrez toujours faire l'expérience et… l'apprendre aux plus jeunes.

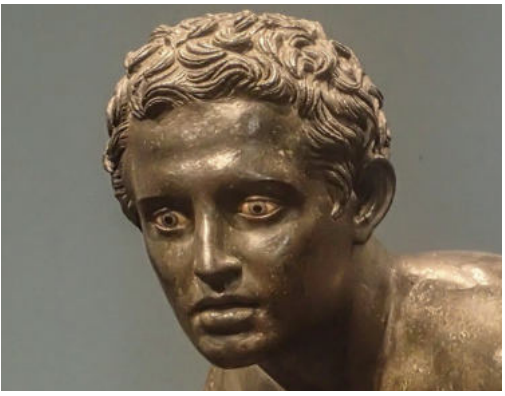
Et si vous utilisiez votre boussole solaire pendant les mois les moins ensoleillés, entre l'équinoxe d'automne et l'équinoxe de printemps? Dans ce cas, les rayons de soleil passent « sous votre poignet ». Il faudra alors… tourner votre poignet de 180° et bien avoir en mémoire que les marques horaires du cadran équatorial virtuel tournent alors dans le sens contraire (de 5 à 19 et non plus de 19 à 5).

Et sous les tropiques ou aux pôles ? Reportez-vous à la vidéo du MOOC consacrée aux cadrans équatoriaux https://bit.ly/35L2bms et vous trouverez aisément les réponses à cette dernière question…

Après une carrière d'hydrographe dans la marine nationale, puis d'informaticien dans une SSII, Bernard Trevisan trevisan.bernard@orange.fr consacre son temps libre de jeune retraité à l'histoire de l'hydrographie et à la gnomonique. Il est président de l'amicale des hydrographes (Amhydro) https://amhydro.org

LE MYSTÈRE DU JAMBON ITALIEN

Roger Torrenti



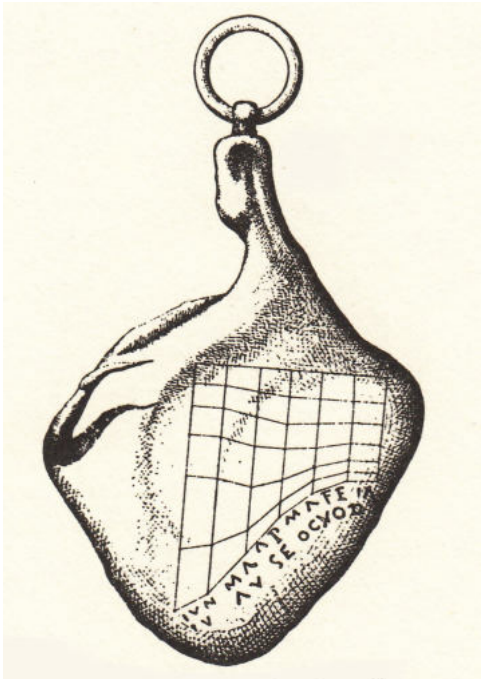
Détail d'une statue de la villa des Papyrus

Savez-vous quelle est la plus importante bibliothèque de l'Antiquité à avoir résisté aux effets du temps, des guerres, des catastrophes naturelles, etc. ? C'est celle de l'immense « villa des Papyrus », à Herculanum (Italie), qui aurait appartenu au beau-père de Jules César.

Elle est nommée ainsi aujourd'hui parce qu'on y a retrouvé plus de 1 800 papyrus encore lisibles, qui avaient résisté à l'éruption du Vésuve conduisant, en l'an 79, à l'ensevelissement de Pompéi, d'Herculanum, et d'autres localités de la baie de Naples.

Les fouilles archéologiques de la seconde moitié du XVIII^{e} siècle (poursuivies à la fin du XX^{e} siècle) ont non seulement permis de retrouver ces papyrus, mais aussi de magnifiques statues (photo ci-contre) et un petit objet (116 mm x 80 mm x 17 mm) curieux…

Cet objet (illustration de droite et photo page suivante) a la forme de ces « jambons entiers » pendus à un crochet dans les boucheries ou les épiceries spécialisées. L'objet, en bronze argenté, conservé aujourd'hui au musée national archéologique de Naples, est en plus gravé sur l'une de ses faces de droites et de courbes, ainsi que d'indications de mois, le tout faisant penser à un cadran de hauteur portatif.



Est-ce bien sérieux ? Un cadran de hauteur portatif datant de l'époque romaine, alors que l'on « réduit » traditionnellement les cadrans grecs et romains aux seuls cadrans non portatifs de construction sphérique, hémisphérique, conique, etc. (polos, scaphé, hemispherium, hemicyclium) ? Un objet antique équipé de trous, de lignes, etc. n'est pas nécessairement un cadran solaire : voir par exemple le chapitre du MOOC consacré à la « saga du compas solaire Viking » https://bit.ly/3sVUraF !

Rappelons qu'un cadran de hauteur est un type de cadran solaire qui permet de déduire l'heure solaire d'après la hauteur du Soleil et qui est tracé pour une latitude donnée : voir la séquence correspondante du MOOC cadrans solaires https://bit.ly/3HQjAYw qui détaille le principe des cadrans de hauteur (et d'azimut).

On parle en fait de ce « Jambon de Portici » ou « Prosciutto di Portici », la villa des Papyrus étant située entre Herculanum et Portici, depuis la fin du XVIII^{e} (il est déjà mentionné dans l'Encyclopédie de Diderot). Il a fait l'objet depuis lors de nombreuses recherches, études et discussions. Les travaux les plus récents sont à mettre au crédit de Christopher Parslow, archéologue spécialiste de Pompéi et Herculanum à l'université de Wesleyan (États-Unis d'Amérique) et d'Alexander Jones, professeur d'histoire des sciences exactes dans l'Antiquité à l'université de New York (NYU), qui fait autorité en la matière et que nous avons contacté pour cet article. Il n'y a plus aujourd'hui aucun doute. Cet objet est bien un cadran portatif de hauteur, qui avait probablement un style de la forme d'une queue de cochon (aujourd'hui disparue).

Pour lire l'heure, on doit tenir l'objet verticalement et l'orienter de telle manière que l'ombre de l'extrémité du style soit sur la ligne verticale correspondant au mois en cours. On compte alors, sur cette verticale, le nombre de lignes « horizontales » (en fait des lignes horaires sous forme de courbes) entre la ligne du haut et celle la plus proche de l'ombre de l'extrémité du gnomon. Cela indique le nombre d'heures qui se sont écoulées depuis le lever du Soleil (gardons à l'esprit que les Romains utilisaient les « heures temporaires » – voir l'article de Pierre-Louis Cambefort page 22). Bien entendu la mesure n'est pas très précise : dimensions de l'objet, difficultés à maintenir une orientation fixe, imprécisions autour de midi comme pour tout cadran de hauteur, etc.

Le « Jambon de Portici » n'est en fait pas le seul cadran portatif de l'époque romaine, même s'il est le plus ancien retrouvé jusqu'ici ou tout au moins l'un des deux plus anciens. Alexander Jones en compte une trentaine, de style différent (dont des « cadrans boîte à pilules »). Nous les passerons peut-être en revue dans un prochain article mais citons quand même ici un autre cadran de hauteur retrouvé dans la tombe d'un médecin romain à Este, en Vénétie (Italie).

C'est également un cadran de hauteur mais de type « cadran de berger » utilisé donc par les Romains. Cet instrument de mesure du temps du I^{er} siècle de notre ère, en os, d'une dimension de 6 cm x 2,5 cm est exposé au musée national Atestino d'Este. Les cadrans de berger (qui doivent leur nom à leur utilisation par les bergers des Pyrénées vers la fin du XIX^{e} siècle) existaient donc bien avant leur « ré-invention » au cœur du Moyen-Âge…

Le « mystère du jambon italien » n'en est donc plus vraiment un aujourd'hui mais il est toujours bon d'avoir une attitude prudente (scientifique) dans de tels cas : douter, questionner, chercher des preuves irréfutables, et conclure…

Restent deux questions cependant :

1. Pourquoi un cadran en forme de jambon ? Christopher Parslow pense que cela pourrait s'expliquer par le fait que le porc est un symbole de la philosophie épicurienne, la bibliothèque de la villa comptant de nombreux textes épicuriens.
2. Pourquoi les Romains utilisaient-ils un cadran solaire si peu précis, alors qu'ils disposaient de cadrans plus précis ? Alexander Jones suggère une explication : c'était un symbole de statut, tout comme certaines montres suisses très chères d'aujourd'hui : on ne les possédait pas vraiment pour lire l'heure mais pour montrer qu'on les possédait…





Le « Jambon de Portici » (ci-dessus) et le « cadran de berger » retrouvé à Este (ci-dessous) ont été exposés à l'initiative d'Alexander Jones à l'Institut pour l'étude du monde ancien de l'université de New-York https://isaw.nyu.edu

Roger Torrenti (roger@torrenti.net) est le responsable éditorial du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires (https://www.cadrans-solaires.info).

ENQUÊTE SUR UN TIMBRE INTITULÉ « CADRAN SOLAIRE »

Anne-Marie Louis



En mars 2020 la Poste française a émis la série de 12 timbres « Un cabinet de curiosités » reproduisant objets et œuvres d'art. Deux timbres concernent notre domaine :

- sur l'un figure une sphère armillaire de Jean-Baptiste Delure et Jean Pigeon qui est à Versailles ;
- sur l'autre (photo ci-contre) est écrit « Hans Tucher II et III - Cadran solaire ». C'est ce timbre qui a retenu mon attention, d'abord – mais pas seulement - parce que l'image est à l'envers !

Sur le site de La Poste https://www.laposte.fr/ et sur Wikitimbres https://www.wikitimbres.fr, nous trouvons des précisions techniques, une ligne sur chaque objet, et cette information : le cadran solaire est au musée du Louvre.

Sur le site https://collections.louvre.fr/ le cadran est identifié comme un cadran solaire multiple en diptyque créé en 1590 à Nuremberg en Allemagne (photo ci-contre). C'est un objet en ivoire qui mesure une dizaine de centimètres, les 2 plaques d'ivoire étant montées sur une charnière. Nous voyons notamment le fil-axe, qui devrait normalement être tendu entre les 2 volets mais qui apparaît cassé (détaché de sa base).



Ce que nous voyons sur le timbre est une rose des vents à 16 directions, qui est en fait sur la face extérieure supérieure du cadran.

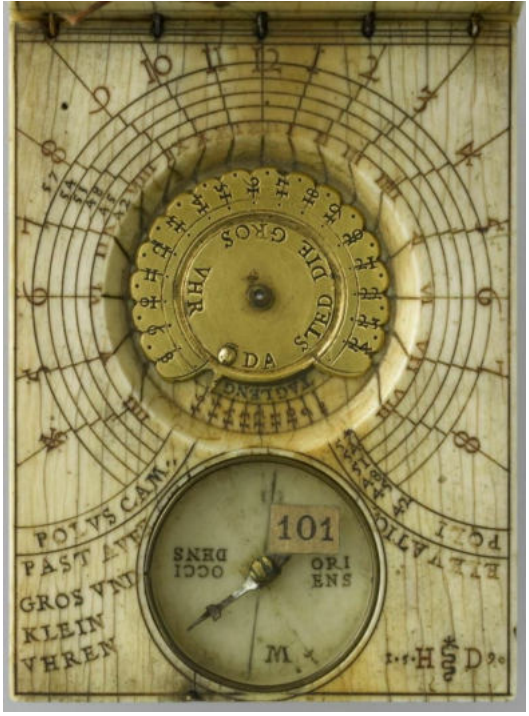
Elle apparaît ci-dessous plus clairement, le site du Louvre présentant cette face dans le bon sens, rendant plus lisible la devise y figurant (en latin) : *Ce compas marin montre le chemin sur terre et sur mer…*



Sur le volet vertical supérieur, à l'intérieur du cadran, on aperçoit 6 points d'attache correspondant à 6 latitudes (ELEVATIO POLI) : 42°, 45°, 48°, 51°, 54°, et 57°. La notice, en latin, a été inscrite par le cadranier sur cette face : *Il faut faire passer le fil dans le trou qui indique la latitude du lieu et l'heure sera obtenue dans le cercle indiqué par le même nombre*.

En haut de cette face, une partie évidée (malheureusement obturée ici) permet de voir au-dessous la boussole lorsque le cadran est replié.

Sur le volet horizontal (voir photo page suivante) la boussole est à côté du cadran horizontal, au centre duquel devrait être rattaché le fil-axe. Il y a 6 échelles horaires correspondant aux 6 latitudes, et plusieurs indications.



En bas du cadran, à droite, des caractères disposés symétriquement : la date 1590, la signature HD comme Ducher et le serpent couronné qui est la marque qu'avaient adoptée les Ducher II et III. Selon les sites consultés, on peut trouver les noms Tucher ou Ducher : c'est une famille de 3 générations de cadraniers à Nuremberg ; ces cadrans portatifs y étaient très en vogue au XVIe siècle.

En bas à gauche, des inscriptions en allemand : GROS UND KLEIN UHREN, c'est-à-dire *Les grandes et les petites heures*. Sur le petit disque en laiton l'inscription DA STED DIE GROS UHR (*Voilà la grande horloge*) : elle est graduée de 8 à 24 tandis que l'autre est graduée de 4 à 12 avant midi et de 1 à 8 après midi.

Enfin en dessous, à l'envers et toujours en allemand TAGLEND (*Durée du jour*) : l'index est pointé sur 16.

Il faut dire un mot ici du comptage des heures de Nuremberg : l'année est divisée en 16 portions inégales comportant un nombre entier d'heures de durées égales. Entre le 15 mai et le 11 juillet (autour du solstice d'été) la durée officielle du jour est fixée à 16 h. Et la durée de la nuit est de 8 heures. Au lever du Soleil vers 4 h du matin, la grande horloge affiche 8 h et au coucher du Soleil vers 8 h du soir, elle affiche 24 h. Et à midi, on lit 16 h. Au fil des saisons lorsque la durée du jour raccourcit, à midi on affiche 17 h, 18 h, 19 h ou 20 h. Voyons les graduations en face du curseur : 16, 15, 14, 13, 12, 11, 10, 9, 8 et on revient en sens inverse, de 9 à 15 : nous avons ici les 16 portions d'années en usage à Nuremberg.



Sur la face extérieure inférieure (photo ci-contre) une volvelle lunaire : ce sont les heures lues à la lumière de la Lune. Sur la couronne extérieure, les 29 jours et demi de la lunaison. Ici on a affiché 15 donc la Lune est approximativement pleine. La couronne intermédiaire convertit en heures du Soleil. Les heures correspondent mais bien sûr 12 h à la Lune, c'est 0 h au Soleil.

Ce boîtier est donc un vrai petit « nécessaire astronomique ».

L'image qui a été choisie pour le timbre, c'est le couvercle et elle est à l'envers… Elle nous a tout de même permis de mettre un peu de science sur nos timbres pour « lettre verte ».

Rappelons au passage qu'une lampe UV fait apparaître une bande phosphorescente sur les timbres verts, tandis que les timbres rouges destinés aux lettres prioritaires ont deux bandes phosphorescentes !

Conclusion : elle sera pessimiste. Ce timbre aurait dû être un évènement pour la France car c'est le premier, le seul et unique timbre intitulé cadran solaire… La France émet environ 400 timbres par an mais bien peu de timbres ont un rapport avec les sciences, hormis un peu de faune et de flore. Quant à l'astronomie, en France, elle se fait aussi rare que le Soleil en hiver en Arctique : 2 timbres « astronomie » sur un total de 392 en 2020.



Anne-Marie LOUIS fut professeur de sciences physiques en lycée ; elle a découvert en 1979 l'astronomie et les cadrans solaires grâce au CLEA, et s'intéresse particulièrement à l'astronomie dans les timbres. Le site de Michel Lalos http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires a été très utile pour cette enquête ainsi que le livre de l'exposition organisée en 2013-2014 par la galerie Delalande http://www.antiquites-delalande.fr

LES CADRANS SOLAIRES À HEURES TEMPORAIRES

Pierre-Louis Cambefort

Les heures « temporaires », encore appelées « inégales », « bibliques » ou « juives », correspondent à un découpage en 12 heures de la durée du jour. L'heure temporaire est donc la douzième partie de l'intervalle de temps compris entre le lever du Soleil et son coucher : au lever du Soleil il est 0 h, à midi 6 h et au coucher du Soleil 12 h.

> *Les heures temporaires ne doivent pas être confondues avec les HEURES BABYLONIQUES qui prennent pour origine le lever du Soleil et se terminent au prochain lever de Soleil et qui sont donc, elles, des heures égales se déroulant sur 24 heures. LES HEURES ITALIQUES, elles aussi heures égales, ont pour origine (et fin de période) le coucher du Soleil.*

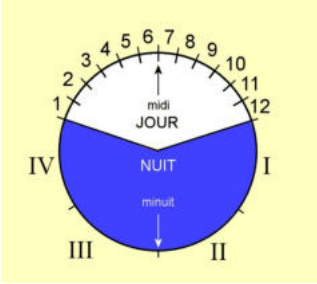
Outre les cadrans solaires indiquant l'heure solaire, on peut rencontrer des cadrans où sont tracées des heures temporaires, babyloniques, ou italiques. Nous nous concentrerons dans cet article sur les cadrans à heures temporaires.

Seules les heures temporaires étaient en fait utilisées de l'Antiquité jusqu'au XVI^{e} siècle, période où les horloges mécaniques ont fait leur apparition. Les civilisations de l'époque vivaient avec le Soleil et n'étaient pas, comme nous actuellement, liées aux heures égales pour les rendez-vous, les durées du travail … et j'en passe !

La majorité des cadrans solaires antiques qui nous sont parvenus sont donc des cadrans à heures temporaires tracés à l'intérieur de sphères ou de portions de sphères (voire de cônes car plus faciles à réaliser) et sont appelés des « scaphés ».

Rappelons que les cadrans solaires reposaient uniquement sur des gnomons (ou styles) horizontaux, le style polaire (parallèle à l'axe de rotation terrestre) étant inconnu, et que l'heure était indiquée par l'ombre de l'extrémité de ce gnomon, d'où de grandes difficultés à lire les heures proches du lever ou du coucher du Soleil sur un cadran plan, d'où l'utilisation de cadrans sphériques. Toutefois, nous sont également parvenus des cadrans solaires plans, comme celui retrouvé à Pompéi (photo ci-dessous) ou les 8 cadrans solaires de la Tour des Vents d'Athènes (voir article de Jean-Luc Astre dans le n°3 de ce magazine).

Schéma d'heures temporaires de jour et de veilles militaires nocturnes, en hiver, dans la Rome antique





Cadran plan horizontal à heures temporaires retrouvé à Pompéi (Italie)



Cadran solaire de type scaphé faisant partie des vestiges des thermes romains d'Aix-en-Provence (France)

L'heure temporaire dépend donc du jour de l'année et de la latitude du lieu où l'on se trouve. Sous nos latitudes, elle varie au cours de l'année de 40 min au solstice d'hiver à 1 h 20 min au solstice d'été et ne sont identiques à nos heures égales actuelles (60 min) qu'aux équinoxes. A l'équateur, heures temporaires et heures égales sont bien sûr de 60 min toute l'année. A proximité des pôles, les heures temporaires sont nulles lors des nuits de 24 h…

COMMENT TRACER DES HEURES TEMPORAIRES SUR UN CADRAN SOLAIRE ?

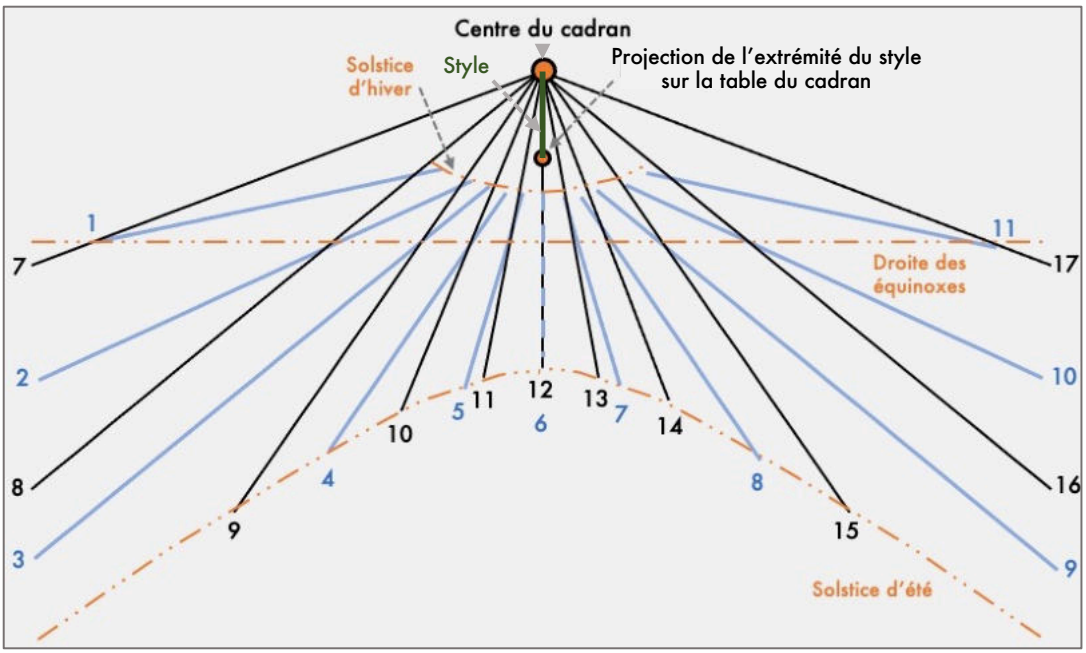
Sur un cadran solaire classique équipé d'un style polaire, les heures temporaires peuvent être tracées (en plus des heures solaires classiques). Elles ne sont pas rectilignes mais en sont très proches, et nous ferons l'approximation de les considérer comme des droites.

Rappelons qu'un « arc diurne » est l'arc qu'un astre parcourt au-dessus de l'horizon au cours d'une journée. L'arc semi-diurne H_0 entre le lever du Soleil et son passage au méridien est donné par la formule, bien connue des gnomonistes : $\cos H_0 = -\tan \varphi \,.\, \tan \delta$, φ étant la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil (cette formule ne tenant pas compte de la réfraction à l'horizon ni du diamètre du Soleil). L'heure temporaire vaut, au jour considéré (défini par la déclinaison du Soleil) $HT = k \,.\, H_0/6$, avec $k = 0$ au lever du Soleil, et $k = 6$ lors du passage du Soleil au méridien (et H_0 ayant été converti d'angle en mesure de temps : 15° correspondant à 60 min).

Les tracés des cadrans horizontaux ou verticaux en heures temporaires utilisent les formules classiques les définissant mais en remplaçant l'angle horaire H par l'angle A défini par $A = n \,.\, \arccos(-\tan \varphi \,.\, \tan \delta) / 6$, avec $n = 0$ pour 6 h temporaire, $n = 6$ au coucher du Soleil (12 h temporaire) et $n = -6$ au lever du Soleil (0 h temporaire)

Ci-dessous, pour illustration, un cadran solaire vertical plein sud sur lequel ont été tracées (pour une latitude de 45°) les heures solaires classiques (en noir) et les heures temporaires (en bleu). On remarquera notamment que les heures solaires convergent vers le centre du cadran (pied du style polaire), que les heures temporaires ne sont égales aux heures égales qu'aux équinoxes, et que les lignes de midi sont identiques.

Vous voilà préparés à mieux lire les cadrans antiques ou à rendre plus riche d'informations votre prochain cadran solaire…



Pierre-Louis Cambefort (pierre-louis.cambefort@orange.fr), ingénieur, artiste, et gnomoniste a été présenté en détail dans le n°1 du magazine, section « Parole à un gnomoniste ».

OMBRE, PÉNOMBRE ET PRÉCISION

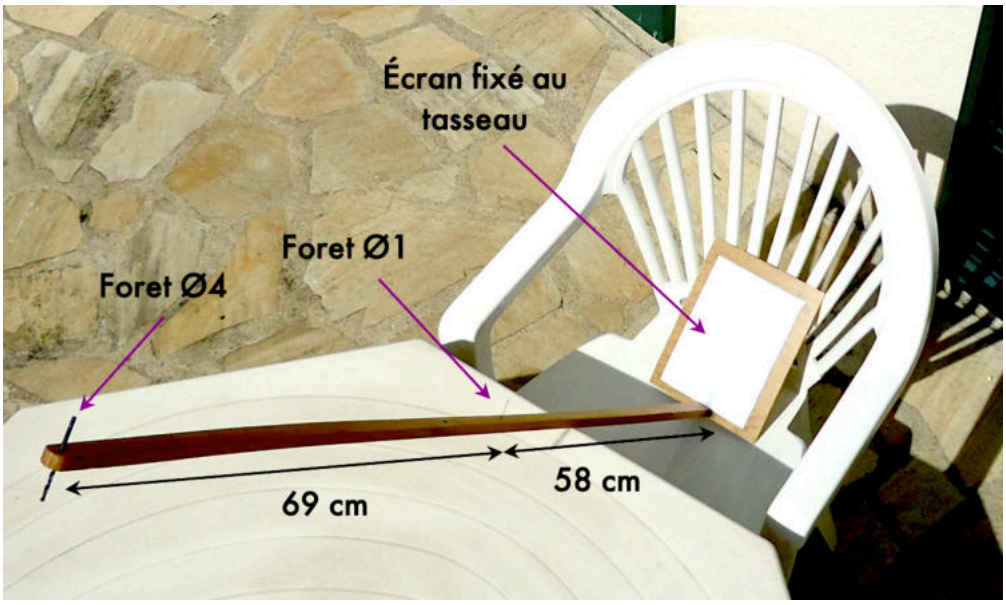
Yvon Massé

Les cadrans solaires, ou plutôt les méridiennes (cadrans solaires simplifiés qui n'indiquent que l'heure de midi), ont accompagné l'horlogerie pratiquement jusqu'à la fin du XIXe siècle. En effet, c'était un moyen simple de régler la marche des horloges et il était d'usage de placer dans les manuels d'horlogerie[1] un chapitre concernant la réalisation d'une méridienne.

Une des principales problématiques de cet instrument, quelle que soit la grandeur du dispositif et à cause de la surface du Soleil qui n'est pas ponctuelle, est que l'ombre reste toujours diffuse. Ainsi, elle ne permet pas véritablement de marquer un instant précis. La solution généralement retenue est l'utilisation d'un œilleton et de composer avec la symétrie de la tâche lumineuse qui correspond à l'image du Soleil[2] . Même dans ce cas, il est difficile d'apprécier à 10 secondes près l'instant de la coïncidence. Pour s'en convaincre il suffit de se rappeler que le déplacement d'un dixième du diamètre du Soleil s'effectue en 13 secondes.

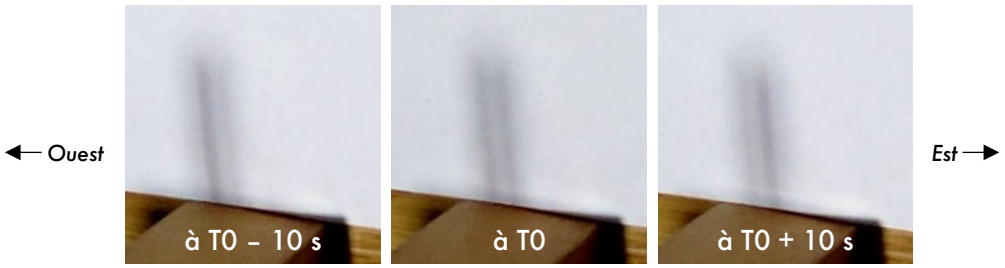
J'ai toutefois trouvé dans un manuel d'horlogerie[3] une configuration bien documentée, proposée par un horloger de Paris, qui permet d'apporter une solution originale à ce problème. Elle consiste à observer sur un écran l'ombre de 2 fils à plomb placés dans le plan du méridien. Ce qui m'a particulièrement intrigué c'est que l'ombre doit présenter une symétrie, ce qui paraît logique, mais avec une partie plus lumineuse au centre ! L'explication du phénomène est encore plus mystérieuse, l'horloger affirmant même : « L'effet est ici produit non par des ombres directes, mais uniquement par les interférences des rayons lumineux, question d'une théorie élevée dont il faut chercher l'explication dans les traités de physique » !

Pour mettre en œuvre simplement cette astuce et constater ce phénomène mystérieux, j'ai transposé la configuration des fils à plomb le long d'un tasseau de bois en considérant que la hauteur du Soleil au méridien était de 41 °, hauteur moyenne observée à la latitude de notre horloger, Paris. Voici le dispositif que j'ai réalisé.



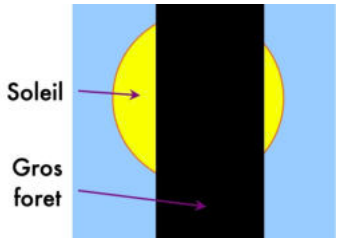
1. *J'ai recensé les numérisations disponibles sur Internet de ce type d'ouvrage ici : http://gnomonique.fr/bibli-horlo/*
2. *Voir l'article* Cadrans solaires à chambre obscure*, téléchargeable ici https://bit.ly/3v7hwIE, paru dans le magazine n°3*
3. *Nouveau manuel complet de l'horloger, 1863 p. 313 et 314. On peut trouver un numérisation de ce manuel ici : https://bit.ly/3vBq2VT , les planches se trouvent ici : https://bit.ly/3v4DqMx*

C'est presque avec étonnement que j'ai constaté que les ombres obtenues étaient bien conformes à la description (pourquoi en ai-je douté ?). Elles sont toutefois assez faibles mais bien distinctes. Voici, avec du rehaussement de contraste, les photos de ce que j'ai pu observer. La datation relative des photos permet d'apprécier la fugacité du phénomène et la précision qui peut en résulter.

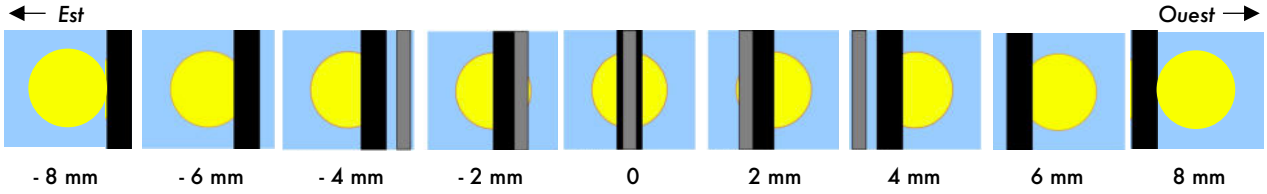


Dois-je l'avouer ? C'est grâce à cette expérimentation que j'ai pu comprendre le mystère de la bande lumineuse centrale qui, vous le constaterez, n'est pas particulièrement compliqué et relève simplement de l'optique géométrique. Le plus simple, pour l'expliquer, est de s'imaginer à la place du petit foret.

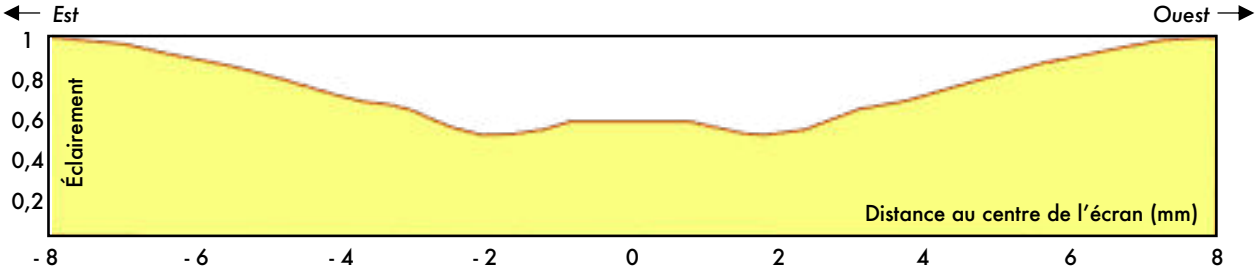
Que voit-on alors quand on regarde du côté du gros foret avec le Soleil dans l'alignement ? Quelque chose qui, à l'échelle, ressemble au schéma ci-contre. Le petit foret est donc éclairé par deux parties du Soleil et projette ainsi deux ombres distinctes. L'alignement parfait se produit quand les deux parties du Soleil sont de surface égale, c'est-à-dire quand les deux ombres correspondantes sont d'égale géométrie et de même intensité.



Pour évaluer plus précisément le phénomène « mystérieux », considérons maintenant les 9 schémas ci-dessous représentant, à l'instant précis de l'alignement, les positions relatives du Soleil, du petit foret (en gris) et du grand foret (en noir), vues depuis l'écran en se plaçant à différentes positions (notez que la taille du gros foret a diminué car on s'en est éloigné). L'éclairement de l'écran, à ces différentes positions, correspond à la surface visible du Soleil. On conçoit donc bien que l'éclairement passe par un minimum quand les forets sont vus côte à côte (à – 2 mm et + 2 mm du centre de l'écran) et qu'il augmente quand les forets passent l'un derrière l'autre, à l'endroit de l'alignement qui est pris pour origine des distances, faisant apparaître une bande plus lumineuse au centre !



On peut enfin paramétrer et tracer la courbe éclairement – distance (graphique ci-dessous) pour l'instant T0. Vous pouvez également observer l'évolution du phénomène, de T0 – 15 s à T0 + 5 s en cliquant sur https://bit.ly/3KbcO0B et apprécier ainsi la précision que peut apporter la configuration imaginée par notre horloger : la précision de la seconde qu'il annonce est tout à fait cohérente !



Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site http://gnomonique.fr/

LA PAROLE À UNE GNOMONISTE



« Je suis née à Palerme (Italie), où j'ai vécu en enseignant les sciences naturelles à l'Institut Supérieur Ettore Majorana et suis installée à Turin depuis quelques années.

Mon entrée dans le monde de la gnomonique remonte à 1988, lorsque lors d'un congrès de la SAIt, j'ai été fascinée par un poster de la prof. Giorgia Foderà Serio (Observatoire astronomique de Palerme) sur la Méridienne de Giuseppe Piazzi. C'était une belle occasion d'offrir à mes élèves un « laboratoire » préparé par un grand astronome et dirigé directement par le Soleil ! De là, le début de mes études sur les cadrans solaires et l'ouverture à l'enseignement didactique de l'Astronomie.

La transition des méridiennes aux cadrans solaires était naturelle : les identifier, les interpréter et les insérer dans leur contexte social était engageant mais je sentais que j'allais plus loin en apprenant à les calculer : le traité *Orologi Solari (*cadrans solaires*)* de Girolamo Fantoni a été décisif pour moi en ce sens. Les cadrans solaires que j'ai conçus au fil des ans (les premiers avec le regretté Francesco Crifasi) sont situés dans certains points remarquables de Palerme, certains sur des polyèdres, d'autres sur des murs verticaux ou inclinés. Pour leur réglage graphique et comme élément de vérification de mes calculs, j'ai ensuite utilisé l'excellent programme Shadows (https://www.shadowspro.com).

Avec les gnomonistes italiens, je maintiens un dialogue actif en proposant mes études aux séminaires nationaux, en organisant, en tant que présidente du Comité des gnomonistes siciliens, le dix-neuvième séminaire de Cefalù. J'ai également participé à deux réunions de la Commission Cadrans Solaires de la SAF, dont je suis membre, collaborant pour le livre sur les méridiennes du monde d'Andrée Gotteland dont je me souviens avec affection et estime.



Après ma retraite, je me suis consacrée à des études approfondies de l'astronomie culturelle sur des sujets qui ont émergé au cours des études gnomoniques, parmi lesquels j'aime souligner celui lié au profil scientifique de Roger II (fondateur du royaume de Sicile). En dehors du contexte sicilien, j'ai orienté mes études vers les méridiennes et les cadrans solaires du Père Angelo Secchi, ainsi que vers l'Astrolabium catoptrico gnomonicum de Maignan au Palazzo Spada à Rome. Ces deux dernières années, j'ai collaboré avec l'Observatoire astronomique G. S. Vaiana pour la préparation du guide *Palerme. Deuxième étoile à droite (Éditions Les Bas-Bleus)*, qui permet de visiter la ville en capturant des témoignages architecturaux et iconographiques liés à l'astronomie et à son histoire.

Mon dernier projet gnomonique : quatre cadrans solaires pour les faces d'un polyèdre à base carrée positionné sur une colonne dans le jardin de la *Villa Ajroldi* (photo ci-contre), résidence du XVIII^{e} siècle d'une *Famille noble*, qui s'est distinguée à Palerme pour l'engagement social et pour le rôle culturel important de ses représentants. J'ai conçu les cadrans solaires *ex novo,* les cadrans d'origine n'étant plus présents. Les bords verticaux du solide sont orientés vers les points cardinaux (à +/- 1°), donc les cadrans solaires vers les directions intermédiaires, faisant assumer à la structure la fonction de rose des vents, donc de boussole solaire ».

Maria Luisa Tuscano mltuscano@gmail.com

LA PAROLE À UN CADRANIER



Ingénieur géomètre topographe diplômé de l'ENSAIS (aujourd'hui INSA de Strasbourg), **Joseph Auvray** (cadrans05@gmail.com) s'est toujours passionné pour l'esthétique et l'astronomie, deux caractéristiques des cadrans solaires…

Au début des années 80, il rencontre sa femme à Mont-Dauphin dans les Hautes-Alpes. Elle est artisan céramiste et voudrait réaliser des cadrans solaires en lave émaillée, ce qui garantit une excellente tenue dans le temps, l'exemple le plus connu étant celui des tables d'orientation, généralement en lave émaillée. Sa formation de topographe permet à Joseph Auvray d'approfondir assez vite la théorie, les calculs et les tracés gnomoniques.

Il réalise alors toutes sortes de créations personnalisées en lave émaillée : plaques de rues, plaques décoratives, tables d'orientation et, bien entendu, des cadrans solaires verticaux, horizontaux, inclinés, de toutes orientations, le plus souvent à style polaire. Il a aujourd'hui à son actif plus de 350 grands cadrans solaires, pour la plupart recensés à l'inventaire de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France. Dans un but pédagogique et pour laisser une trace écrite de ses travaux, Joseph Auvray a fait paraître en 2017 l'ouvrage *Cadrans solaires de l'Atelier Acacia* (Éditions du Fournel), présentant une cinquantaine de cadrans de sa création, chacun permettant de découvrir une composition originale. Sa passion pour la gnomonique est toujours aussi vivace : le lecteur intéressé pourra, en se rendant sur son site (www.atelieracacia.com), découvrir les multiples photos de ses créations anciennes et plus récentes.



Cadran solaire vertical déclinant (48° E) à Saint-Crépin dans les Hautes-Alpes (France)

Réalisé en 2020, il a pour dimensions 1,40 m x 1,50 m. Son originalité tient à l'encadrement du cadran solaire proprement dit qui a été découpé dans la lave. Il présente 3 devises latines que l'on peut traduire par « La lumière du jour indique », « Le temps met tout en lumière » et « La lumière dissipe les ténèbres »



Cadran solaire vertical déclinant (68° O) à Vars (Hautes-Alpes, France)

Réalisé en 2012 sur une seule plaque de lave émaillée recoupée en partie supérieure, il a pour dimensions 58 x 48 cm. On peut noter les courbes des solstices, l'équinoxiale et la courbe de la Saint-Claude. Sa devise DO SI SOL MI : « Je donne (l'heure) si le Soleil me donne (ses rayons) »

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

L'*Académie* de Platon (près du tombeau d'Academos) puis le *Lycée* d'Aristote (près du mont Lycabette) ont formé de nombreux philosophes de la Grèce antique. Cette mosaïque mise au jour à Pompéi, donc datée du début de notre ère, représente Platon, entouré de ses disciples, au pied d'une colonne surmontée par un cadran solaire…



UNE CARTE POSTALE

Un paysage bucolique, des moutons, un cadran solaire, l'ensemble traité sous forme de vitrail… C'est plutôt une carte de vœux (vierge au dos) qu'une carte postale : on peut l'acquérir sur le site https://etsy.me/3Nmy7PM pour moins de 5€ (frais de livraison compris).



UN TIMBRE

C'est un timbre de la série « Un cabinet de curiosités » cité par Anne-Marie Louis dans son article (pages 20 et 21 de ce magazine). Sur ce timbre figure une sphère armillaire qui n'est pas à proprement parler un cadran solaire, sauf lorsque sa bande équatoriale est graduée afin que l'heure solaire puisse être lue à l'ombre d'un style perpendiculaire au plan de la bande.

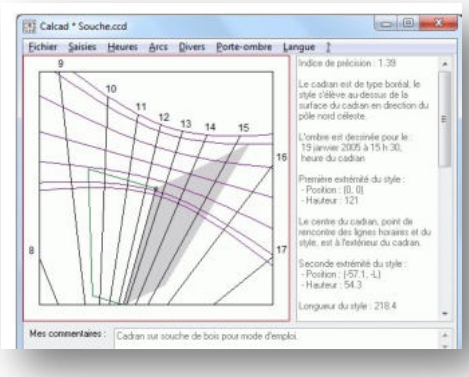


UNE VIDÉO

Une intéressante vidéo de http://www.ligloo.net repérée sur le fil Twitter de David Alberto (@David_alb_astro) qui explique pourquoi la Lune, dans la journée, semble ne pas être éclairée dans la direction du Soleil… Aller sur https://bit.ly/3qAT5R1 ou flasher le QR code.



ZOOM SUR...



UN LOGICIEL

Calcad http://gnomonique.fr/calcad/ permet de simuler et réaliser très facilement un cadran solaire sur un plan quelconque sans aucune connaissance spécifique (la méthode, originale, repose sur l'observation de deux points d'ombre afin d'obtenir l'orientation du plan). Il fonctionne sous Windows (NT/2000, XP, Vista et 7), GNU/Linux et Mac OS X. C'est un logiciel libre (« échangiciel ») mais vous vous engagez à transmettre une photo numérique de votre cadran à l'auteur du programme (Yvon Massé). Sympa, non?



UN LIVRE

Alpes du nord, italiennes et du sud. Ce livre d'images (photos de Pierre Putelat, photographe-éditeur) accompagnées de textes très intéressants de Paul Gagnaire, permet de parcourir agréablement ces territoires si riches en cadrans solaires (il est paru en 1993). À noter que les cadrans solaires des Hautes-Alpes font l'objet d'un autre ouvrage chez le même photographe-éditeur.

$$\tan A = \frac{\cos LAT}{\cos D \cot AH + \sin D \sin LAT}$$

LAT : latitude du lieu
AH : angle horaire du Soleil
D : déclinaison du mur

UNE FORMULE

C'est la formule permettant de calculer le tracé des lignes horaires d'un cadran vertical déclinant. Elle donne l'angle A des lignes horaires avec la ligne de midi (verticale) pour un cadran vertical déclinant d'un angle D compté négativement vers l'est et positivement vers l'ouest. Pour un cadran vertical plein sud (D = 0) la formule se réduit à $\tan A = \cos LAT \cdot \tan AH$



UNE DEVISE

TIME IS MONEY (le temps, c'est de l'argent)

Cette « devise » figure sur une pièce de 250 ngultrum de 2004 émise par le Bhoutan. Une devise quand même bien étrange pour ce pays qui a été pionnier dans le domaine du « Bonheur national brut »... Et merci à Michael Hromek du groupe cadran solaires de la DGC pour avoir mis cette image à disposition du magazine ! https://www.dg-chrono.de/fachkreis/sonnenuhren/

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUEL EST CE TYPE DE CADRAN ?

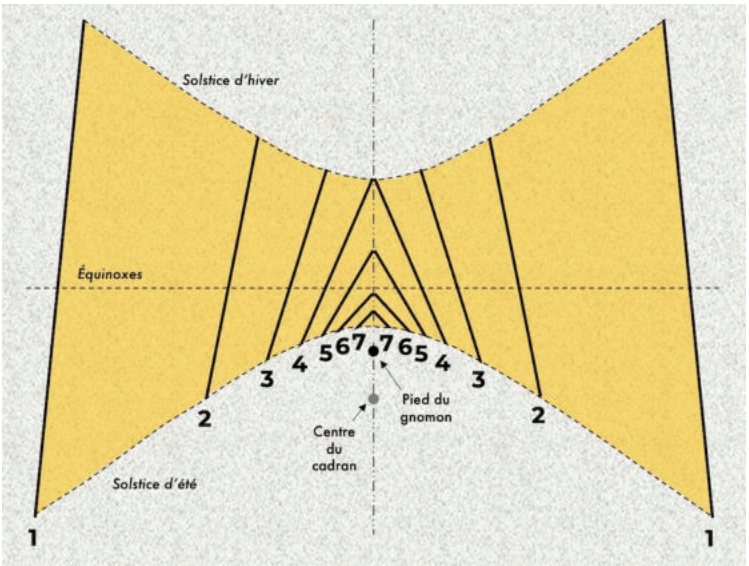
Quel est ce type de cadran qui célèbre les vins de la région de Beaune (France) et dont la devise invite à les découvrir : In vino veritas (la vérité est dans le vin) ? Un cadran à style polaire incliné par rapport à l'horizontale, un cadran polaire, ou un cadran équatorial ?



UNE ÉNIGME

DE MYSTÉRIEUSES LIGNES TRACÉES SUR UN CADRAN…

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr a tracé ce curieux cadran horizontal (à style vertical, dont l'ombre de l'extrémité indique l'heure solaire) pour la latitude de La Celle Saint-Cloud (France). Les lignes sont bien symétriques à l'axe du cadran mais sont curieuses: elles ne convergent pas au centre du cadran comme sur tout cadran horizontal classique, et les heures indiquées ne vont pas de 5 h ou 6 h du matin à 6 h ou 7 h du soir mais de 1 h à 7 h pour le matin et de 7 h à 1 h pour l'après-midi. Quelles lignes Pierre-Louis Cambefort a-t-il tracées sur ce cadran qui le rend en fait original et intéressant ?

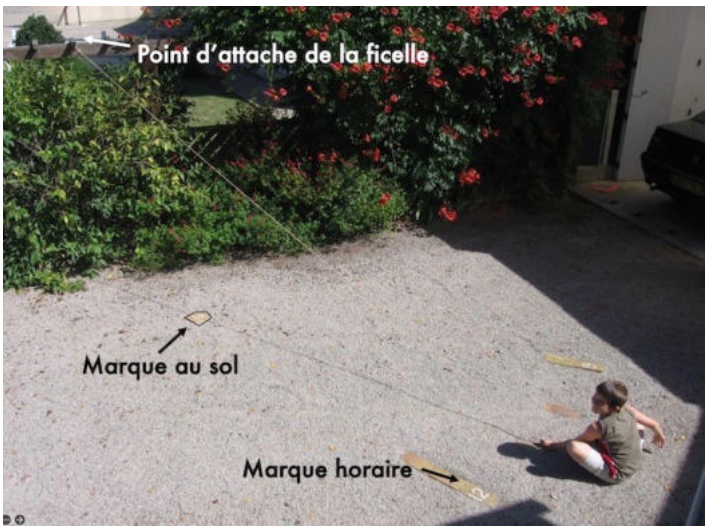


JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

LIRE L'HEURE AVEC UNE FICELLE…

Sur son site Internet http://www.cadrans-solaires.fr qu'il ne faut pas hésiter à parcourir en détail, figure un curieux cadran que Joël Robic a conçu et installé dans son jardin. Pour lire l'heure à l'aide de marques horaires disposées sur le sol, il suffit que l'on tende une ficelle afin que son ombre passe sur une marque au sol… Sauriez-vous trouver le principe de conception d'un tel cadran ? Si vous ne voyez pas la réponse a priori et n'avez pas encore découvert le cadran « 1, 2, 3, Soleil » de Claude Gahon en page 34, prenez le temps de le faire : les deux cadrans ont des principes similaires…

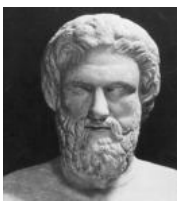


UN TEST RAPIDE

QUI A ÉCRIT…

Dans quelle comédie classique trouve-t-on ces mots : « Toi, tu n'auras pas de souci, lorsque l'ombre du cadran (solaire) sera de dix pieds, que d'aller, gros et gras, vers le dîner » ?

- « L'Assemblée des femmes » d'Aristophane (V^e siècle avant notre ère)
- « Le Songe d'une nuit d'été » de Shakespeare (fin du XVI^e siècle)
- « Dom Juan ou le Festin de Pierre » de Molière (XVII^e siècle)

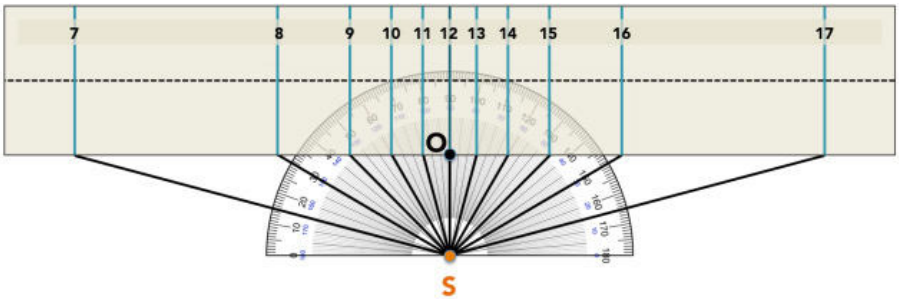




SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

On remarque des lignes horaires parallèles et symétriques par rapport à la ligne de midi, ce qui est une des caractéristiques d'un cadran polaire. Sa table (où sont tracées les lignes horaires) est perpendiculaire au plan de l'équateur terrestre et donc inclinée par rapport au sol d'un angle égal à la latitude. L'heure solaire se lit à l'ombre de l'extrémité du style, parallèle à la table. C'est, avec le cadran équatorial, l'un des plus simples cadrans solaires à réaliser : il suffit d'un rapporteur pour en tracer les lignes horaires (voir le MOOC cadrans solaires https://bit.ly/3DlYeBF).



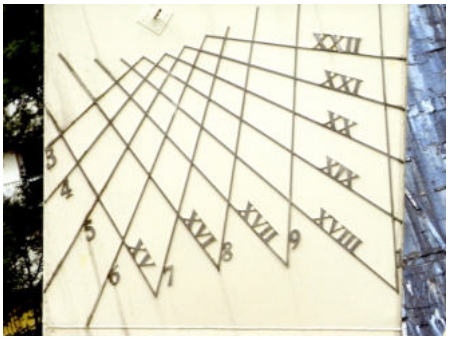
UNE ÉNIGME

Un cadran solaire indique traditionnellement l'heure solaire. Nous avons en outre abordé dans ce numéro (pages 22 et 23) les heures temporaires (inégales) qu'indiquaient les cadrans solaires dans l'Antiquité. Il existe également des heures babyloniques qui comptent le nombre d'heures écoulées depuis le lever du Soleil, et les heures italiques, qui comptent celles écoulées depuis le coucher du Soleil.

Dans ce cadran sont représentées à la fois les heures babyloniques pour le matin (partie gauche du tracé) et les heures italiques pour l'après-midi (partie droite), ou plutôt pour la partie droite, une dérivée des heures italiques : le nombre d'heures restant jusqu'au coucher du Soleil.

Ce cadran ne donne donc pas l'heure solaire (on peut superposer au tracé un tracé classique des lignes horaires mais la lecture devient difficile…) mais constitue un cadran original et intéressant pour ceux qui veulent vivre à l'heure du Soleil…

Et si vous voulez en savoir plus sur ces heures babyloniques et italiques, télécharger le document préparé par Pierre-Louis Cambefort https://bit.ly/3LkjEBW.



Un cadran solaire indiquant l'ensemble des heures babyloniques et italiques (parc scientifique du Près-la-Rose, Montbéliard, France)

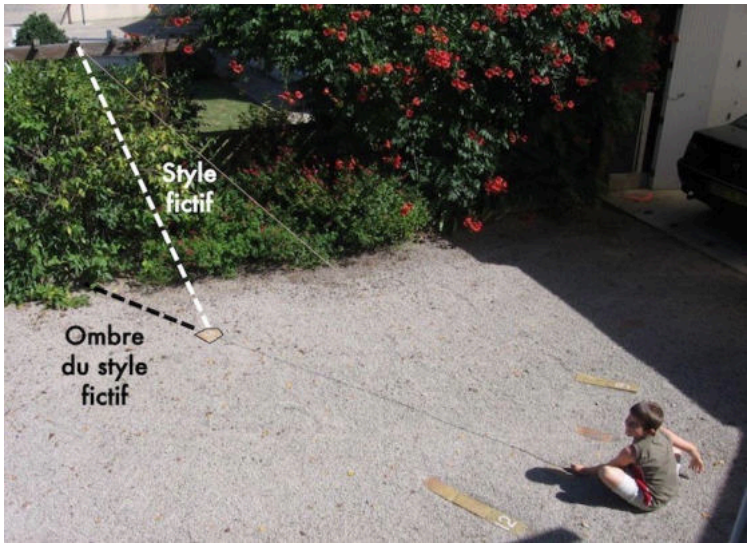
SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

C'est un simple (mais très astucieux) cadran solaire horizontal ! Le concepteur, Joël Robic, a en fait positionné la marque au sol et l'endroit où la ficelle est accrochée de sorte qu'en reliant les 2 points, on retrouve un style polaire, c'est-à-dire parallèle à l'axe de rotation terrestre.

Avec ce style fictif, nous nous retrouvons dans la configuration d'un cadran horizontal classique et lorsque l'enfant aligne l'ombre de la corde avec la marque, cette ombre se retrouve alignée avec celle du style fictif. Or cette ombre du style fictif indique l'heure solaire. Il suffira dès lors de reporter cette heure solaire à l'endroit où se trouve l'enfant (l'ensemble des heures solaires où l'enfant lit l'heure pouvant être indifféremment disposées selon une ellipse, un cercle, etc.).

Attention cependant : pour les heures solaires avant 6 h ou après 18 h, en été dans l'hémisphère nord, la haie empêchera l'enfant d'aligner l'ombre de sa ficelle avec la marque au sol…



UN TEST RAPIDE

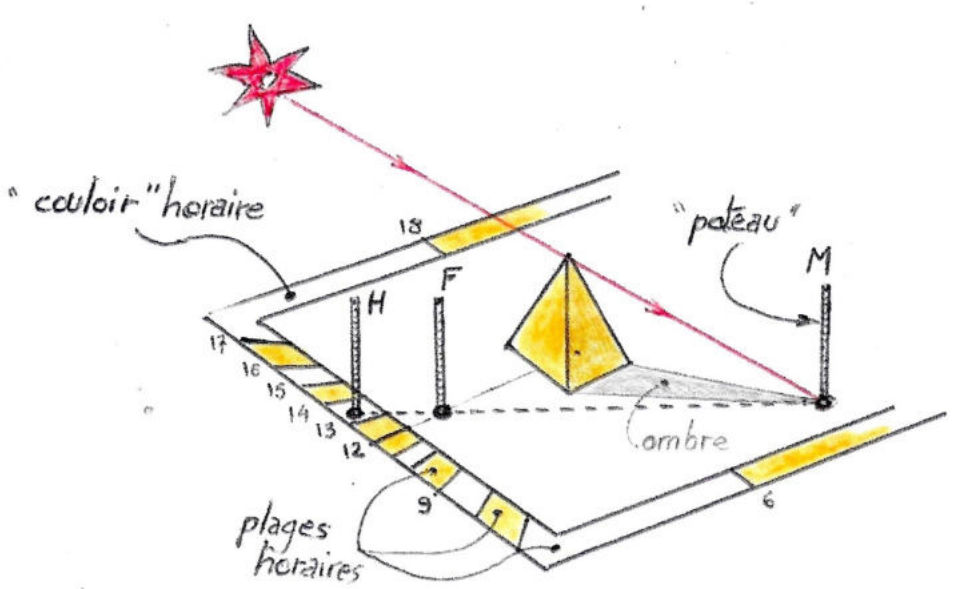
On trouve cette réplique dans « L'Assemblée des femmes » d'Aristophane, une preuve que les cadrans solaires étaient bien présents dans la vie de la Grèce antique…

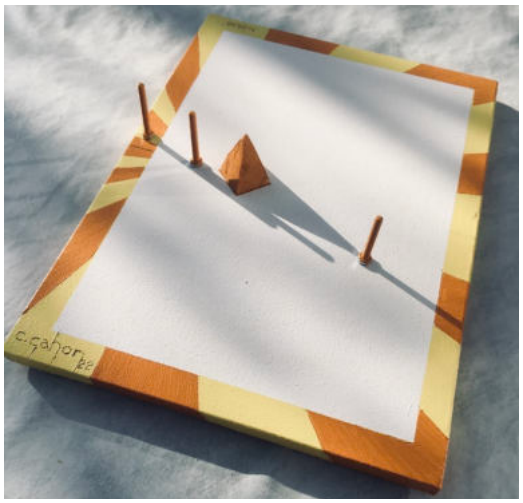
« L'Assemblée des femmes » est une pièce écrite vers 392 avant notre ère, à une période où la démocratie athénienne a été mise à mal par des tyrannies successives. Les Athéniennes, constatant l'incapacité des hommes à définir une société adéquate, sont décidées à prendre les choses en main. Elles se retrouvent à l'aube, vêtues en hommes (car les femmes n'avaient pas de citoyenneté politique), pour aller à l'Ecclésia (l'Assemblée) proposer de nouvelles lois…

Une pièce qui, outre son intérêt historique, se lit facilement et a conservé une grande partie de sa puissance comique et de sa pertinence...

1, 2, 3, SOLEIL !

Pour ce trimestre où le Soleil va pleinement briller dans l'hémisphère nord nous vous présentons l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr. Elle est intitulée « 1, 2, 3, Soleil », un jeu bien connu des enfants. Son principe de conception (voir au bas de la page) est similaire à celui du « cadran solaire à ficelle » présenté dans le problème de la page 31.





Le « poteau » F est fixe.

Placer le poteau mobile M sur la pointe de l'ombre de la pyramide.

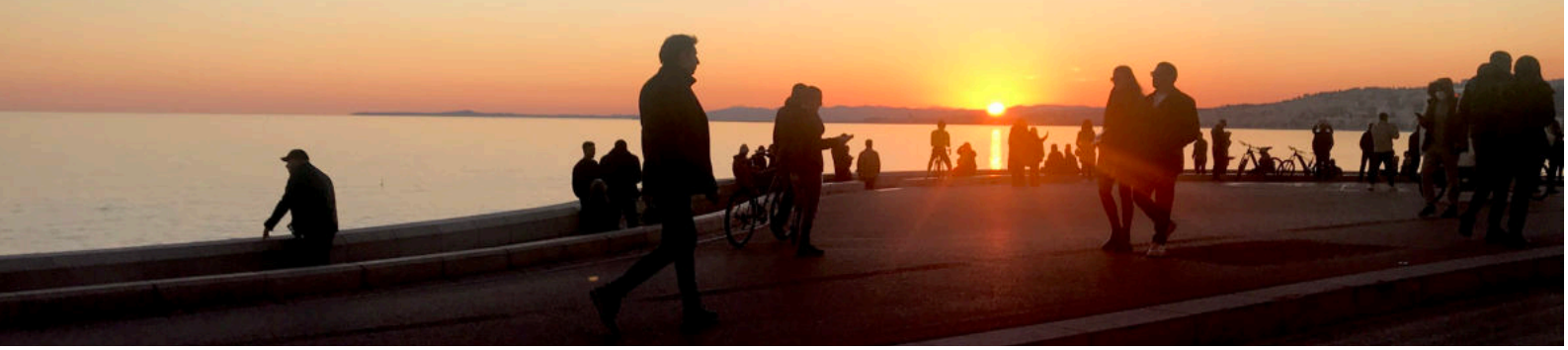
Déplacer le poteau horaire H dans le couloir horaire jusqu'à ce qu'il soit aligné avec les poteaux M et F.

L'heure solaire est celle indiquée par la position du poteau H dans le couloir horaire.

Ce cadran peut être installé dans une cour d'école, les enfants jouant le rôle des « poteaux ».

PRINCIPE DE CONCEPTION

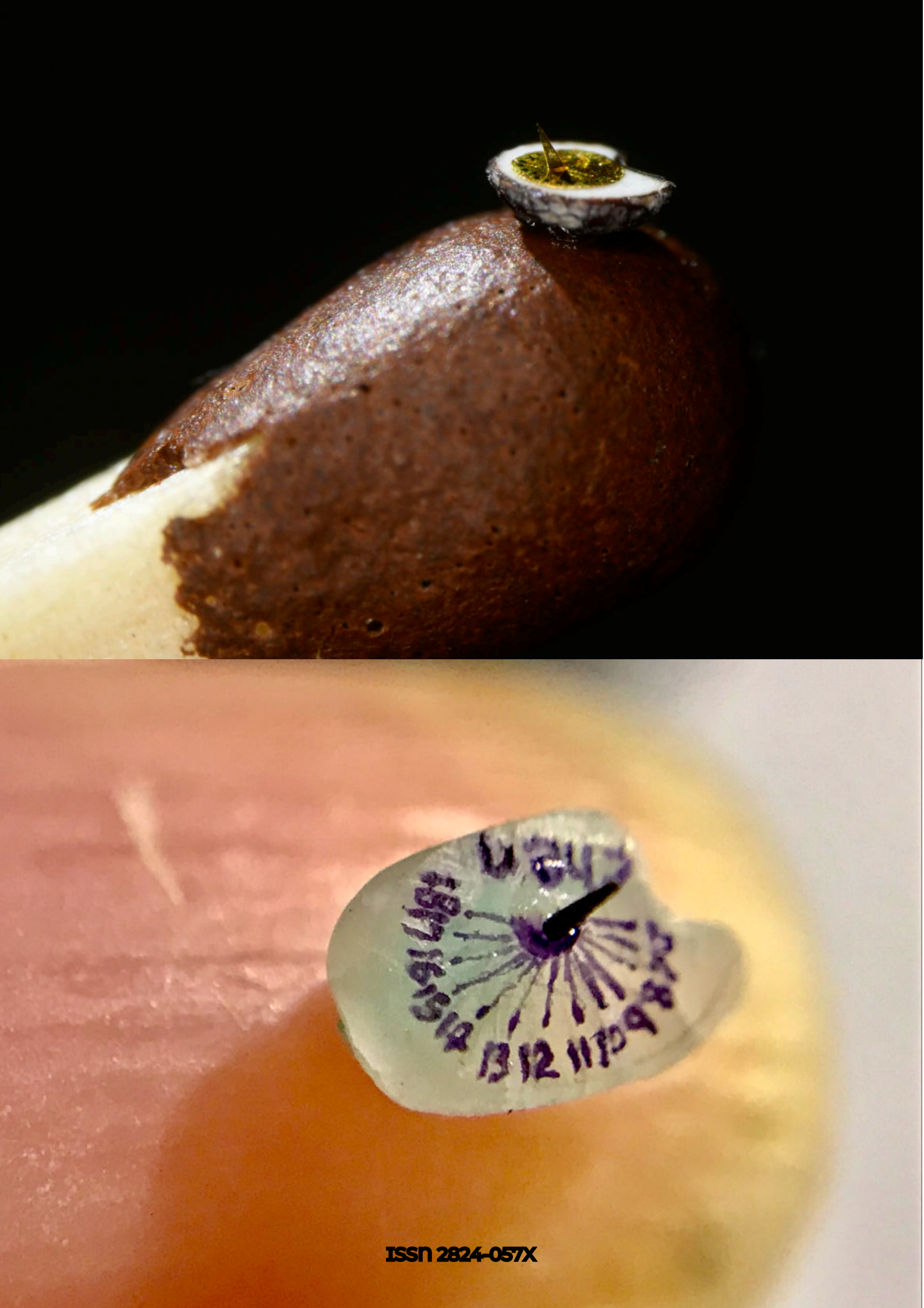
Il faut en fait imaginer que ce « cadran horizontal » est équipé d'un style polaire (parallèle à l'axe de rotation terrestre) allant de la base du poteau F au sommet de la pyramide (puis oublier la pyramide !). Dans ce cas la ligne allant de la base du poteau F à celle du poteau M se confond avec l'ombre du style sur le sol. Nous nous retrouvons ainsi avec un cadran horizontal classique dont on sait tracer les lignes horaires. En s'alignant avec les poteaux F et M, le poteau H se met en fait dans la direction de l'ombre du style et l'on peut dès lors inscrire dans le « couloir horaire », à l'endroit du poteau H, l'heure solaire indiquée par le cadran horizontal classique.



CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Jeremy Robinson
- Page 2 : Document Wikimedia Commons (Auteur : NASA, Fichier : MarsSunsetCut.jpg – Domaine public)
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 7 : Photos transmises par les lauréats du concours
- Pages 8 et 9 : Photo Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : NASA, Fichier : Mars-manned-mission-NASA-V5.jpg – Domaine public) – Illustrations Roger Torrenti
- Pages 10 et 11 : Illustrations Yves Opizzo
- Page 13 : Photo Michel Lalos – Copie d'écran du site http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires
- Pages 14 et 15 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Coyau – Fichier : Cadran solaire portail sud cathédrale de Strasbourg.jpg – Licence CC BY-SA 3.0) – Photos Hervé Staub
- Pages 16 et 17 : illustrations Bernard Trevisan / Roger Torrenti
- Page 18 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Mary Harrsch, Fichier : Bronze portrait of young athlete recovered from the Villa dei Papyri in the 1754 excavations 05.jpg – Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Accademia Ercolanese - Fichier : CS Jambon de Portici.jpg – Domaine public)
- Page 19 : Photos de Guido Petruccioli publiées avec l'aimable autorisation d'Alexander Jones
- Pages 20 et 21 : Photos du site https://collections.louvre.fr/ (© Jean-Gilles Berizzi) - Photos Anne-Marie Louis
- Page 22 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Aubry Gérard, Fichier : Schéma heures temporaires cadran.jpg – Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : BOCQUERAZ, Fichier : Cadran solaire scaphé des thermes romains.JPG – Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Kergeo, Fichier : Cadran plan Pompei 00.jpg– Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 23 : Illustration Pierre-Louis Cambefort
- Pages 24 et 25 : Photos et illustrations Yvon Massé
- Page 26 : Photos Maria Luisa Tuscano
- Page 27 : Photos Joseph Auvray
- Page 28 : Document Wikimedia Commons (Fichier : MANNapoli 124545 plato's academy mosaic (cropped).jpg – Domaine public) - Photo du site https://www.etsy.com - Photo du site https://www.wikitimbres.fr - Copie d'écran de la vidéo mentionnée
- Page 29 : Image tirée du site http://gnomonique.fr – Photo et illustration Roger Torrenti – Photo utilisée avec l'aimable autorisation de Michael Hromek (DGC)
- Page 30 : Photo Roger Torrenti – Illustration Pierre-Louis Cambefort
- Page 31 : Illustration Roger Torrenti d'après une photo de Joël Robic – Documents Wikimedia Commons (Domaine public)
- Page 32 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : antomoro - Fichier : Lesheures.jpg – Licence Art libre)
- Page 33 : Illustration Roger Torrenti d'après une photo de Joël Robic
- Page 34 : Photo et illustration Claude Gahon
- Page 35 : Photo Roger Torrenti
- Page 36 : Photos Vladimir Aniskin et Chen Forng-Shean

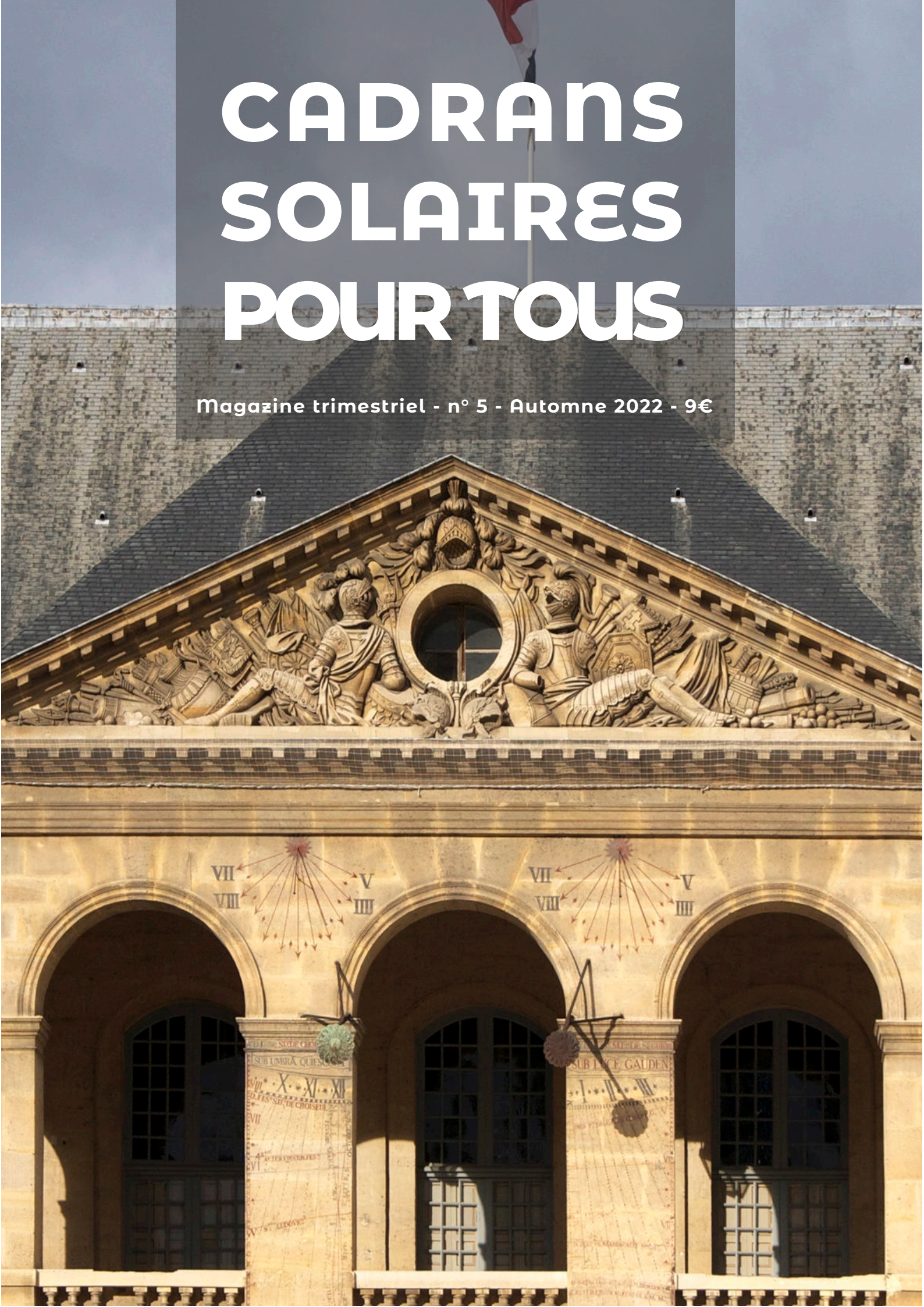
Ci-dessus : Coucher de soleil d'hiver sur la Promenade des Anglais à Nice (France)
Page suivante
En haut, le cadran proposé par l'artiste russe Vladimir Aniskin (http://vladimiraniskin.com/) réputé pour ses œuvres minuscules : il a obtenu une mention spéciale au Concours cadrans solaires pour tous 2022. *Le cadran mesure 0,6 mm de diamètre x 0,4 mm de hauteur et est réalisé à partir de feuilles d'or (et de peinture noire pour les lignes horaires), puis installé sur une graine de pavot coupée en 2 (il est présenté ici au bout d'une allumette). À voir également une vidéo montrant l'évolution de l'ombre du cadran sous un éclairage tournant (https://youtu.be/6wwFWSTzkmQ).*
En bas, le cadran solaire réalisé par l'artiste taiwanais Chen Forng-Shean (https://bit.ly/3EHmDSU) réputé pour ses sculptures miniatures. Il a également obtenu une mention spéciale au Concours cadrans solaires pour tous 2022. *Le cadran proposé est un grain de riz sculpté et décoré de 0,5 x 0,3 cm, présenté ici sur l'ongle de l'artiste.*



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 5 - Automne 2022 - 9€





SOMMAIRE

Éditorial	3
Actualités	4
Une brève histoire des cadrans solaires au Japon - Haruyuki Okuda	6
De petites montres antiques passionnantes à étudier – Christine Hoët-van Cauwenberghe	8
Cadran polaire et cylindrique - Henri Gagnaire	10
Anaximandre, aux origines de la science – Michèle Tillard	12
Cadsol disponible en ligne ! – Jean-Luc Astre	14
Témoignage d'une amateure passionnée - Monique Turpin	16
Genèse d'un record - Jeremy T. Robinson et Woody Sullivan	18
L'ultime cadran… - Geneviève Massé	20
Un bâton magique - Yves Opizzo et Roger Torrenti	22
Les heures au fil du temps - Pierre-Louis Cambefort	24
Équation du temps et solstices – David Alberto	26
Rencontre avec un antiquaire spécialisé – Éric Delalande	28
La parole à un gnomoniste - Riccardo Anselmi	30
La parole à un cadranier – Jean-Roch Moreau	31
Zoom sur…	32
Jeux et énigmes	34
Solution des jeux et énigmes	36
Colline aux Moaïs	38
Crédits photos et illustrations	39

Photo de couverture : 4 cadrans solaires ornent la façade sud de l'hôtel des Invalides à Paris : 2 (identiques) surplombent un cadran séparé en 2. Mais si vous visitez ce monument, ne manquez pas également les cadrans solaires des façades est et ouest !

Ci-dessus : un bel et assez peu courant « cadran solaire d'angle » à Saint-Crépin dans les Hautes-Alpes (France) : le style (unique) projette son ombre au cours de la journée sur le mur orienté sud-ouest puis sur le mur orienté sud-est (réalisation Bernard Masson-Sam).

ÉDITORIAL

Nous sommes heureux de vous compter parmi les lecteurs de ce magazine et espérons que vous aimerez ce numéro qui, pour la première fois depuis le lancement du magazine, compte 4 autrices, ce dont nous nous réjouissons. Vous noterez qu'il compte également 4 pages de plus (2 articles supplémentaires)…

N'hésitez pas à nous faire part (email au bas de la page) de toute remarque ou suggestion susceptible de rendre ce magazine encore plus proche de vos attentes, et n'hésitez pas à nous proposer des thèmes à traiter, voire des articles que vous seriez prêts à publier.

Bonne lecture à tous !

Roger Torrenti

Responsable de publication
Auteur du MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info/

> *Le MOOC Cadrans solaires*
>
> *Depuis son lancement en 2018, ce cours (ou formation) en ligne libre et gratuit, accessible à tous, a rencontré un large public, notamment dans le milieu enseignant et parmi le grand public, et ce dans l'ensemble du monde francophone. Plus d'un million de sessions sur le site du MOOC et 50 000 vues sur la chaîne YouTube associée au MOOC… Des chiffres qui ont encouragé l'auteur du MOOC à accompagner le MOOC du présent magazine. Pour accéder au MOOC, rendez vous à www.cadrans-solaires.info.*
>
> *Ne manquez pas le prochain numéro !*
>
> *Pour être informé de la parution du prochain numéro de ce magazine, suivez le fil Twitter @MOOC_CS et inscrivez-vous sur le forum du MOOC où vous pourrez échanger avec d'autres curieux ou passionnés, découvrir leurs questions et leurs réalisations. Pour vous inscrire à ce forum, rendez vous à https://bit.ly/3itRxUf.*

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence Creative Commons BY-NC-SA (sauf mention contraire)

Dépôt légal : septembre 2022 - ISSN 2824-057X

Il est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Anne-Marie Louis, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit et Roger Torrenti



Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

C'est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

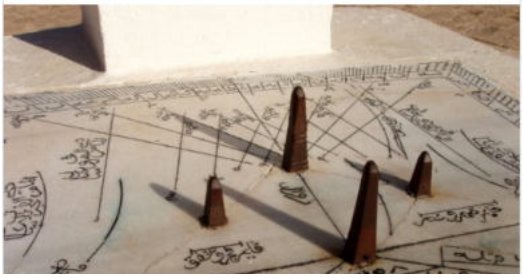
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 juin
Merci pour ce partage À noter sa devise (d'origine) 'sic vita fugit' (ainsi fuit la vie)

> **Richard Monvoisin** @RichMonvoisin · 8 juin
> Cadran solaire de 1727, à Arêches (73). Restauré par Evelyne Rey Peyrot



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 14 juin
Un des plus beaux exemples de cadran islamique, construit en 1842 qui marque les heures solaires, italiques et babyloniques, donne l'heure des prières quotidiennes et indique la direction de la mecque

> **DMKClub Kairouan** @DMK_Kairouan · 13 juin
> Cadran solaire horizontal situé dans la cour de la Grande Mosquée de Kairouan



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 16 juin
Si vous pouvez disposer d'une imprimante 3D, un beau cadran solaire équatorial à réaliser !

> **Easy3D** @Easy3D2 · 11 juin
> Aujourd'hui, faites-vous imprimer un cadran solaire !
>
> easy3d.io/search.php?q=s...
>
> #3dprinting #Impression3D #Easy3D #picoftheday #Home #Tool #Outil #CadranSolaire #Sundial



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 21 juin
Période de transition... Au début du XIXe siècle, cette montre suisse comportait à l'arrière un cadran solaire...

> **Whipple Museum** @WhippleMuseum · 19 juin
> Happy #NationalWatchDay!
>
> This is basically a double watch—a pocket watch on one side and a sundial on the other!
>
> It was made by J. J. Badollet in Switzerland in the early 19th Century.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 22 juin
Une belle vue aérienne du fameux Sundial bridge (pont cadran solaire) de Redding en Californie où le monumental gnomon du cadran solaire est intégré à la structure du pont

> **Erik Craft** @wecrafte · 21 juin
> En réponse à @JOEL9ONE
> Maybe not the craziest one on the list but if you end up traveling through Redding,CA on I-5 stop at the Sundial bridge. Yes it's constructed to be an actual sundia.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 15 août
Une publicité astucieuse...

> **The Wolf of Franchises** @franchisewolf · 14 août
> MCDONALD'S SUNDIAL BILLBOARD
>
> To promote their breakfast menu, this billboard in Chicago casts a shadow on what food item to eat at what hour of the morning.
>
> (h/t @TrungTPhan for surfacing this)
> Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 6 juil.
Sans cautionner l'idée de larcin 😇

> **Le Cartographe** 🗺️ 🍷 @lecartographe · 5 juil.
> Si j'étais un voleur voici ce que serait mon premier larcin ! 🥰
> #CadranSolaire



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 juil.
Belle photo du cadran solaire situé au sommet d'une montagne de plus de 4300m dans le Colorado Bravo!

> **Pix** @Top_Pix_ · 11 juil.
> [OC] I took a picture of a sundial at the top of Mt Evans 14,265ft



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 25 juin
Un beau cadran de berger en bois et laiton de la fin du XVIIe siècle

> **History of Astronomy** @HistAstro · 6 juin
> European wood and bronze column sundial designed for a latitude of 48°, unsigned, 1651-1725 @sciencemuseum collection.sciencemuseumgroup.org.uk/objects/co575/...



Vous avez retweeté

Cale/Gallagher @CaleGallagher · 15 juil.
Cadran solaire situé sur la tour de gauche de la Collégiale Notre-Dame-et-Saint-Nicolas à Briançon (Hautes Alpes)🌞



Vous avez retweeté

David Alberto @David_Alb_astro · 13 août
Cadran solaire à Mennetou-sur-Cher (41). Sur le mur de la Grange aux dîmes. Le mur est déclinant ouest. Il semble que les lignes horaires et les chiffres soient plus récents que le style en fer. #cadransolaire #sundial



Steph @Stephan95105295 · 9 juil.
Boussole et cadran solaire du XVIIe siècle (Nürnberg), Musée du Louvre



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18 juil.
Un bien original cadran solaire composé en fait de 7 cadrans solaires chacun étant orienté vers une rue convergeant vers la colonne À ne pas manquer si vous êtes à Londres

> **Ripper** @The_East_End · 15 juil.
> Another street origin. Seven Dials near Covent Garden was so called as seven streets converge at a roughly circular junction - the original layout dates from the 1690s. The original sundial column was removed in 1773, a replacement being installed in 1988/9 to the original design



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 26 juin
L'artiste taïwanais Chen Forng-Shean et son cadran solaire miniature gravé dans un grain de riz, lauréat du "Concours cadrans solaires pour tous 2022" cadrans-solaires.info/wp-content/upl..



UNE BRÈVE HISTOIRE DES CADRANS SOLAIRES AU JAPON

Haruyuki Okuda

Il n'existe que peu de documents sur l'histoire des cadrans solaires au Japon. Haruyuki Okuda a bien voulu, pour ce magazine, préparer la brève histoire suivante.

Dans les temps reculés, la mesure du temps relevait de l'empereur. On rapporte que l'empereur Tenji avait construit une horloge à eau en 660 mais aucune description de cadrans solaires n'est mentionnée dans la littérature qui nous est parvenue jusqu'à l'époque d'Edo (ou période Tokugawa) qui commence vers 1600.

Un cadran solaire semi-sphérique a été retrouvé dans la tombe du shogun Yoshimune Tokugawa qui mourut en 1751, mais il paraît devoir être mis au crédit de spécialistes étrangers.

Le plus ancien cadran solaire retrouvé à ce jour est en fait un cadran horizontal gravé sur pierre, installé dans le temple de Shiogama près de la ville de Sendai dans la région de Tohoku, au nord-est du Japon (photo 1 page ci-contre). Il aurait été offert en 1792 par l'érudit de l'époque d'Edo Shihei Hayashi mais semble une simple réplique d'un cadran européen introduit par les missionnaires jésuites. Un cadran similaire (cadran horizontal sur pierre gravée) est exposé au musée consacré au daimyo Shimazu Hisamitsu (1817–1887) sur l'île de Kyushu (photo 2).

Il est intéressant de souligner qu'en fait, les cadrans solaires les plus courants de l'époque d'Edo étaient des cadrans portables de différents types. Ils étaient quelquefois intégrés à un ensemble comprenant une boussole magnétique, une règle, du matériel d'écriture, et même des abaques (photo 3) et étaient probablement utilisés par des marchands et commerçants qui parcouraient le Japon pour leurs affaires.

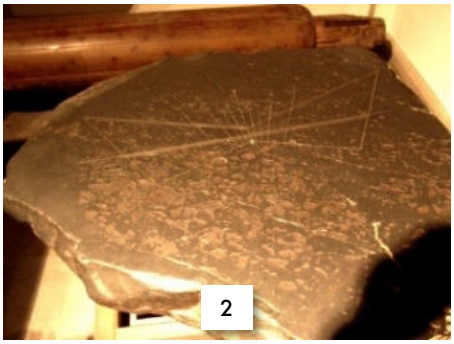
Cependant il semble que la plupart des cadrans portables n'étaient pas à usage pratique mais plutôt d'ornement, comparable au niveau fonctionnel au netsuke, cette petite boîte que les Japonais attachaient traditionnellement à la ceinture de leur kimono (photo 4). En outre, à l'époque d'Edo, les pèlerinages vers des temples et sanctuaires sacrés, ou vers la capitale Kyoto étaient à la mode et de simples cadrans solaires en papier faisaient souvent partie de ce qu'emportait le pèlerin.

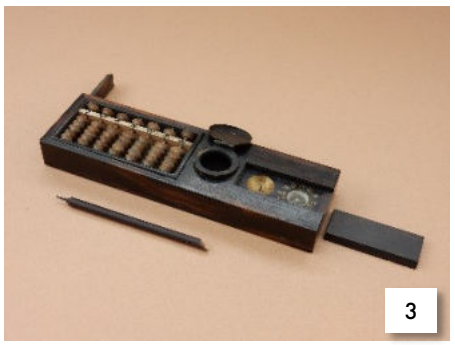
Pendant l'ère Meiji, qui s'étend de 1868 à 1912, l'influence européenne a été forte dans la culture japonaise. Le calendrier lunaire utilisé au Japon jusqu'alors a été remplacé par le calendrier solaire, et l'on construisit de nombreux cadrans solaires, à but pédagogique, dans les écoles, ainsi que d'autres, à but mémoriel, ornant des monuments célébrant la fin d'un parcours scolaire.

Après la seconde guerre mondiale, le ministère des postes a lancé une campagne afin d'encourager et de soutenir financièrement la construction de cadrans solaires dans les écoles, ce qui a conduit à de nombreuses réalisations, pour la plupart des cadrans classiques de type horizontal, mais également quelques cadrans uniques, tels ceux conçus et offerts par M. Ohara (cadran horizontal avec globe terrestre – photo 5) et M. Yabashi (cadran vertical avec analemme – photo 6).

Peu à peu, un développement rapide de cadrans solaires de différents types s'est produit au niveau des jardins publics, des musées et des instituts dans tout le pays. On estime que 400 cadrans ont ainsi été installés entre 1964 et 2002, et on en dénombrait environ 1 500 en 2018. Tous ces cadrans ont été soigneusement répertoriés par le professeur Masato Oki, ce qui l'a conduit notamment à publier son ouvrage « Cadrans solaires au Japon », dont certains cadrans intéressants sont reproduits ici (photos 7 à 10). L'auteur a, quant à lui, inventé un petit cadran solaire original, à symétrie sphérique, reposant sur une lentille sphérique hybride (photo 11).


1


2


3


5


6

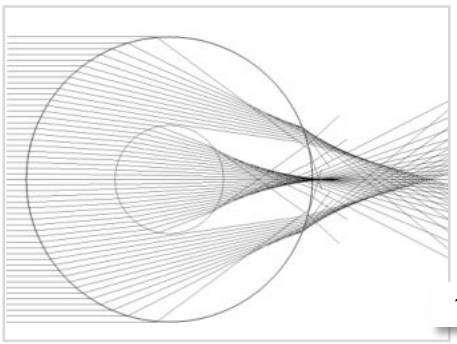

8

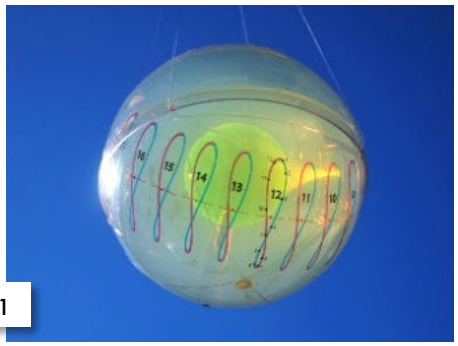

4


7


9


10


11



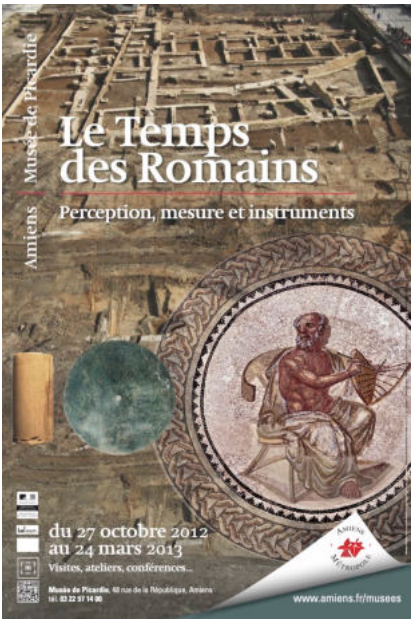
Bibliographie (J si en japonais, E si en anglais)

J - « Fascinant cadran solaire » - Yukio Ono
J - « Cadrans solaires du monde » - Akio Goto
J - « Cadrans solaires au Japon » - Makoto Oki
J - « Le cadran solaire : le plus ancien instrument astronomique » - Hiroshi Arakawa
E - « Un cadran symétrique à lentille hybride sphérique » - Haruyuki Okuda (Orologi Solari n° 3 - 2013 - https://bit.ly/3CCFb7K)

Haruyuki Okuda (hr-okuda@ra3.so-net.ne.jp) a passé sa carrière à l'Institut des sciences aéronautiques et spatiales (ISAS) de l'Agence spatiale japonaise (JAXA) et s'intéresse de très près, depuis sa retraite il y a 20 ans, à la gnomonique : il est le président actuel de la JSS, société japonaise des cadrans solaires (https://sundial.stars.ne.jp/).

DE PETITES MONTRES ANTIQUES PASSIONNANTES À ÉTUDIER

Christine Hoët-van Cauwenberghe



Les cadrans solaires portatifs antiques sont de petites montres antiques passionnantes à étudier… Il s'agit d'un savoir-faire gréco-romain et les données chiffrées sur ces cadrans portatifs (de 5,3 à 13,5 cm) montrent qu'il existait des notices copiées et accessibles aux curieux intéressés à reproduire ces petits objets. Ils furent fabriqués et circulèrent sous l'Empire romain dès le début de notre ère. On dispose à l'heure actuelle de 25 exemplaires connus.

En 2004, j'ai eu l'occasion d'admirer le premier objet de ce type que l'archéologue inventeur, Éric Binet, avait identifié comme une pyxide (forme de vase grec servant de boîte ou de coffret) d'un type hors du commun. L'épigraphie (l'étude des inscriptions anciennes) m'a permis de confirmer son intuition en lisant les mois et les repères, solstices et équinoxes, découvrant les courbes, mettant effectivement cet objet dans la catégorie des cadrans de hauteur.

Affiche de l'exposition qui s'est tenue au musée de Picardie à Amiens (France) en 2013, dont les collections accueillent deux objets de ce type (à gauche de l'affiche).

DES MONTRES POUR TOUTES LES CLASSES SOCIALES

Les cadrans de hauteur, que l'on a longtemps appelés « cadrans de bergers », tiennent dans la main, sont faciles à réaliser et se glissent facilement dans un sac puisque les aiguilles peuvent se rétracter et se trouvent alors logées dans le cylindre, protégées de toute torsion qui affecterait la précision de l'ombre portée. Dans l'Antiquité, on les façonne à l'aide d'os de bœufs ou d'équidés.

Celui qui a été trouvé à Amiens (Samarobriva antique, en Gaule belgique) a été maladroitement conçu, la grille a un dessin parfois rectifié, montrant que celui qui l'a réalisé, s'il était intéressé, n'était pas forcément un artisan spécialisé.

Valable pour une personne sédentaire (les cadrans de hauteur sont tracés pour une latitude donnée), cette montre devait surtout constituer une curiosité car si elle fonctionnait bien, elle n'était pas d'une grande précision. En tout cas, sa conception, une fois que l'on avait la notice, n'avait pas un coût élevé.

Étant donné qu'au cœur des villes, il y avait souvent un cadran solaire fixe, le modèle portable pouvait être utilisé par les commerçants fixant des rendez-vous à des clients ou à la campagne, dans les villas ou les fermes. On songe aussi au médecin indiquant une posologie dans laquelle l'heure de prise du médicament pouvait jouer sur le traitement. De même, la fabrication des potions incluait aussi des temps de cuisson, de repos ou autre qui nécessitaient un contrôle au moins approximatif du temps. Le cadran d'Este (Italie), présenté dans le N°4 du magazine, a ainsi été découvert dans la tombe d'un médecin oculiste.



Cadran solaire de hauteur trouvé à Samarobriva et exposé au musée de Picardie à Amiens (à gauche: photo, à droite: restitution des tracés et textes gravés).

Des montres antiques pour briller

Les cadrans portatifs universels eux aussi pouvaient être fabriqués à l'aide de notices qui circulaient dans l'Empire. Les petites erreurs repérées sur certains exemplaires ont permis de mettre en évidence ces copies, qui à force d'être recopiées se chargeaient d'erreurs…

Cette fois, le public qui faisait l'acquisition de ces objets était un peu différent. La possibilité de régler l'objet selon un nombre donné de latitudes, patiemment gravées à l'aide d'un stylet sur l'une des faces, servant d'aide-mémoire, était le fait de voyageurs comme l'indique Vitruve (9, 8, 1, horologia uiatoria et pensilia : *montres pour voyageurs, à suspendre*).

Là encore, les commerçants étaient bien placés pour en posséder. La gamme assez vaste des types, de la boîte au disque, en passant par l'anneau, permet d'imaginer, cette fois, un outil de mesure du temps dont le propriétaire est très fier.

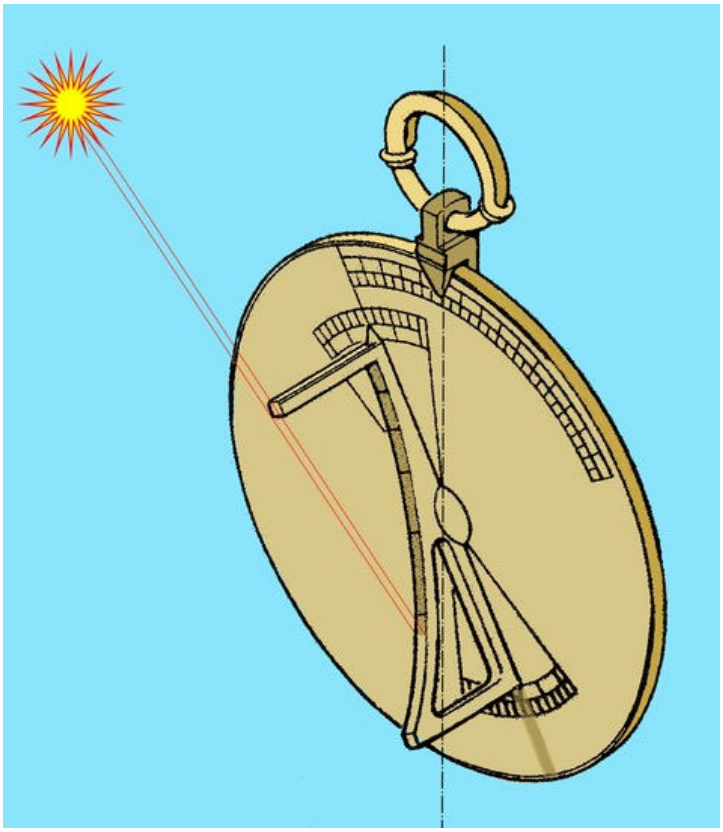
Souvent fabriqués en alliage cuivreux, ils ont l'allure de l'or, et brillent au soleil quand leurs utilisateurs les règlent pour lire l'heure. Cela explique que certains notables fortunés aient voulu acquérir ce type d'objets, présentant le double avantage d'un instrument techniquement intéressant dont on pouvait sans doute expliquer l'origine et le fonctionnement, mais également s'enorgueillir d'avoir été en mesure de l'acheter ou de le faire confectionner.

Une autre catégorie de personnes pouvait aussi être en possession de ces montres : les fonctionnaires romains. Comme on le sait, les agents de l'État étaient tenus de noter dans leurs registres l'heure à laquelle leur parvenait un ordre. L'Égypte fournit des papyrus où cette indication apparaît clairement.

Or, la présence dans les camps ou dans les centres urbains d'un cadran fixe pourrait impliquer que le cadran portatif n'était pas forcément très utile.

Toutefois, qu'un chef militaire ou civil ait ce type d'objet, beau, brillant, où les noms des provinces de l'Empire apparaissent, en latin ou en grec, il s'agit là d'un instrument lié au commandement ou à l'autorité : la maîtrise du temps et de l'espace était une donnée importante du gouvernement romain.

De ce fait, il est tout à fait envisageable de penser que les empereurs romains aient pu en donner en présent à leurs fonctionnaires comme ils leur offraient des objets de prestige tels des médaillons, des bagues ou des intailles, selon leur niveau de pouvoir.

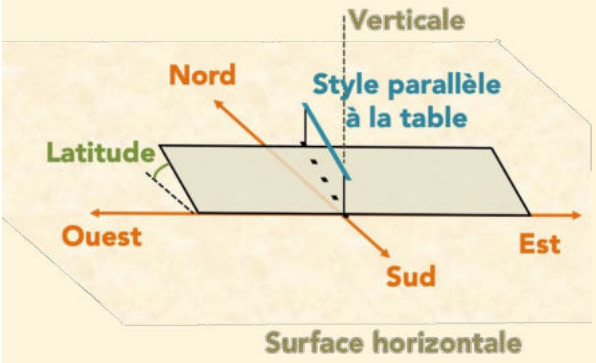


Principe de lecture d'un cadran portable universel datant de l'époque romaine (un tel cadran est exposé au musée d'Oxford (Angleterre).

Christine Hoët-van Cauwenberghe christine.vancauwenberghe-hoet@univ-lillefr est maîtresse de conférence HDR, Histoire romaine à l'université de Lille (France) et est autrice ou co-autrice de plusieurs ouvrages consacrés à l'Antiquité.

CADRAN POLAIRE ET CYLINDRIQUE

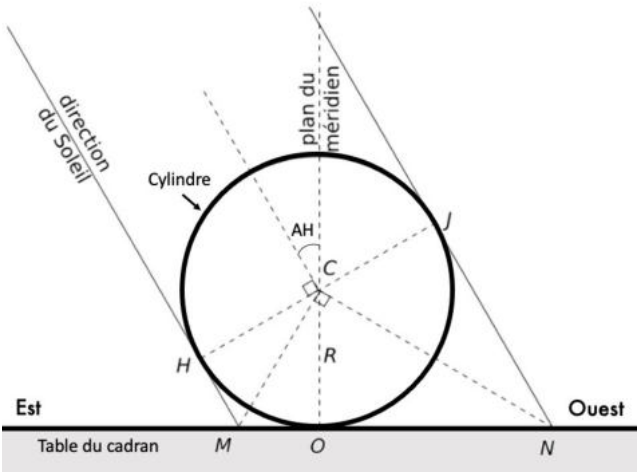
Henri Gagnaire



Le cadran polaire est, avec le cadran équatorial, l'un des cadrans solaires dont le concept est le plus facile à comprendre et dont la réalisation est la plus simple (il suffit d'un rapporteur pour tracer les lignes horaires).

La table du cadran est plane et inclinée d'un angle égal à la latitude du lieu par rapport au plan horizontal, le style est (lui aussi) parallèle à l'axe des pôles et les lignes horaires sont parallèles et symétriques par rapport à la ligne de midi solaire. Le style de tels cadrans est constitué le plus couramment d'une fine tige parallèle à la table ou d'une tige perpendiculaire à la table dont l'ombre de l'extrémité permet de lire l'heure sur la table. Outre le schéma ci-contre (dessiné pour l'hémisphère nord) le MOOC cadrans solaires donne plus de détails (voir https://www.cadrans-solaires.info/acces-au-mooc/) sur la conception et la réalisation de cadrans polaires (introduction ajoutée par Roger Torrenti à l'article ci-après)

Et si l'on imaginait un cadran polaire dont le porte-ombre serait constitué d'un cylindre tangent à la table ? Un cadran innovant ou un cadran déjà conçu et réalisé ? Je ne sais pas à vrai dire mais espère vous convaincre que l'étude d'un tel cadran est intéressante !



Le cadran imaginé est donc constitué d'une table plane et d'un cylindre de rayon R, tous deux, comme rappelé ci-dessus, parallèles à l'axe de rotation terrestre. Le cylindre est fixé sur la table afin que l'une de ses génératrices soit tangente à la table. Comment tracer les lignes horaires de ce cadran ? C'est en fait assez simple et leur calcul ne fait appel qu'à des notions mathématiques ou astronomiques assez simples.

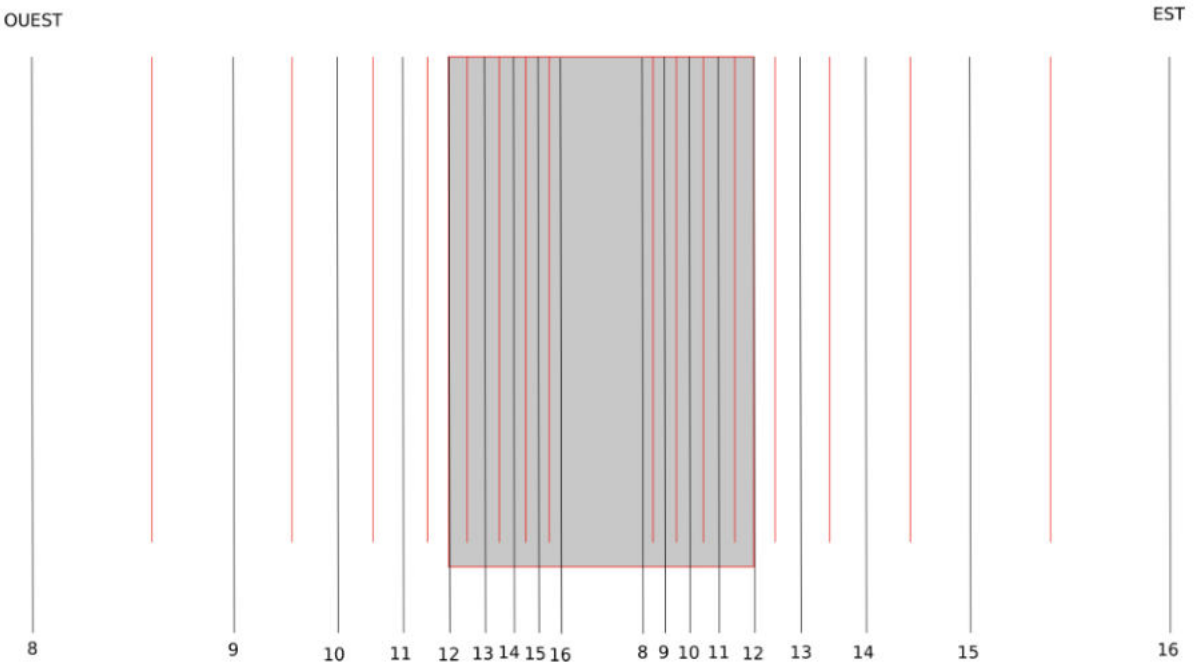
Considérons en effet le schéma ci-contre. Les ombres des deux bords du cylindre se projettent sur la table et permettent d'indiquer l'heure solaire. Il s'agit donc de calculer les longueurs OM et ON qui donnent la position des lignes horaires, qui sont logiquement des droites parallèles à la génératrice du cylindre.

Or, quelle que soit sa déclinaison, à une heure t, le Soleil est dans un plan qui fait un angle AH avec le plan du méridien, égal (en °) à 15 (t-12). L'angle OCM étant la moitié de l'angle OCH qui est égal à 90° - AH, OM est donc égal à R tan(45-AH/2).

Les triangles OCM et OCN étant semblables, on en déduit par ailleurs que OM/R = R/ON (les deux valeurs sont inverses l'un de l'autre). On peut dès lors tracer les lignes horaires, le tableau ci-contre donnant leurs valeurs pour les heures du matin. Quant aux heures de l'après-midi, elles se déduisent logiquement de celles du matin par une symétrie par rapport à la droite où le cylindre tangente la table.

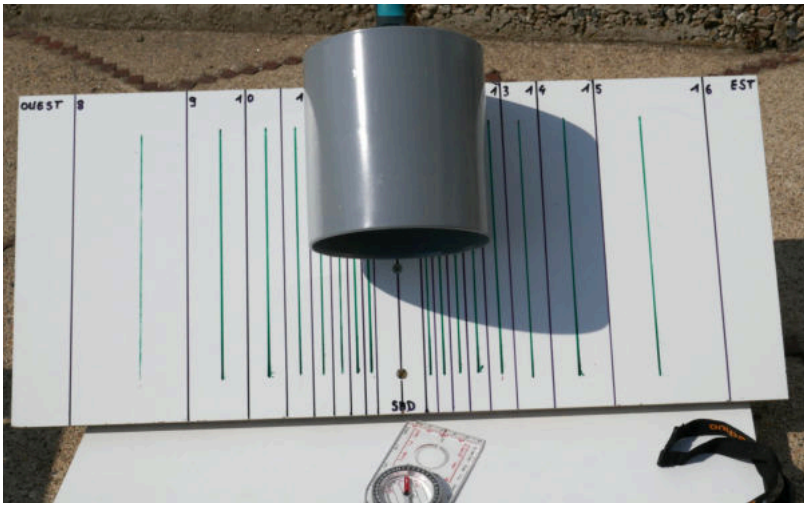
Heure solaire	OM/R	ON/R
12	1	1
11.5	0.8770	1.1403
11	0.7673	1.3032
10.5	0.6682	1.4966
10	0.5774	1.7321
9.5	0.4931	2.0278
9	0.4142	2.4142
8.5	0.3395	2.9459
8	0.2679	3.7321
7.5	0.1989	5.0273
7	0.1317	7.5958
6.5	0.0655	15.2571
6	0	infini

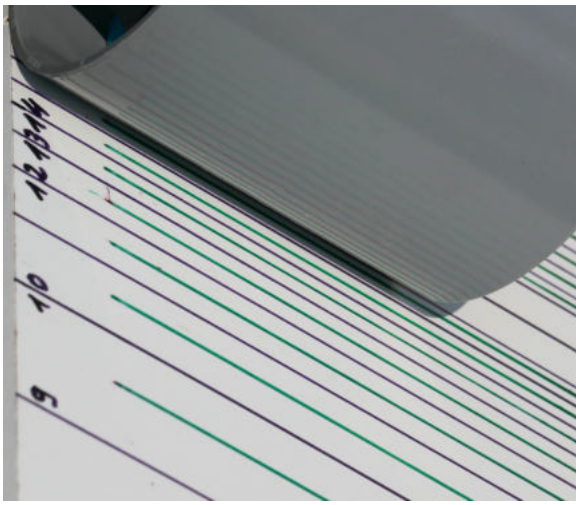
La figure ci-dessous montre le tracé des lignes horaires et l'ombre du cylindre à midi solaire lors d'un équinoxe.



Les photos ci-dessous du cadran expérimental réalisé selon ce principe ont été prises le 18 mai 2022 à 15 h solaire. Celle de gauche montre l'ombre extérieure. Celle de droite, prise quelques minutes plus tard montre l'ombre sous le cylindre et quelques lignes horaires supplémentaires dont celle de 12 h. Il faut reconnaître qu'il est assez difficile de lire l'heure sous le cylindre, surtout si le cadran est posé au sol...

L'utilisation d'un cylindre comme objet porte-ombre a deux avantages par rapport à l'utilisation d'une simple tige parallèle à la table. Tout d'abord, la lecture de l'heure s'effectue de chaque côté du cylindre. De plus, théoriquement, on peut lire l'heure même lorsque le Soleil est rasant à 6 h et 18 h...





Professeur de physique à l'université de Saint-Etienne, Henri Gagnaire henrigagnaire@gmail.com n'a découvert et ne s'est passionné pour la gnomonique qu'après sa retraite. Il contribue aujourd'hui activement aux activités de l'association Cherche Midi 42 https://sites.google.com/view/cherche-midi-42, dédiée notamment à la sauvegarde des cadrans solaires du département de la Loire (France) et à la diffusion des connaissances dans le domaine.

ANAXIMANDRE, AUX ORIGINES DE LA SCIENCE

Michèle Tillard



Anaximandre, représenté dans « L'École d'Athènes » de Raphaël.

On ne sait pas grand-chose d'Anaximandre, fils de Praxiadès, sinon qu'il naquit en 610 avant J.-C. à Milet, l'une des cités les plus florissantes d'Ionie, sur l'actuelle côte turque, et qu'il mourut vers 546, quelques années après avoir assisté à la chute de sa ville face aux envahisseurs perses. Au cœur du VI^e^ siècle, qui vit l'une des plus remarquables floraisons de la civilisation dans le monde méditerranéen, alors qu'Athènes n'était pas encore une grande puissance et que Rome, fondée un siècle et demi auparavant, se trouvait sous la domination des Étrusques, Milet était une plaque tournante commerciale, mais aussi intellectuelle et culturelle : grâce à sa colonie Naucratis, elle était en contact avec l'Égypte ; elle ne pouvait manquer de multiplier les échanges avec Babylone, peut-être même avec l'Extrême-Orient…

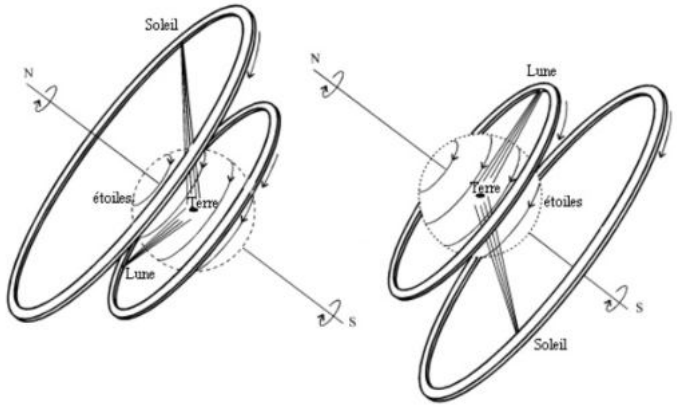
Quel était l'état des connaissances à cette époque ? Égyptiens et Babyloniens avaient commencé à élaborer une mathématique ; parce que la connaissance du temps et des saisons était de première importance pour l'agriculture et la navigation, l'astronomie s'était développée ; le mouvement des planètes était déjà connu, comme en témoigne Hésiode, cent ans avant Anaximandre, dans *Les Travaux et les Jours*. Mais l'interprétation des phénomènes, tout comme la cosmogonie, étaient encore prisonnières d'une explication mystico-religieuse : les dieux avaient créé le monde, et les événements naturels étaient en relation étroite avec le destin humain – la foudre, une éclipse signifiaient la mort d'un roi ou une défaite.

Mais avec Anaximandre, tout change. Son maître Thalès avait ouvert la voie, en mettant en forme nombre de théorèmes, et surtout en les démontrant ; mais pour la première fois dans l'histoire de l'Humanité, un homme tentait d'expliquer les phénomènes naturels de manière scientifique, c'est à dire en se fondant sur des raisons naturelles, et non pas religieuses : la foudre provient non d'une colère de Zeus, mais d'un phénomène lié au vent.

L'explication est sommaire, mais elle rompt avec la pensée mystico-religieuse. Pour la première fois aussi, la Terre était décrite comme entourée de toutes parts d'espace, dans un univers ouvert. Contrairement aux objets qui, attirés vers le bas, c'est-à-dire vers la Terre, tombent, celle-ci n'a aucune direction vers où se diriger : elle flotte et ne repose sur rien. Exit Atlas et son fardeau ! Cette simple idée a révolutionné l'image que l'on se faisait de l'univers, et ouvert la voie à la science moderne.

On doit à Anaximandre plusieurs ouvrages, tous disparus, et dont il ne reste qu'un fragment, et quelques mentions, notamment chez Aristote, qui peut-être possédait son Περὶ φὐσεως (*Sur la Nature*) dans sa riche bibliothèque ; si le titre de ce livre n'est guère original – tous les philosophes pré-socratiques en ont écrit un, et il a même été repris en latin dans le célèbre *De Natura rerum* de Lucrèce – sa forme, en revanche, est résolument nouvelle : il est en prose, rompant ainsi avec la tradition qui confondait poètes et philosophes, faisant de ces derniers des sortes de mages s'exprimant dans des vers quasi prophétiques ; le savant est un être de raison, il n'est pas inspiré par les dieux. Il ne prétend pas révéler une vérité absolue, mais un état des connaissances, à un instant T, qui ne manquera pas d'être remis en question par des recherches plus approfondies. Là encore, c'est une révolution.

On doit à Anaximandre, si l'on en croit des sources dont les plus anciennes datent de deux-cents ans après sa mort, de nombreuses découvertes : la toute première carte de la Terre, sur laquelle Hécatée, le premier géographe, s'appuiera pour élaborer la sienne qui fera si longtemps autorité ; la profondeur du ciel, et les distances différentes des étoiles par rapport à la Terre : il fut le premier à construire une sphère céleste et à établir l'obliquité du zodiaque (voir figure ci-dessous). Il eut même l'intuition que l'ensemble des animaux vivants provenaient de la mer, et s'étaient différenciés au fil d'une longue évolution.



Schémas du modèle de l'univers d'Anaximandre. À gauche, le jour en été; à droite, la nuit en hiver. (source Dirk L. Couprie)

Fut-il, également, l'inventeur du gnomon ? Même si Suidas l'affirme, c'est à vrai dire très peu probable : les Égyptiens utilisaient déjà cette tige verticale plantée en terre sur un plan horizontal pour mesurer les heures, et, par la variation de la longueur de l'ombre à midi, déterminer les saisons. Le solstice ne demandait pas de grands calculs, et probablement, Égyptiens et Babyloniens le connaissaient également ; mais c'est peut-être lui qui parvint à définir le calcul des équinoxes, plus complexe. On dit aussi qu'il alla à Sparte, qui au VI[e] siècle avant J.-C. n'était pas encore cette cité uniquement vouée à l'art militaire, pour participer à la construction, ou à la mise au point de cadrans solaires.

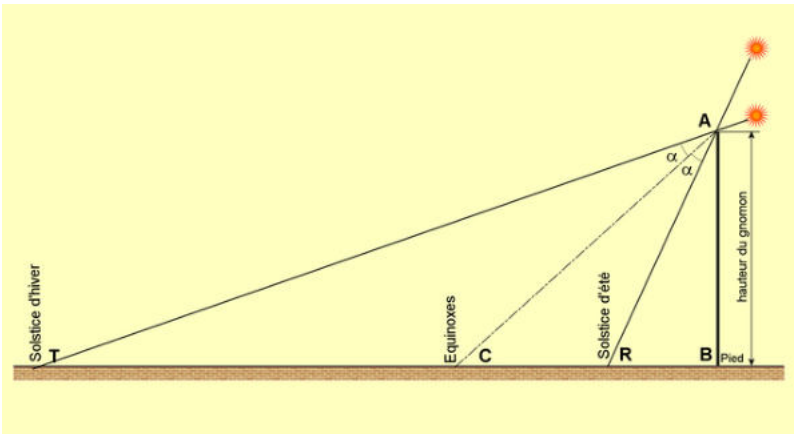


Schéma de l'utilisation du gnomon au temps d'Anaximandre. (source Gérard Aubry)

Anaximandre était reconnu comme un savant de toute première grandeur ; peu apprécié de Platon, il fascina en revanche Aristote, inspira Hécatée de Milet et Anaximène, et de nos jours Bertrand Russel, Nietzsche ou Heidegger. Son apport est aujourd'hui considéré comme une des plus grandes avancées de l'esprit humain.

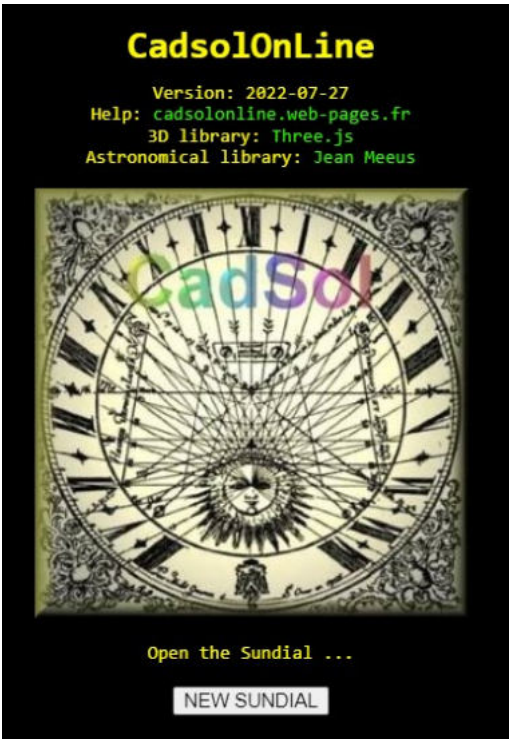
Michèle Tillard michele.tillard@gmail.com, ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de nombreux ouvrages et de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (voir https://philo-lettres.fr/)

CADSOL DISPONIBLE EN LIGNE !

Jean-Luc Astre

La version Windows du logiciel de cadrans solaires Cadsol est disponible sur SourceForge (https://sourceforge.net/), il y a actuellement 30 à 40 téléchargements par mois. Ce n'est pas négligeable, mais c'est quand même peu satisfaisant. Pourquoi ce nombre relativement faible ? Probablement pour les raisons suivantes :

- il faut télécharger le setup, le lancer, puis passer outre aux avertissements signalant que le programme n'est pas validé par une autorité de certification, ce qui peut être inquiétant pour l'utilisateur. Sans compter que Windows et MacOs deviennent de plus en plus restrictifs pour l'installation de logiciels libres.
- le programme ne s'exécute nativement que sous Windows. PlayOnLinux et PlayOnMac ne donnent pas entièrement satisfaction. Et leur utilisation est assez complexe.
- le compilateur (Delphi) utilisé n'est pas libre de droits, c'est une version gratuite qui peut ne plus exister du jour au lendemain. De plus il est bien moins répandu qu'il y a 25 ans.
- la bibliothèque graphique utilisée (GLScene) est open source, mais elle commence aussi à dater.



Pour ces raisons, il a été jugé pertinent de reprendre le logiciel avec les techniques et les outils actuels :

- mise en ligne du logiciel sur un serveur web (Cadsol devient CadsolOnLine) : rien à télécharger, rien à installer, pas de connexion ni de mot de passe, il suffit d'avoir l'adresse du serveur.
- le programme est écrit en JavasScript. Ce langage de programmation est open-source. C'est un langage objet, évènementiel, non typé, bien normalisé depuis 2019 (par l'ECMA) . C'est un peu verbeux, moins strict que le Pascal ou le C, mais on s'y habitue. L'interpréteur est disponible nativement sur tous les navigateurs modernes (Chrome, Firefox, Safari, Opera ..), sur tous les systèmes d'exploitation actuels (Windows, Linux, Mac, Android, iOS …) et tous les types de terminaux (ordinateurs de bureau, portables, tablettes, téléphones…). Des outils de développement sont téléchargeables facilement et gratuitement.
- le code source est immédiatement disponible dans le navigateur. Il suffit de faire un clic droit avec la souris, puis sur « télécharger le code source ».
- les navigateurs réalisent des traductions automatiques dans toutes les langues.
- génération de fichiers json pour les sauvegardes, de fichiers obj ou stl pour imprimante 3D, de fichiers svg compatibles avec Inscape, Illustrator, PaintShop, Gimp … ainsi qu'avec les logiciels de commande des fraiseuses numériques, des machines de gravure laser, des imprimantes professionnelles grand format (A1, A0, offset, etc.)

Les bibliothèques logicielles JavaScript utilisées par CadsolOnLine sont elles aussi open-source et libres de droits :

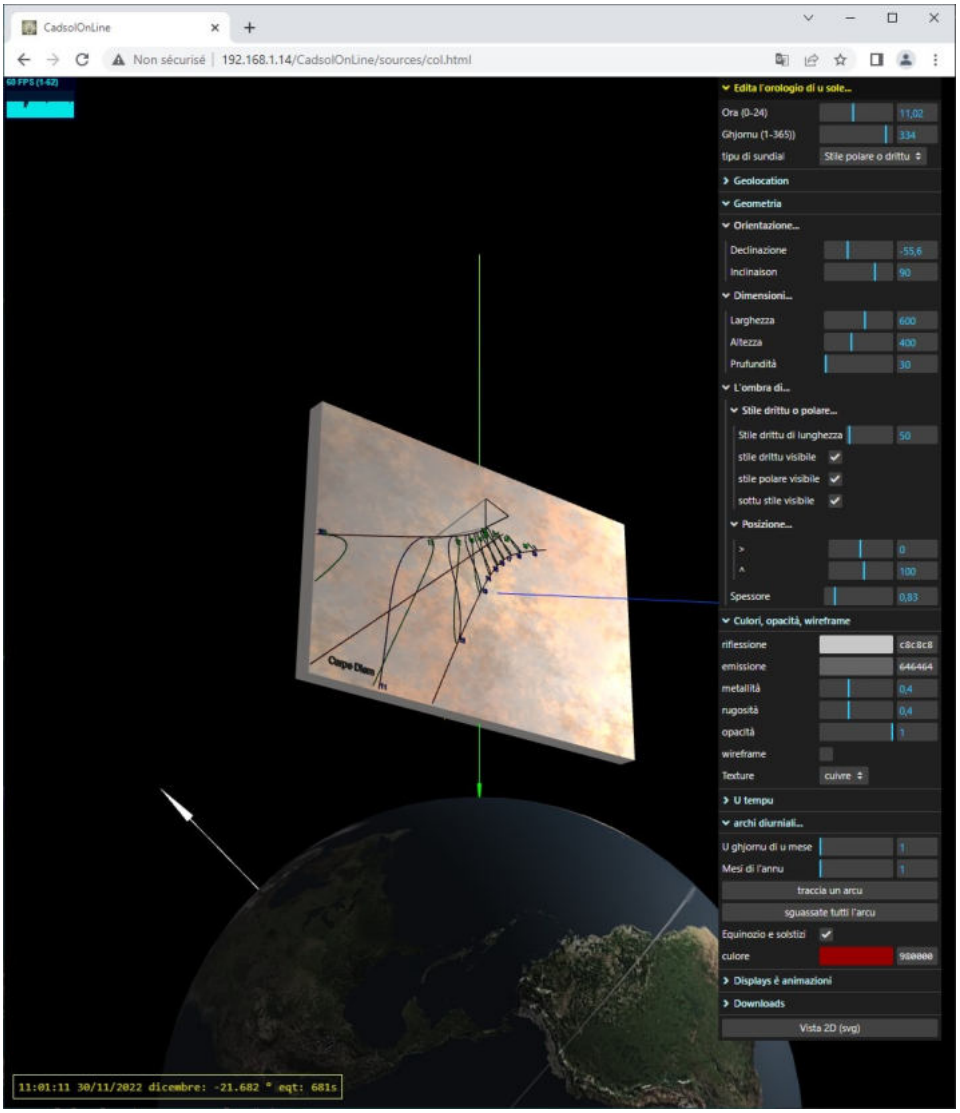
- THREE3D : pour l'affichage en 3D, les animations, la gestion des ombres et des lumières, l'import et l'export des fichiers numériques, 3D et 2D...

- Astronomia : pour tout ce qui est calcul astronomique (déclinaison du Soleil, équation du temps, etc.) Cette bibliothèque est une traduction en JavaScript de l'ouvrage bien connu de Jean Meeus : Astronomical Algorithms (Jean Meeus était membre de la Société astronomique de France),
- L'API lil-dat.GUI : pour l'interface graphique utilisateur.

Tout ce code source est disponible sur gitHub https://github.com/ dans des répertoires en libre accès, avec toutes les fonctionnalités habituelles (chargement et sauvegardes des versions, création de branches, de forks, etc.)

L'objectif, à plus ou moins long terme, est de constituer une communauté de développeurs, testeurs, validateurs et utilisateurs, volontaires pour participer à la création et à l'amélioration d'un logiciel open-source, libre de droits, gratuit, facile d'accès et ouvert à tous : amateurs de cadrans solaires, cadraniers, enseignants, animateurs de club d'astronomie, etc. Il n'y a rien à gagner, sinon l'honneur de participer à un projet culturel et pédagogique, en adhérant aux principes du logiciel libre.

Le logiciel en ligne, la documentation et l'aide sont disponibles sur le site https://cadsol.fr



Capture d'écran montrant une étape du tracé d'un cadran solaire avec CadsolOnLine (le menu est ici en corse, un clin d'œil aux vacances d'été…)

Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres choses : astronomie, informatique, biologie moléculaire... Il a commencé le codage de Cadsol dans les années 90.

TÉMOIGNAGE D'UNE AMATEURE PASSIONNÉE

Monique Turpin

N'allez jamais vous promener au marché de Noël de Strasbourg. Vous risqueriez de trouver sur un des étals un cadran solaire portatif. Il vous fera entrer dans un nouveau monde. C'est ainsi, il y a une quinzaine d'années, que j'ai commencé ma passion pour les cadrans solaires.

J'ai remarqué, enfin, au bout de 12 années, que sur le parcours effectué une fois par semaine, se trouvaient deux cadrans, un solaire et un lunaire, sur la façade d'un hôtel particulier lorrain. Et les questions sont arrivées. De plus en plus de questions. Et les réponses.

S'intéresser aux cadrans solaires vous conduit à tout. A vous poser des questions sur les techniques utilisées, très anciennes, si anciennes que vous voyagez dans le passé, dans l'antiquité, la préhistoire (peut-être), dans le monde entier.

Vous trouverez de beaux objets, minuscules ou grandioses. Ils sont aussi utiles qu'esthétiques. Je vous donne rendez-vous dans la cour de l'hôtel Amelot de Bisseuil, dit des ambassadeurs de Hollande, chez Chanel, où vous y trouverez 7 cadrans restaurés du père Truchet. Amazing ! qu'a dit un des touristes américains qui ne voulait faire qu'un selfie avec les lettres Chanel.

Vous trouverez également les cadrans peints dans des tableaux et des enquêtes historiques débuteront. Le nom du peintre ? Le lieu ? Une guerre ? Une destruction ? Une perte ? Et que s'est-il passé sur cette façade ? Un cadran solaire côté nord qui n'est que rarement fonctionnel ! Si proche du bâtiment des compagnons du devoir dans le 4e arrondissement de Paris. En fait, après enquêtes, vous serez transporté dans le Paris du début du XXe siècle, au milieu des calèches et du brouhaha des colporteurs. Et que dire de la Grosse Berta !

Voyager, non seulement dans le temps, mais dans le monde. Sans le vouloir, vous inventerez des itinéraires qui passeront à côté de cadrans solaires. Où ai-je mis mon smartphone pour consulter l'application de la CCS ? Ah oui, voilà, il est là. Ah ! C'est bien une méridienne, construit au XVIIIe siècle ? Oui c'est ça.

Mais des déceptions arriveront au tournant des visites. Des cadrans disparus, saccagés, prêts à être démolis comme celui de Lyon, que vous prenez en photo, les dernières photos. Il n'existera plus. Vous vous promenez sur la place de la Concorde, l'obélisque sert de gnomon, et vous voyez des ouvriers enlever des plots du cadran. Ils ne savaient pas à quoi servaient ces plots. « Un cadran, où un cadran ? Ah bon ! ». Trop tard, le mal est fait. Ils ont rénové la place de la Concorde. Et que dire de la secrétaire de la mairie du 8e arrondissement de Lyon qui n'a jamais su, pendant 10 ans, qu'elle garait sa voiture à côté d'un cadran solaire. Vous devenez un OVNI parmi vos semblables. Et lorsque vous évoquez la présence d'un cadran solaire sur Mars, alors là, patatras, « C'est qui cette dingue ? ».

Il y a bien entendu des objets connexes comme les instruments maritimes, les astrolabes, les nocturlabes, etc. Vous courrez au musée des Arts et Métiers les contempler et au Louvre, uniquement certains jours de la semaine. Attention, la salle des instruments mathématiques n'est pas accessible tous les jours.

Et que dire de l'étape de la fabrication du premier cadran. Allez on tente. Un bâton, facile à trouver. Ok, d'accord, le Soleil, parfois c'est moins évident. En deux mois de séjour à l'île de la Réunion, entre un cyclone et trois tempêtes tropicales, je n'ai pas réussi à faire un time lapse pour visualiser l'ombre portée du bâton sur le sol. Alors, question, quel est le parcours de l'ombre d'un bâton sur l'île de la Réunion ? *(NDLR: cette question fait l'objet du « problème gnomonique » page 31, dont la solution est donnée page 33 😊)*



Scaphé au Louvre (Paris)



Cadran solaire de l'église Saint-Candide de Bougue (Landes)



Cadran solaire à Bicqueley (Meurthe-et-Moselle)



Cadran solaire à Aubusson (Creuse)

Monique Turpin monique.turpin3@gmail.com alimente le blog http://lecadransolaire.canalblog.com/ dont sont issues les photos ci-dessus de cadrans solaires situés en France.



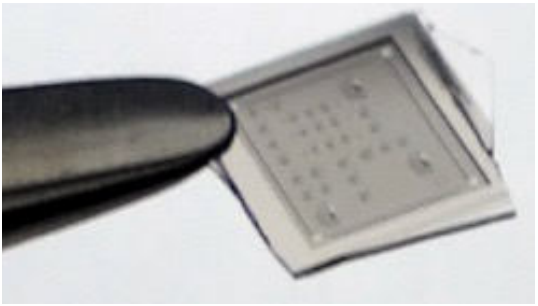
GENÈSE D'UN RECORD

Jeremy T. Robinson et Woody Sullivan

Jeremy T. Robinson (à droite sur le photo) et Woody Sullivan ont été lauréats du « Concours Cadrans solaires pour tous 2022 », dans la catégorie « Le cadran le plus petit » avec leur MicroDial *(voir numéro 4 de ce magazine). Ils nous expliquent ici la genèse de ce record (texte traduit en français depuis le texte original, en anglais, https://bit.ly/3QCAKOn communiqué par les auteurs).*

L'idée émergea au cours d'un voyage en voiture, en famille, l'été dernier (août 2021). Au milieu de discussions allant de la politique aux randonnées en montagne, Jeremy suggéra à Woody « Et si nous combinions nos expertises pour faire un cadran solaire vraiment petit ? ». Nous commençâmes à débattre de la faisabilité d'un tel projet et décidâmes bientôt d'essayer. Woody, un astronome à la retraite passionné de cadrans solaires serait garant des calculs gnomoniques et Jeremy, spécialiste des nanotechnologies, serait en charge de la réalisation du cadran. Ainsi se forma l'équipe beau-père / beau-fils en vue de créer le cadran solaire le plus petit du monde…

Pour réaliser un cadran très petit, nous avions besoin d'un gnomon le plus petit possible et d'une façon de lire l'heure sur une surface minuscule. Comment faire cela ? Les premières idées nous portèrent vers les nanofibres, les microbilles, voire l'utilisation d'un cheveu comme gnomon. Et peut-être intégrer un microscope au cadran afin d'apercevoir l'ombre ?



Des pincettes maintiennent la lamelle du MicroDial (sur laquelle ont été réalisés 30 tracés complets à des fins de test)

L'avancée capitale du projet est venue avec la prise de conscience qu'un cadran beaucoup plus facile à fabriquer n'utiliserait pas un gnomon, mais plutôt une ouverture, un œilleton. De plus, l'emplacement de l'œilleton pourrait être bien défini par l'épaisseur d'une vitre. Les lamelles de verre standard pour les échantillons de microscope peuvent être aussi fines qu'un cheveu humain (0,1 mm) et il existe des techniques pour imprimer par lithographie des lignes ou caractères très fins sur du verre. Un cadran à œilleton pourrait fonctionner dans cette configuration : œilleton sur la surface supérieure et tracé du cadran (lignes horaires et courbes des solstices et des équinoxes) sur la surface inférieure.



Masque du MicroDial posé sur le capteur d'un appareil photo

Mais restait la question de savoir comment lire le cadran, car nous voulions vraiment réaliser un cadran solaire fonctionnel, petit, précis et facilement lisible.

La deuxième avancée consista à réaliser que nous pouvions tout à fait voir le point lumineux transmis à travers l'œilleton du cadran à l'aide d'un appareil photo numérique standard ou, plus précisément, du capteur d'image d'un appareil photo sans ses objectifs. Les tailles typiques des pixels d'un appareil photo sont de 1 à 3 micromètres et le plan focal du capteur se trouve à sa surface.

Problème résolu ! Si l'on imprimait un côté de la lame de verre avec une ouverture soigneusement alignée sur le tracé du cadran de l'autre côté, puis si l'on posait le cadran solaire sur le capteur de l'appareil photo, le point lumineux projeté apparaîtrait au point avec le tracé du cadran et pourrait être facilement lu à l'aide de la sortie standard de la caméra. Les premiers prototypes se révélèrent très prometteurs au soleil. MicroDial était né !

Puis en janvier 2022, Woody découvre fortuitement le concours du plus petit cadran solaire du monde lancé par *Cadrans solaires pour tous*. Il était clair que nous devions participer au concours. Et c'était bien d'avoir une date limite : fin mai !

Nous avons beaucoup appris au cours de la construction d'une demi-douzaine de prototypes : comment manipuler et couper du verre très fin, comment aligner avec précision l'ouverture supérieure et le tracé du cadran inférieur, comment aligner correctement MicroDial sur le capteur de la caméra, comment recueillir des données solaires réelles et vérifier le tracé.

Un autre aspect de la conception de MicroDial est moins évident : le faisceau de lumière solaire traverse le verre, ce qui signifie qu'il est courbé (réfracté), et crée ainsi un tracé sensiblement modifié, surtout lorsque le Soleil est plus bas dans le ciel. Cet effet de réfraction est la raison pour laquelle le tracé du cadran solaire est différent des classiques cadrans horizontaux à œilleton. Le tracé final va de 8 h à 16 h et comprend les courbes des solstices et des équinoxes.

À l'approche de la date limite de soumission, deux tâches restaient à accomplir : finaliser la devise du cadran et choisir la meilleure façon de mettre en valeur la minuscule taille de MicroDial. D'autres membres de la famille, intrigués par le projet, ont proposé leur aide. Le père de Jeremy a fait don d'un de ses poils de moustache… pour montrer la petitesse de MicroDial, et la femme de Woody a suggéré de raccourcir une version antérieure de notre devise à sa forme finale de "Si peu de temps...". De fait, le temps pressait, et notre candidature fut finalement soumise au concours le… 26 mai !

Seul le temps nous dira combien de temps durera le règne de MicroDial en tant que cadran le plus petit…

SPÉCIFICATIONS FINALES
Tracé du cadran (pour une latitude de 38,8 °N) : 0,175 x 0,125 mm
Précision typique de lecture de ± 5 minutes

COMPARAISON DE TAILLES
Tracé du cadran : 1,6 x 1,1 cheveux humains
Environ 100 tracés peuvent tenir sur la tête d'une épingle
Taille de police des chiffres : 0,04 points

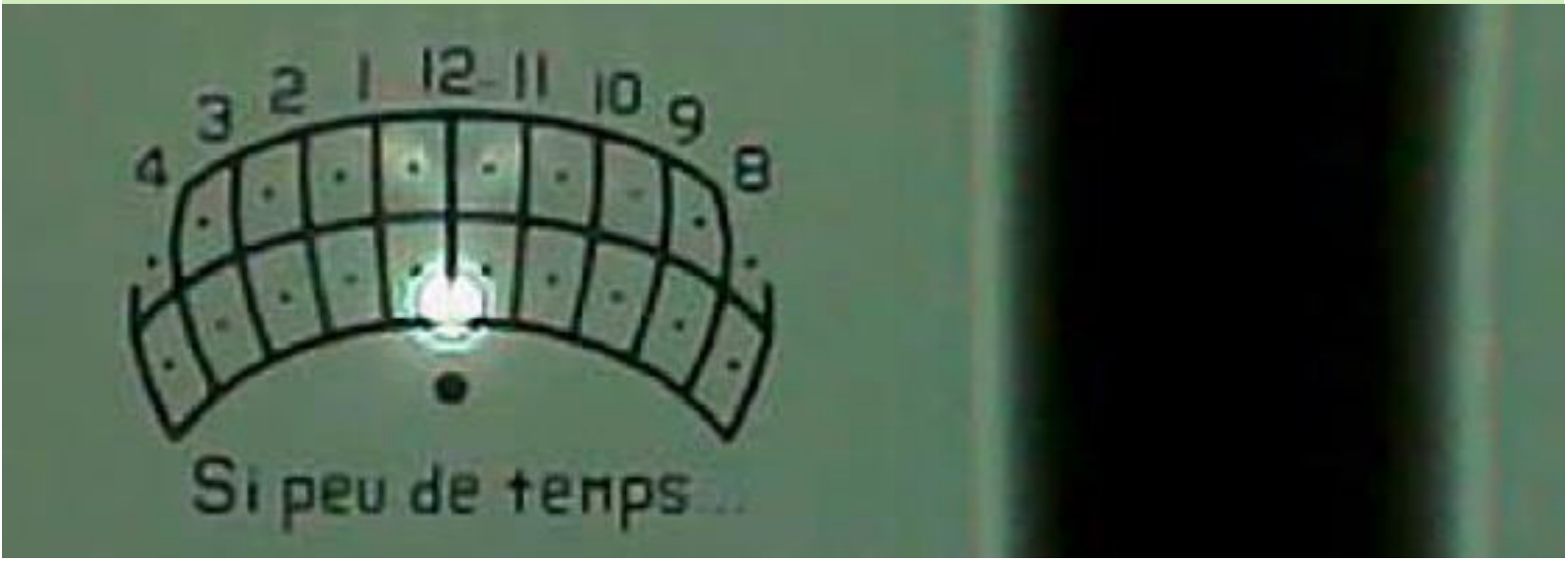
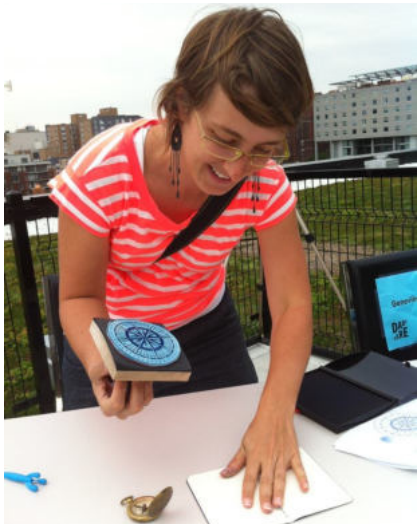


Image du cadran prise à midi solaire le 10 mai 2022, comprenant également (pour l'échelle) l'ombre d'un cheveu humain (d'une largeur de 110 micromètres soit 0,1 mm)

L'ULTIME CADRAN...

Geneviève Massé



C'est par passion, voire par obsession pour le temps qui passe que j'ai atterri dans le merveilleux monde des cadrans solaires en 2004. J'étais à ce moment aux études supérieures spécialisées en Design d'événements, où nous avions à élaborer une programmation pour notre projet de fin d'études.

J'avais choisi le Festival de la Terre qui se tenait aux alentours du 21 juin et l'idée de marquer la journée la plus longue de l'année par une programmation de danse à toutes les heures en était une base. Il s'agissait de faire le design d'une grosse horloge qui allait sonner à chaque heure, pour ensuite faire place à une danse traditionnelle d'un pays du fuseau horaire qui débutait la journée du 21 juin. Comme une danse du Soleil, pour chaque fuseau horaire.

C'est en discutant avec ma colocataire de ce projet qu'elle m'a lancé : « Mais, pourquoi tu fais pas un cadran solaire ?!? » Sans plus tarder, j'ai tapé « cadrans solaires Québec ». J'ai découvert La Commission des Cadrans Solaires du Québec. Quelques jours plus tard, j'avais rendez-vous avec André E. Bouchard, le président et fondateur de la Commission, pour lui partager mon concept de programmation et d'événement.

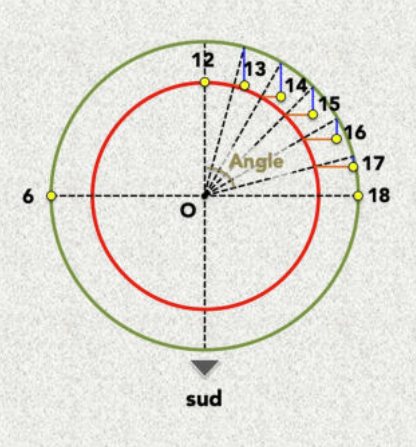
Il m'a ouvert sur un monde parallèle, il m'a enseigné patiemment et avec détermination la gnomonique, il m'a fait voir le monde par ses yeux de passionné. Le projet allait donc devenir la conception d'un cadran solaire analemmatique sur lequel une danse par heure allait prendre place.

Depuis 2004 donc, je n'ai pensé et réalisé que des cadrans solaires analemmatiques, dans plusieurs circonstances et villes, selon plusieurs paramètres et contraintes. Pour moi, c'est l'ultime cadran, car nous devons y participer pour en lire une heure, pour y voir le temps. Ce type de cadran est pour moi à la fois un marqueur de temps et un marqueur de l'esprit, car il nous ramène à notre état d'humain, celui qui a établi les heures telles qu'on les connaît aujourd'hui.

(Extraits du MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info)

Un cadran analemmatique se rencontre assez fréquemment dans les espaces publics. Sur un sol horizontal sont disposées des marques horaires sur une ellipse. L'ombre d'une personne - ou plus rarement d'un gnomon - placé sur une *ligne-calendrier* (à la bonne date !) au centre du cadran, indique l'heure solaire.

C'est un cadran dont le concept est assez difficile à comprendre mais qui est très facile à tracer ci-contre une étape de ce tracé), dans une cour d'école par exemple, même sans logiciel ! La vidéo suivante vous donne les explications nécessaires : https://www.youtube.com/watch?v=qVcatQEeYDI





Ci-dessus, un cadran permanent que j'ai conçu et qui a été réalisé dans le Parc J.-Émile-Cloutier à Lac Mégantic, une ville qui se situe dans la région sud du Québec près du Mont Mégantic où se trouve aussi l'AstroLab, un observatoire scientifique dans une zone protégée contre la pollution lumineuse (https://www.astrolab.qc.ca/).

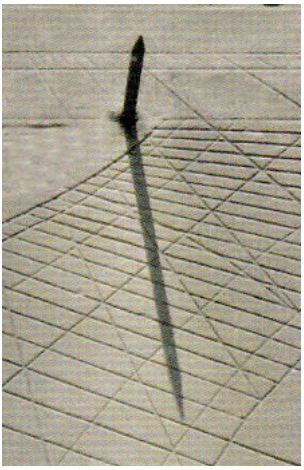
La commande était de remercier la communauté de bénévoles actifs au sein de la Ville en leur offrant un lieu pour eux, qui se nomme la Place des bénévoles.

Le cadran est construit sur une dalle de granit de 18 pieds (6 mètres) de diamètre fabriquée chez A. Lacroix Granit, entreprise de Saint-Sébastien. L'œuvre a été installée par Sylvain Gagnon de l'entreprise méganticoise Monuments Gagnon.

Native de Rivière-du-Loup, Geneviève Massé massegenevieve@gmail.com vit et travaille à Montréal. Artiste conceptuelle et multidisciplinaire, elle entame son parcours par des formations académiques dans le monde du design – intérieur, industriel et événementiel. Forte de ses expériences professionnelles dans le milieu des arts, elle termine une maîtrise en arts visuels et médiatiques à l'UQAM en 2017. Pour plus d'informations : http://cargocollective.com/genevievemasse

UN BÂTON MAGIQUE

Yves Opizzo - Roger Torrenti



Quel instrument de mesure du temps plus simple, plus économique et aussi riche d'informations, qu'un simple bâton planté verticalement dans le sol ?

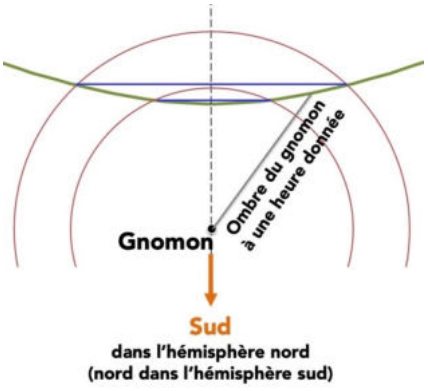
Ce « gnomon » que nos très éloignés ancêtres auraient utilisé pour mieux comprendre le mouvement apparent du Soleil au cours d'une journée ou d'une année, et déterminer ainsi l'occurrence de dates ou le début des saisons.

Ce même gnomon installé sur la Lune (missions Apollo 17) et sur Mars (mission InSight) car l'absence de champ magnétique n'y permet pas l'utilisation de boussoles afin d'orienter correctement certains instruments.

Le mot gnomon (qui a donné naissance au mot gnomonique, science des cadrans solaires) provient du grec ancien ὁ γνώμων, qui désigne ce qui sert de régulateur ou de règle. Dans l'Antiquité grecque le mot désignait l'aiguille du cadran solaire, ou le cadran lui-même (source Bailly).

Installez donc un gnomon (bâton, tige, ou poteau de diamètre réduit, afin que la lecture de son ombre sur le sol soit la plus précise possible) bien verticalement sur un sol horizontal, dans votre jardin, sur votre balcon, dans une cour d'école, ou dans un espace public et découvrons ensemble tout ce que l'on peut déduire de l'ombre portée de ce « bâton magique »…

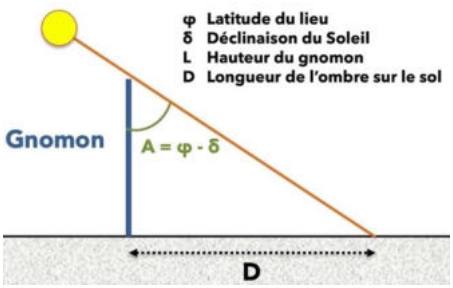
TROUVER LA DIRECTION SUD-NORD



On peut tout d'abord trouver la direction sud-nord par la « méthode des cercles indiens » qu'une vidéo du MOOC cadrans solaires détaille (https://bit.ly/3NCNB0Z). C'est rapide et plus précis qu'une boussole magnétique, surtout si vous tracez les cercles autour des solstices, quand la déclinaison du Soleil varie très peu au cours d'une journée. La direction étant tracée un jour donné, vous bénéficierez toute l'année d'une belle méridienne indiquant, tous les jours (ensoleillés), le midi solaire, l'ombre du gnomon étant dans la direction sud-nord.

Il suffit donc d'une ficelle et d'une craie pour trouver la direction sud-nord et construire une méridienne très précise !

DÉTERMINER LA LATITUDE DU LIEU



Puisque vous venez de trouver la direction sud-nord vous pouvez alors aisément, à midi solaire, déterminer la latitude du lieu où vous avez installé votre gnomon. En effet, à cette heure, l'angle A de la figure ci-contre est égal à φ - δ (ce que l'on peut facilement démontrer).

Or comme A = arctan D/L (propriété du triangle rectangle), on déduit que φ = δ + arctan (D/L).

Mesurez D et L, et lisez la déclinaison du Soleil du jour sur une table comme celle fournie par le MOOC https://bit.ly/3OMDiZ9, et faites alors le calcul (vous avez des outils en ligne comme celui-ci https://bit.ly/3A88WMC pour trouver simplement l'arc tangente d'un angle, noté selon les outils arctan, arctg ou atan).

DÉTERMINER LA LONGITUDE DU LIEU

Considérez toujours votre gnomon à midi solaire et ayez en tête la formule de conversion heure solaire – heure légale (voir ce passage du MOOC https://bit.ly/3y3tEdY pour tout savoir sur cette formule). Notez sur votre montre ou votre téléphone l'heure légale TL. Vous déduisez de la formule que la correction de longitude CL est égale à TL - 12 - ET - 1h (si « heure d'été »). Des tables comme celle du MOOC https://bit.ly/3A7UOCR vous donnent l'équation du temps ET pour le jour d'observation. Vous obtenez alors une valeur de CL égale par exemple à 40 min soit 10° de longitude (1 h correspond à 15° d'écart de longitude). Si la mesure est effectuée en France métropolitaine, qui a pour fuseau de référence 15°E, la longitude sera de 15° - 10° = 5°E.

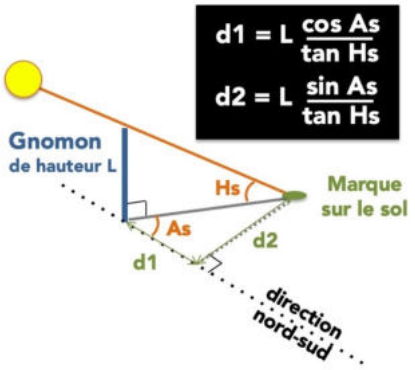


Les fans de Jules Verne auront sûrement noté que les 3 étapes ci-dessus sont celles que les naufragés de l'Ile mystérieuse suivent pour déterminer dans quelle partie du globe les a entraînés leur ballon pris dans une tempête de 4 jours…

COMMÉMORER UNE DATE OU UN INSTANT PARTICULIER

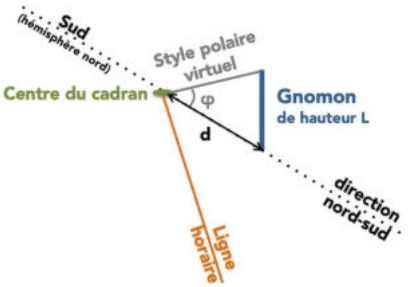
Vous pouvez indiquer une marque sur le sol au niveau de la ligne de midi pour célébrer une date qui vous tient à cœur : l'anniversaire de votre bien aimé·e, le jour de la fête nationale, le jour des « grandes vacances », etc. Utilisez les mêmes propriétés, à midi solaire, que celles déjà vues pour déterminer la latitude du lieu mais choisissez pour δ la valeur de la déclinaison du Soleil pour la date considérée (reportez-vous à la table relative à la déclinaison du Soleil pour la trouver). Vous pourrez alors calculer la distance D à laquelle installer votre marque sur le sol grâce à la formule D = L tan (φ - δ).

Vous pouvez également indiquer sur le sol un évènement (date et heure) qui vous tient à cœur. Il vous faudra alors déterminer (par exemple avec cet outil en ligne https://bit.ly/3QO6PDr) à quels azimut As et hauteur Hs du Soleil correspondent, à votre latitude, les date et heure choisies. Il s'agira alors de tracer une marque sur le sol, aux distances d1 et d2 du pied du gnomon, selon le schéma ci-contre (les formules se déduisant des propriétés du triangle rectangle). Attention cependant : le Soleil est, sauf aux solstices, à un azimut et à une hauteur donnés 2 fois dans l'année : il conviendra donc d'ignorer « l'autre date » et de ne vous émerveiller qu'à la bonne date, lorsque l'ombre de l'extrémité du gnomon se posera sur la marque…



LIRE L'HEURE SOLAIRE

On peut enfin transformer ce gnomon en cadran horizontal en considérant que l'extrémité du gnomon coïncide avec celle d'un style virtuel d'un cadran horizontal classique, dont le style polaire est donc incliné sur le sol d'un angle égal à la latitude φ du lieu. Pour tracer les lignes horaires de ce cadran horizontal (à partir du centre du cadran situé à une distance d = L / tan φ du pied du gnomon, voir schéma ci-contre) utilisez : un logiciel (voir https://bit.ly/3bvbdqL), un tracé à la main grâce aux formules donnant l'angle par rapport à la méridienne de chaque ligne horaire, ou plus simplement un tracé à la montre (ne nécessitant qu'une montre et la formule de conversion heure solaire – heure légale, voir https://bit.ly/3NFIZXX).



Et vous pouvez faire bien d'autres choses avec ce « bâton magique » mais le format des articles de ce magazine ne permet pas d'aller plus loin… N'hésitez pas à partager vos idées sur le forum du MOOC ! (https://bit.ly/3u6P60l)

Yves Opizzo et Roger Torrenti ont en commun (entre autres…) d'être nés à Nice et d'être passionnés depuis longtemps par la gnomonique…

LES HEURES AU FIL DU TEMPS

Pierre-Louis Cambefort

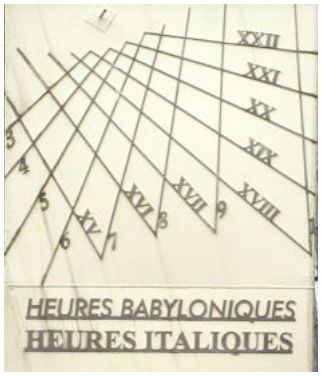
Nous nous intéresserons, dans cet article, à la notion d'heures en tant que durée, et laisserons de côté la notion même du temps, qui est une grande énigme pour nous tous…

Depuis l'Antiquité jusqu'à la fin du Moyen-Âge, les heures étaient comptées à partir du lever du Soleil et la durée du jour était divisée en 12 heures (division attribuée par certains aux Babyloniens, par d'autres aux Égyptiens), quel que soit le jour de l'année. Il s'agissait donc d'heures inégales ou heures temporaires encore appelées antiques, bibliques, judaïques ou saisonnières. En outre, midi étant toujours la 6e heure, comme le lever du Soleil est donné par la formule cos H = - tan φ . tan δ (où H est l'heure solaire comptée à partir de midi, φ la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil pour la date considérée), la durée du jour est donc fonction de la latitude du lieu considéré. Sous nos latitudes, les heures peuvent varier de 40 minutes au solstice d'hiver à 1 h 20 min au solstice d'été, et ne sont identiques à nos heures égales actuelles (de 60 min) qu'aux équinoxes, d'où bien sûr le nom d'heures inégales données à ces heures.









La notion de style polaire (parallèle à l'axe de rotation terrestre) n'étant pas conceptualisée pas à cette époque, il était très difficile de lire l'heure aux alentours du lever ou du coucher du Soleil, à l'aide de l'ombre de l'extrémité d'un gnomon sur un cadran plan, d'où l'utilisation de cadrans sphériques, ou tronconiques, appelés polos ou scaphés dans la Grèce antique.

Nous ne pouvons pas parler d'heures inégales sans évoquer les cadrans canoniaux, (*mass dials* ou *scratch dials* en anglais) qui ont été généralement installés entre le VIIe et le XIVe siècle sur les façades orientées sud d'édifices religieux. Ce sont en général des demi-cercles, avec des rayons, équipés au centre d'un gnomon horizontal. Suivant l'orientation du Soleil, l'ombre du gnomon recouvre l'un des rayons. Il est possible d'attribuer à chacun de ces rayons des heures canoniales, ou heures de prières ou heures d'offices religieux, qui sont bien sûr des heures inégales.

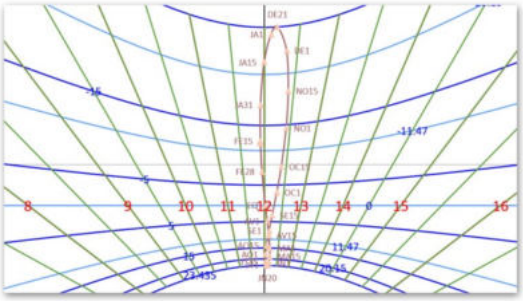
Puis sont apparues à partir du XIVe siècle, avec les cadrans solaires à style polaire (ci-contre l'astrologue au cadran solaire de la cathédrale de Strasbourg) puis les horloges mécaniques, les heures égales (de 60 min), connues cependant depuis l'Antiquité sous le nom d'heures équinoxiales.

Nous pouvons également rappeler qu'en 1793, en France, la Convention adoptait les heures révolutionnaires comptées selon un systèmes décimal (10 heures de 100 min, chaque minute comprenant 100 s) de minuit à minuit (il était donc 5h à midi) mais que l'expérience sera suspendue au bout de deux ans, étant définitivement abolie par Napoléon. Nous ne pouvons citer enfin que brièvement ici les heures planétaires qui sont des heures inégales auxquelles on attribue la dénomination d'une planète et qui ont cependant fait l'objet de quelques réalisations gnomoniques intéressantes.

Revenons aux heures égales pour rappeler tout d'abord que les cadrans solaires à heures égales n'indiquent pas tous les heures solaires que l'on lit traditionnellement sur un cadran solaire mais peuvent indiquer des heures babyloniques, comptées à partir du lever du Soleil ou des heures italiques, comptées à partir du coucher du Soleil (les heures italiennes étant elles décalées de 30 min par rapport aux heures italiques : origine = coucher du Soleil + 30 min).

Donc les heures solaires qu'indique un cadran solaire seraient des heures égales de 60 min ? Non, bien entendu, car intervient une correction familière à la plupart d'entre vous : l'équation du temps.

Le jour solaire vrai, en un lieu déterminé, correspond en effet à la durée séparant deux passages consécutifs du Soleil au méridien du lieu choisi, et un cadran indique bien le temps solaire vrai ou heure solaire vraie longtemps appelée l'heure locale. Mais ce jour solaire vrai n'est pas constant et égal à 24 h tous les jours de l'année. L'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre sur le plan de l'écliptique (obliquité) et le côté elliptique de l'orbite de la Terre autour du Soleil (vitesse de révolution différente le long de l'orbite) conduisent à un écart, variable, entre le jour solaire vrai et le jour solaire moyen (de 24 h), écart appelé équation du temps. Pour l'année 2022, l'équation du temps dépasse 14 min vers la mi-février et est aux alentours de -16.5 min début novembre, mais ses variations sont très faibles au cours des années.



Cadran solaire horizontal avec un analemme (courbe en 8) au niveau de la ligne de midi afin de corriger l'heure avec l'équation du temps

En outre, il n'est pas midi solaire en même temps en tout point du globe (uniquement en tout lieu d'un méridien) et pour passer de l'heure solaire à l'heure légale (celle de nos montres) il faudra procéder également à une correction de longitude, voire à une autre correction si nous sommes en heure d'été.

TL = TS + ET + 1h (si « heure d'été ») + CL

avec :

TL : heure légale (celle de nos montres)

TS : heure solaire (lue sur le cadran)

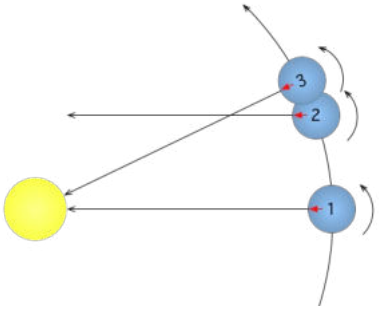
ET : valeur de l'équation du temps au jour considéré (à lire sur un schéma ou une table)

CL : correction de longitude (positive si le cadran est situé à l'ouest du méridien de référence du fuseau horaire, négative s'il est situé à l'est de ce méridien).

Formule de conversion heure solaire – heure légale

Cette heure légale, dans les différents pays du globe, a pour base de temps l'échelle UTC (temps universel coordonné). Le temps local, dans chacun des 24 fuseaux horaires, est défini à partir du temps UTC (temps local du fuseau horaire passant par le méridien de Greenwich) en ajoutant (vers l'est) ou en retranchant (vers l'ouest) 1h par fuseau horaire. L'heure est par exemple de UTC+1 dans le fuseau horaire centré sur le méridien 15 °E et de UTC-2 dans celui centré sur le méridien 30 °O). La France, comme de nombreux pays européens, a choisi pour fuseau de référence 15 °E, et partage ainsi un même temps légal, l'heure normale d'Europe centrale (Central European Time en anglais).

Mais revenons au jour solaire moyen de 24 h et à son heure solaire moyenne, basé sur le passage moyen du Soleil au méridien (position 1 et 3 sur le schéma ci-contre). Mais quelle est la valeur du jour sidéral (positions 1 et 2 ci-contre) correspondant à la rotation de la Terre dans un repère absolu ? Elle est de 23 h 56 min 4 s et l'on pourrait aborder les cadrans solaires à heures sidérales, voire à heures planétaires, à heures de Nüremberg, etc. mais la limite de texte choisie pour les articles de ce magazine ne nous le permet pas...



Pierre-Louis Cambefort, ingénieur, artiste, et gnomoniste a été présenté en détail dans le n°1 du magazine, section « Parole à un gnomoniste ».
pierre-louis.cambefort@orange.fr

ÉQUATION DU TEMPS ET SOLSTICES

David Alberto

Les solstices d'été et d'hiver se produisent généralement[1] les 21 juin et 21 décembre, respectivement. Dans l'hémisphère nord, au solstice d'été, la durée du jour est maximale (environ 16 heures à Paris), alors qu'elle est minimale le 21 décembre (8 heures environ).

On pourrait a priori penser que c'est à ces dates que les heures de lever et de coucher du Soleil atteignent des valeurs extrêmes, or il n'en est rien, comme le montre la figure1.

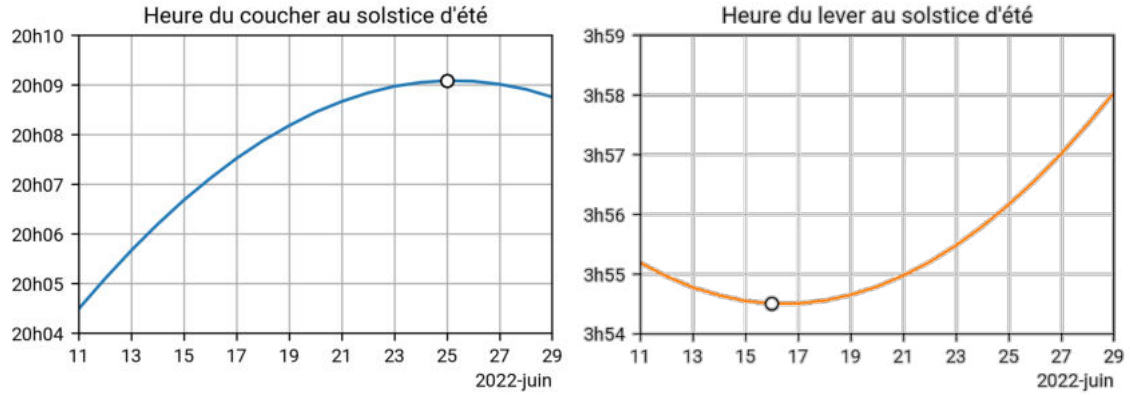


Fig.1 - Courbes des heures de lever et de coucher du Soleil, en juin 2022 (données éphémérides de l'IMCCE, pour la latitude 49,5°N et la longitude 0°, en Temps Universel). En juin, l'heure minimale de lever du Soleil se produit le 16 et non le 21. Le Soleil se couche le plus tard le 25.

L'explication est à trouver dans la distinction entre le temps solaire vrai et le temps moyen. Le temps solaire vrai définit « midi » comme l'instant de passage du Soleil au méridien. C'est le temps indiqué par la plupart des cadrans solaires. Mais en réalité, dans sa course apparente autour de la Terre, le Soleil ne se déplace pas constamment à la même vitesse. De plus, son mouvement annuel s'inscrit dans le plan de l'écliptique, alors que l'heure est définie dans le plan de l'équateur. L'avènement des horloges mécaniques a obligé à définir pour notre heure légale un temps régulier, ou temps moyen. On imagine donc un soleil fictif, se déplaçant dans le ciel à vitesse constante ; ce soleil fictif est parfois en retard, parfois en avance sur le Soleil vrai. Le décalage résultant de deux causes précédentes est l'*équation du temps (figure 2)*

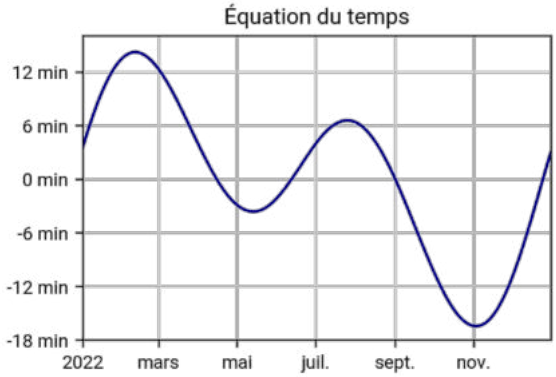


Fig.2 - L'équation du temps varie de +14 min à -16 min durant l'année. Quand elle est positive, le temps solaire vrai est en retard sur le temps moyen, et inversement. Elle n'évolue que très lentement au fil des décennies.

Les heures en Temps Universel données par la Fig.1 se réfèrent à ce temps moyen et non à la position réelle du Soleil. On peut le constater en observant les heures de passage du Soleil au méridien (Fig.3 page suivante).

[1] Voir https://www.imcce.fr/newsletter/medias/2022/06/docs/Solstice_ete_2022.pdf

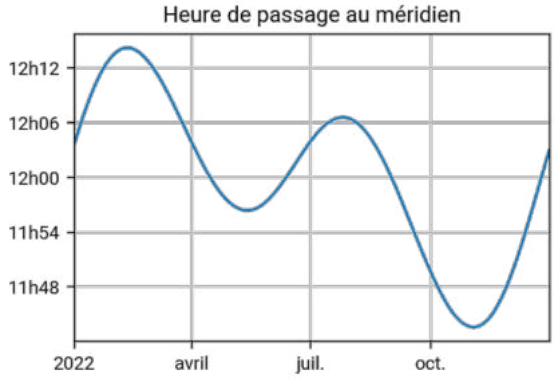


Fig. 3 - L'heure de passage du Soleil au méridien se produit tantôt avant, tantôt après le midi en Temps Universel. En soustrayant 12 heures à ces valeurs, on obtient la figure 2.

$$T_{\text{légal}} = \text{UTC} + F_{(1\text{ h ou }2\text{ h})}$$

avec :
UTC : Temps Universel Coordonné
F : correction de fuseau horaire

$$T_{\text{solaire vrai}} = \text{UTC} - \text{EdT} - L$$

avec :
EdT : équation du temps
L : correction de longitude

Relations relations entre le temps légal en France, le Temps Universel Coordonné et le temps solaire vrai.

Les courbes présentées ici ont été calculées pour la longitude 0°, donc une correction de longitude L = 0.

À partir des courbes de lever et coucher de l'IMCCE, on peut retrancher l'équation du temps, pour obtenir ce que donneraient ces heures en temps vrai. (Fig.4 et 5).

On constate que le minimum de la courbe de lever se produit effectivement le 21 juin. Mais puisque l'équation du temps augmente tout au long du mois de juin, la courbe de lever en temps moyen est déformée et commence à augmenter dès le 16, jour où le Soleil se lève le plus tôt. Pour la courbe de coucher, la même cause entraîne un report du maximum de la courbe depuis le 21 vers le 25 juin.

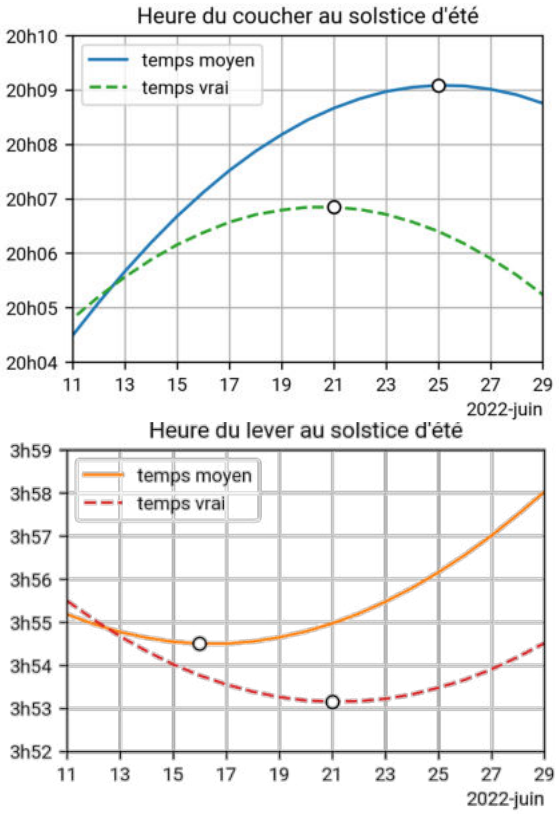


Fig.4 - Heures de lever et de coucher du Soleil autour du solstice d'été (longitude 0°), en Temps Universel («temps moyen») et après avoir retranché l'équation du temps («temps vrai»).

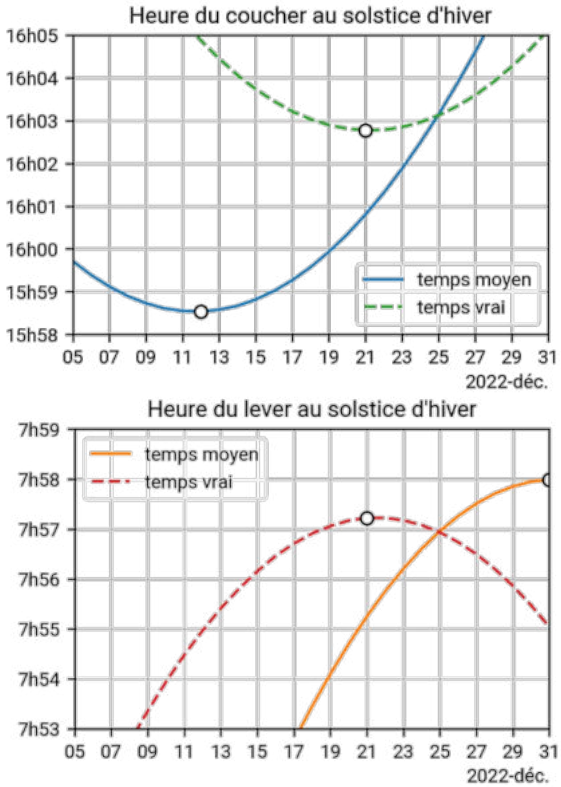


Fig.5 - Au voisinage du solstice d'hiver (conditions identiques à celles de la Fig.4). L'équation du temps est négative et augmente pour s'annuler le 25 décembre. En temps vrai, les extrema des courbes se produisent le 21 décembre, mais l'équation du temps décale le maximum du lever au 31 décembre, et le minimum du coucher au 12 décembre.

L'heure du coucher en 2022 est maximale à la fois le 20 et 21 juin. Comme entre ces dates l'heure de lever diminue légèrement (de 1,8 secondes !), la durée du jour est bien maximale le 21.

En résumé, les solstices sont bien les dates où les durées du jour atteignent des valeurs extrêmes.

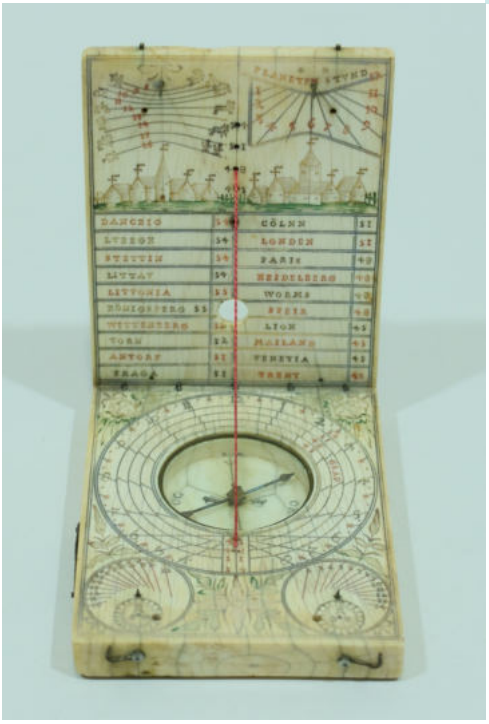
En ce qui concerne les heures de lever et de coucher du Soleil, les valeurs extrêmes sont atteintes quelques jours avant ou quelques jours après la date des solstices, ce décalage s'expliquant par l'équation du temps.

DONNÉES UTILISÉES : les calculs d'éphémérides ont été réalisés par l'outil de calcul des éphémérides de l'IMCCE à travers son portail Système solaire https://ssp.imcce.fr.

Professeur de physique-chimie en lycée, David Alberto s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA, et développe le site www.astrolabe-science.fr dont la partie « Cadrans solaires » intéressera les lecteurs de ce magazine !

RENCONTRE AVEC UN ANTIQUAIRE SPÉCIALISÉ

Éric Delalande



Bonjour Éric, merci de nous recevoir dans votre Galerie Delalande. Avant tout, pourriez-vous vous présenter et dire quelques mots à propos de votre galerie : quand a-t-elle été fondée, où se situe-t-elle, quels types d'objets antiques y trouve-t-on ?

La Galerie Delalande a été fondée en 1978 par mon père Dominique qui était, et est resté toute sa vie, collectionneur d'objets de marine et de sciences. Notre galerie principale est située au 35 rue de Lille - 75007 Paris et nous en avons une seconde localisée à 40 mètres au 8 rue de Beaune.

Nous avons plusieurs spécialités : les objets de marine et de sciences, les objets du tabac et de l'opium, les cannes de collection et les curiosités. Nous sommes très pointus dans toutes nos spécialités et recherchons en permanence des objets de qualité pour nos clients (musées et collectionneurs) à travers le monde.



On peut aujourd'hui non seulement construire son cadran solaire mais également en acquérir, pour soi-même ou pour offrir, chez des cadraniers professionnels bien sûr mais également dans des marchés aux puces ou chez des antiquaires, lors de ventes aux enchères ou encore en ligne sur des sites tels que Amazon ou eBay, où l'on trouve des cadrans récents ou anciens, plus ou moins élaborés, dans une gamme de prix assez large. Comment vous positionnez-vous par rapport à cette offre ? Quelle est votre spécialité précise en termes d'instruments de mesure du temps et plus précisément de cadrans solaires ?



Effectivement, il est possible aujourd'hui pour un collectionneur de trouver des cadrans solaires modernes ou anciens dans différents endroits, qu'ils soient virtuels ou pas.

Ayant plusieurs clients qui se sont fait escroquer en achetant des faux sur des sites Internet, je recommande toujours de demander un certificat d'authenticité établi par un expert reconnu. De notre côté, tous nos clients reçoivent, lorsqu'ils achètent un objet chez nous, un certificat d'authenticité réalisé en tant qu'expert auprès de la Compagnie Nationale des Experts (C.N.E.).



Notre positionnement est très clair : nous n'achetons pas nos objets en salles de ventes, nous le faisons uniquement auprès de collectionneurs privés français et étrangers (Europe et Etats-Unis).

Et, tant concernant les cadrans solaires que les sabliers, nous nous recherchons toujours des modèles « différents » que cela soit en termes de période, de forme, de matériau, de signature, etc.

Quels sont vos clients, que recherchent-ils ?

Si on ne parle que des cadrans solaires, il y a plusieurs types de collectionneurs :

- Les collectionneurs d'objets de marine et de sciences qui vont chercher à avoir un ou deux cadrans solaires pour avoir une collection complète.
- Les collectionneurs d'objets de sciences qui vont avoir des cadrans solaires de types différents qui seront en compagnie d'astrolabes, nocturlabes, microscopes, etc.
- Les collectionneurs de cadrans solaires uniquement qui vont rechercher à avoir une diversité pour leur collection.
- Les collectionneurs de cadrans solaires qui vont se concentrer sur une particularité ou bien un matériau (l'ivoire par exemple).

Nous vendons également à des musées internationaux qu'ils soient « généralistes » ou bien spécialisés sur le *Temps*. Ces derniers recherchent principalement la très très grande qualité avec une provenance importante.

Pouvez-vous nous donner quelques exemples de beaux cadrans solaires qui sont passés par vos mains, déjà vendus ou à la vente, et le prix auquel ils ont été ou devraient être cédés ?

Vous trouverez dans ces deux pages quelques photos de beaux cadrans avec des époques, des formes, et des matériaux différents. Il est toujours difficile de parler de prix mais il y a des cadrans solaires à plusieurs milliers d'euros, à plusieurs dizaines de milliers d'euros voire même plusieurs centaines de milliers d'euros.

Il y a quelques années le cadran solaire de Louis XV s'est même vendu 2,2 millions d'euros !

Comment se porte ce marché aujourd'hui ?

Le marché se porte bien, il y a une demande importante des collectionneurs et des conservateurs de musée pour les cadrans solaires de qualité.

Depuis notre exposition « Cadrans solaires / Sundials » organisée en 2013/2014 durant laquelle nous avons exposé 155 cadrans solaires (ce qui avait été une première mondiale à l'époque), nous sommes la référence internationale sur ces objets autour du Temps. Le livre écrit en français/anglais que nous avons publié à cette occasion a été, et reste, près de dix ans après l'exposition, un grand succès et nous avons d'ailleurs récemment été obligé d'en imprimer 500 nouveaux exemplaires.









Pour en savoir plus sur la Galerie Delalande, et contacter l'auteur
http://www.antiquites-delalande.fr/

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



Riccardo et Andrea Anselmi

En 1983, à l'âge de 48 ans, j'étais sur la terrasse de ma maison à Saint-Vincent (Vallée d'Aoste, Italie), comme cela m'arrivait presque quotidiennement quand, soudain et pour une raison inconnue, j'eus le désir d'avoir un cadran solaire sur le mur que je regardais. Étant alors néophyte en gnomonique, j'ai tout de suite pensé à me tourner vers un spécialiste. Les jours suivants, la recherche d'un gnomoniste s'est vite avérée être une perte de temps : je n'avais trouvé personne de qualifié et beaucoup de personnes interrogées ignoraient même complètement l'existence de ces garde-temps anciens…

J'ai alors découvert qu'en Italie, à cette époque, il y avait très peu de gens qui s'intéressaient à la gnomonique, peut-être moins d'une dizaine. Comptant sur mes connaissances en mathématiques acquises au lycée puis dans une formation d'ingénierie, j'ai décidé alors de me consacrer à la gnomonique.

J'ai principalement utilisé la géométrie analytique de René Descartes dont le nom latinisé, *Cartesius,* est celui que j'ai choisi pour mes programmes écrits en langage Basic avec l'aide précieuse d'un ordinateur Commodore 64 ! Après la partie théorique j'ai préféré réaliser mon premier cadran solaire avec plaque, tige de fer, et décorations en cuivre (plutôt que de le peindre), profitant de la collaboration d'un forgeron et d'un artisan locaux. C'était un cadran solaire de dimensions appréciables puisque le style droit mesurait environ 90 cm de long. Ceci est le début d'une merveilleuse histoire qui m'accompagne encore, donne un sens à ma vie car elle comble les lacunes qui vont avec l'âge avancé.

Quoi de mieux que de s'intéresser à une matière qui avait atteint par le passé des niveaux d'excellence extraordinaires, tant en France qu'en Italie, pour ensuite connaître un déclin entre les deux guerres mondiales ? En Italie, il n'y avait même pas de livres modernes qui en parlaient. Lorsque mon fils Andrea, expert en informatique, s'est joint à moi pour créer ces logiciels que je n'étais pas capable de développer, nous avons pu créer de nombreux programmes qui sont encore utilisés dans le monde entier par des gnomonistes de toutes nationalités (voir http://www.anselmi.vda.it/home.fra.htm).



De 1983 à 2022, j'ai réalisé plus de 100 cadrans solaires, relevant souvent le défi de la complexité alléchante propre à la solution mathématique nécessaire pour tracer les graphiques.

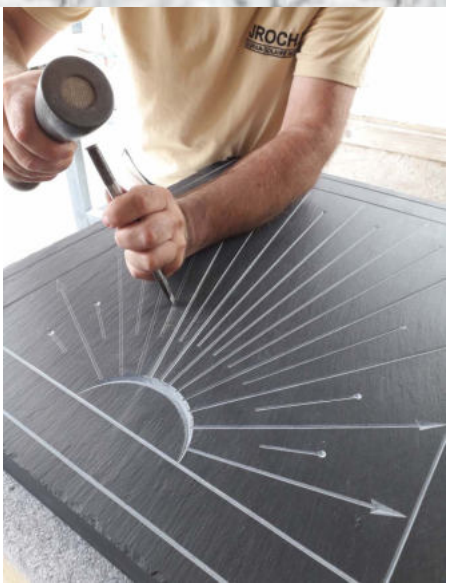
Parmi les cadrans que j'ai réalisés : trois cadrans à réflexion, deux bifilaires avec caténaire, un grand cadran conique et certains cylindriques. Mais malgré l'obtention de ces brillants résultats, mon cœur est toujours tourné vers ma première réalisation (photo ci-contre) qui, comme le premier amour, ne s'oublie jamais.

Je suis membre de la Commission des cadrans solaires, et ai écrit d'innombrables articles dans des revues italiennes, françaises et catalanes.

Mes recherches en gnomonique et la passion qui les nourrit persisteront tant que l'âge et la santé me le permettront…

Riccardo Anselmi riccardo@anselmi.vda.it

LA PAROLE À UN CADRANIER



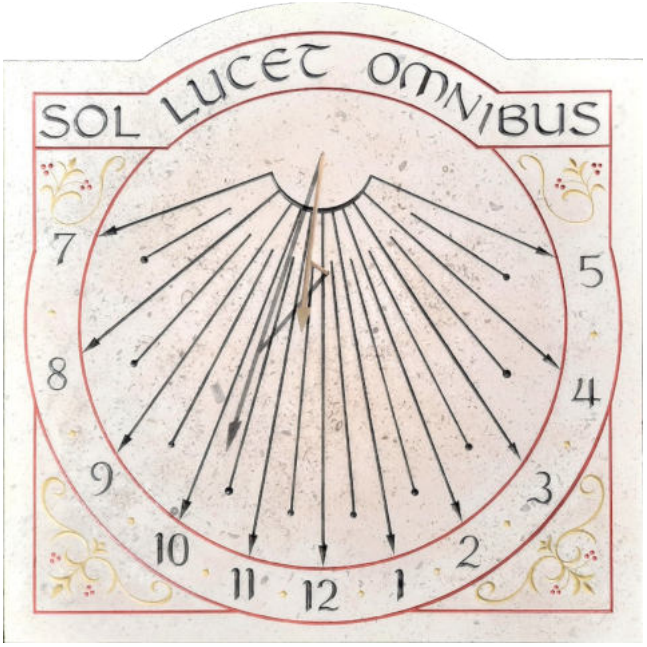
Mon premier métier, que j'exerce depuis 25 ans, est appareilleur aux monuments historiques : je réalise tous les plans et les panneaux de taille pierre, dont l'art du trait (la stéréotomie). Je participe donc à la restauration de divers monuments dans tout l'ouest de la France.

La première fois que j'ai réalisé un cadran solaire, c'était en section Gravure où on avait des cours sur le tracé des différents cadrans solaires. J'ai toujours réalisé des cadrans solaires tout au long de ma vie. J'aime la complexité du tracé, qui se trouve en fin de compte très logique, sur un sujet simple, le soleil de chaque jour.

Les formations que j'ai suivies : un CAP taille de pierre dans le granit, un CAP en gravure ornementation, une mention en ornementation mise au point sculpture (reproduction des modèles du Louvre), un brevet professionnel en taille de pierre Monument Historique à l'occasion duquel j'ai parcouru toute la France.

Depuis 2016, j'ai créé mon entreprise de gravure sur pierre JROCH.M pour la conception et la restauration de cadrans solaires (https://cadran-solaire-normand.fr/). Mon but est de réaliser des cadrans solaires en pierre entièrement personnalisés, par leur forme, leur gravure, leur ornementation et leur couleur, ce qui donne à chacun son authenticité. Je conçois en tenant compte de la déclinaison des murs pour leur précision. Les matériaux utilisés sont des pierres naturelles. Mon travail est de faire que les clients repartent avec un cadran solaire de style ancien ou moderne qui s'accorde avec leur extérieur. Que ce soit sur le mur d'une maison ancienne ou neuve et dans le jardin. La réalisation est entièrement artisanale et la gravure est effectuée à la main, ainsi que la peinture.

J'ai eu le plaisir de restaurer différents cadrans solaires sur des édifices classés « monument historique de France », dont la méridienne de l'église Saint-Pierre de Caen. Elle a été une grande découverte pour la ville et sa restauration fut réalisée en collaboration avec l'architecte des monuments historiques.



Le métier de cadranier est une vraie passion, que j'aime partager à l'occasion de différents évènements, tels que les journées des métiers d'art, du patrimoine ou médiévales. Cet échange permet de faire découvrir l'art des cadrans solaires, de les remettre au goût du jour, de montrer qu'ils n'appartiennent pas à une autre époque et que l'on peut tous avoir un cadran solaire sur sa maison pour la lecture du temps présent et en profiter avec ses amis.

Je suis basé dans le Calvados, en Normandie, une région très riche en monuments et florissante en cadrans solaires. Je vous invite à venir les découvrir : CARPE DIEM !

Jean-Roch Moreau contact@jrochm.fr

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

Ce cadran monumental est l'un des rares cadrans solaires répertoriés en Nouvelle-Calédonie, dans l'océan Pacifique sud. Il est situé dans le parc municipal Jacques Wawanabu de Nouméa. C'est l'ombre de la corne de la licorne (haute de 3,50 m et réalisée par le sculpteur Adjé) qui indique les heures sur une surface bétonnée où sont tracés lignes horaires et arcs diurnes.



UNE CARTE POSTALE

Carte postale, en vente sur eBay, représentant les remparts de la Ville Close de Concarneau (Finistère, France) dotés, depuis 1853, d'un cadran solaire.



UN TIMBRE

Timbre, en vente sur le site delcampe.net, représentant l'Intihuatana de Machu Picchu au Pérou, rocher taillé au sommet du site inca qui avait moins pour fonction de donner l'heure solaire que d'indiquer des dates particulières (solstices, équinoxes) qui étaient l'objet de cérémonies rituelles.

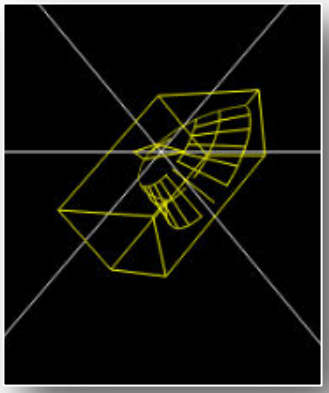


UNE VIDÉO

Une intéressante vidéo de Joël Petit, professeur de physique-chimie, destinée aux élèves de collège et donnant les clés pour concevoir et construire un cadran équatorial. Aller sur https://bit.ly/3P8Uzff ou flasher le QR code.

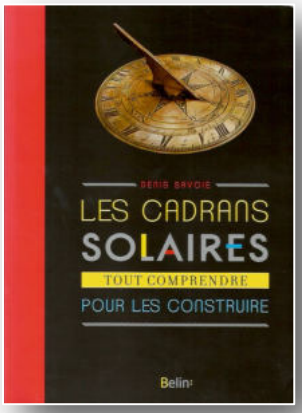


ZOOM SUR...



UN LOGICIEL

Vous avez été intéressés par les cadrans coniques romains à heures temporaires évoqués dans le précédent numéro du magazine? Vous pouvez en tracer un en quelques clics (et même imprimer un tel cadran et l'assembler) grâce au programme en ligne *Cartesius Web* de Riccardo Anselmi http://www.anselmi.vda.it/home.fra.htm#software.
Et ce programme en ligne, gratuit, vous permet de tracer bien d'autres types de cadrans solaires, verticaux et horizontaux, analemmatiques ou cylindriques, à réflexion, etc. A consommer sans modération, même par les débutants !



UN LIVRE

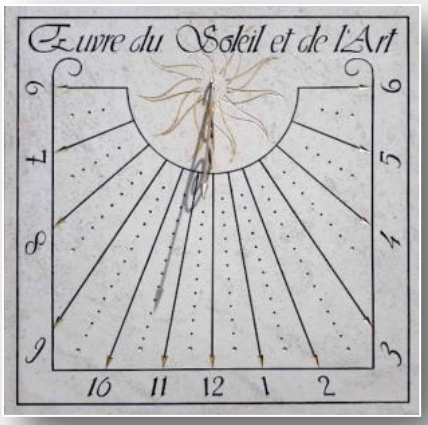
Les cadrans solaires : tout comprendre pour les construire. Un livre du gnomoniste Denis Savoie, paru aux éditions Belin en 2015, dans lequel il a su, par un contenu adapté, de nombreuses illustrations et une belle mise en page, mettre un domaine difficile à la portée de tous. Prix de vente 19,50 €.

$$\cos(DJ/2) = -\tan DS \cdot \tan LAT$$

DJ : durée du jour
DS : déclinaison du Soleil pour le jour considéré
LAT : latitude du lieu

UNE FORMULE

La durée du jour DJ se déduit facilement de la formule ci-contre ce qui permet bien entendu, DJ étant connue, de déterminer les heures de lever (12 h - DJ/2) et de coucher (12 h + DJ/2) du Soleil !



UNE DEVISE

Œuvre du Soleil et de l'art. Une devise rendant hommage au travail conjugué du cadranier et du Soleil sur ce cadran vertical (de 60cm x 60 cm) de Jean-Roch Moreau (voir article page 27) réalisé en pierre de Bourgogne.

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUE FAIT CETTE ENFANT ?

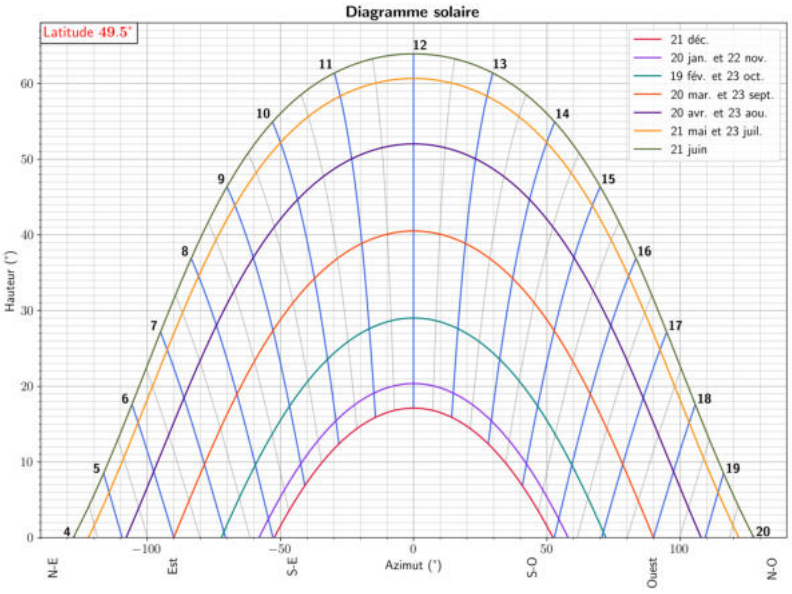
Une précision nécessaire : elle est dans un champ de France métropolitaine et tourne le dos au sud…



UNE ÉNIGME

EN Y REGARDANT DE PLUS PRÈS…

David Alberto david.alberto@posteo.net a repéré, au Havre (France), une magnifique sphère armillaire (cadran équatorial) installée en 2008 dans le parc de Rouelles. Cette œuvre de Jean-Michel Ansel (dont la belle devise est *Faire et faire savoir*) a inspiré à David Alberto une double question pour les lecteurs de ce magazine : comment peut-on lire l'azimut du Soleil sur cette photo et comment déduire, à l'aide du diagramme solaire (ci-dessous), tracé pour la latitude du Havre, une date approximative pour la prise de vue ?





JEUX ET ÉNIGMES

Un problème gnomonique

Quel est le parcours de l'ombre d'un bâton à la réunion ?

Et si nous essayions de répondre à la question de Monique Turpin posée à la fin de son article (voir page 16) : « Je n'ai pas réussi à faire un time lapse pour visualiser l'ombre portée du bâton sur le sol. Alors, question, quel est le parcours de l'ombre d'un bâton sur l'île de la Réunion ? ». Rappelons au passage qu'un time lapse (ou timelapse) est ce terme anglais qui désigne une vidéo mettant en valeur l'évolution lente d'un phénomène en assemblant (à raison de 24 images par seconde environ) des photos successives de ce phénomène. La vidéo ci-dessous est le time lapse imaginé par Monique Turpin (réalisé ici par une professeure australienne avec ses élèves – voir https://bit.ly/2xAfBjZ ou scanner le QR code). Mais sauriez-vous répondre à la question même « Quel est le parcours de l'ombre d'un bâton sur l'île de la Réunion ? ».

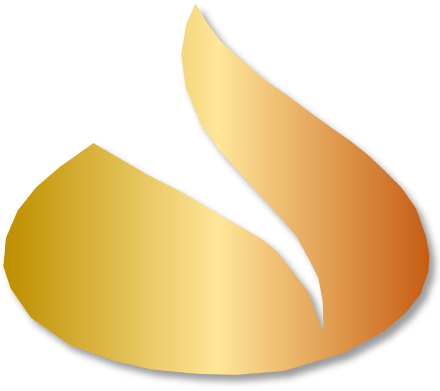


Un test rapide

Que représente cette figure ?

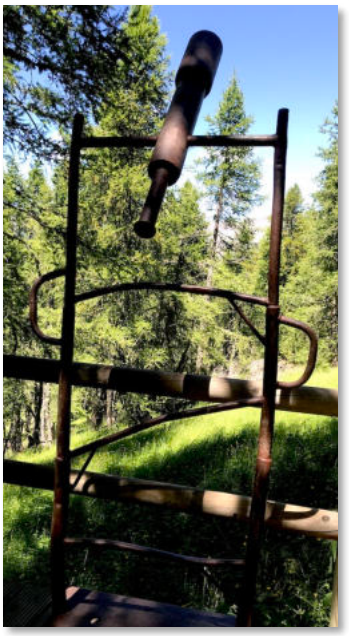
Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr dont on connaît à la fois les compétences gnomoniques et artistiques, a tracé la figure ci-dessous. Que peut-elle bien représenter?

- Le logo d'une nouvelle association gnomonique ?
- Une figure abstraite inspirée par la musique du ballet *L'Oiseau de feu*, composée par Igor Stravinsky ?
- Une figure gnomonique ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

Une devinette



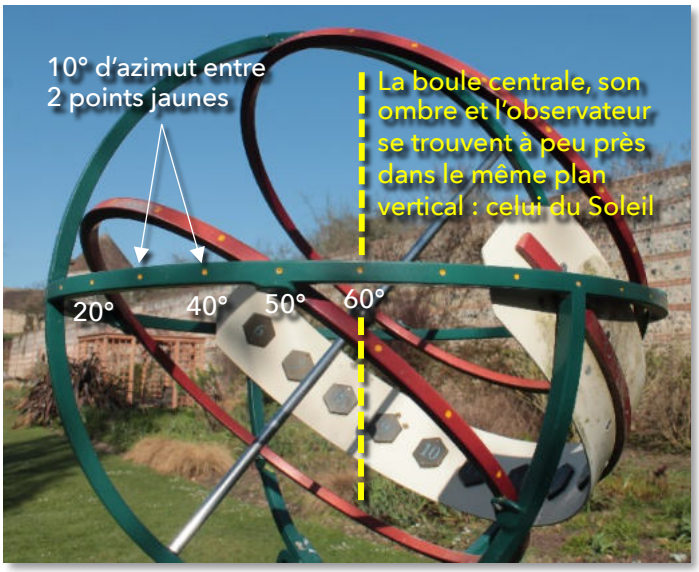
Cette enfant a son bras incliné d'environ 45°, à mi-distance entre une position horizontale et verticale, ce qui constitue une latitude moyenne pour la France. Comme l'enfant a son bras orienté vers le nord (puisqu'il tourne le dos au sud), son index pointe logiquement vers l'Étoile polaire : le bras de l'enfant est en effet « polaire », dans l'alignement de l'axe de rotation terrestre, comme l'est le style d'un cadran solaire !

Si vous voulez dorénavant repérer l'Étoile polaire, au lieu de scruter le ciel dans toutes les directions à la recherche de la Grande Ourse et de la Petite Ourse, imitez cette enfant ! Vous n'aurez qu'une direction approximative mais pourrez aisément situer l'Étoile polaire : elle n'est pas très brillante, mais est relativement isolée des autres étoiles brillantes et facile à identifier…

Il existe d'ailleurs dans plusieurs parcours astronomiques des « lunettes » (de simples cylindres sans lentilles) fixes et dirigées, comme le bras de l'enfant, mais avec une orientation et une direction plus précises (ci-contre une telle lunette sur le *Sentier planétaire* de Valberg, Alpes-Maritimes, France).

Une énigme

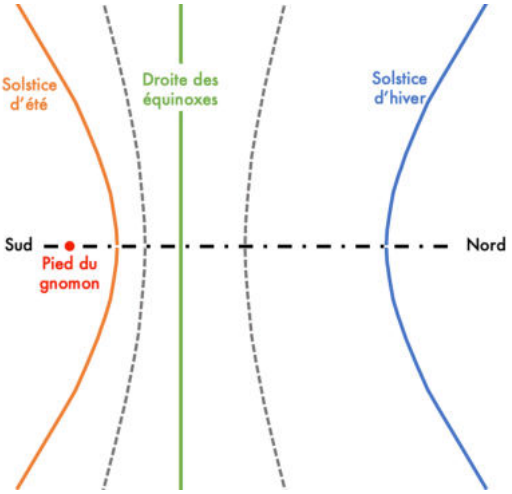
En y regardant de plus près… la couronne horizontale de la sphère armillaire est munie de points jaunes marquant l'azimut (de 10° en 10°) et la photo a été prise avec l'objectif dans le même plan vertical que la boule centrale (qui indique l'heure solaire sur les marques horaires hexagonales) et son ombre. A l'heure où la photo a été prise, ce plan coïncide avec un point jaune éloigné de 60° du méridien local du cadran. L'azimut du Soleil au moment de la prise de vue était donc voisin de 60° vers l'est ou -60°, l'heure lue sur le cadran étant par ailleurs 8 h 45. À l'aide du diagramme solaire, nous constatons que 2 dates correspondent à un azimut de -60° et une heure solaire de 8 h 45 : un peu après le 20 mars ou un peu avant le 23 septembre. Effectivement, la photo a été prise le 30 mars !



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

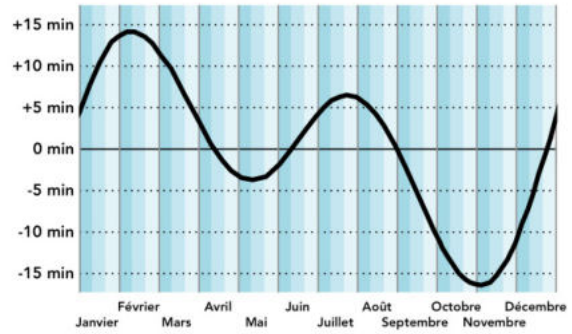
Quelle que soit la latitude (sauf au-delà des cercles polaires) l'ombre, sur le sol, suivie par l'extrémité d'un gnomon au cours d'une journée est une hyperbole ; aux équinoxes cependant, l'ombre suit une droite perpendiculaire à la direction nord-sud. Ces hyperboles journalières s'inscrivent dans un espace délimité par les hyperboles des solstices. Sous les tropiques, le pied du gnomon se trouve à l'intérieur de cet espace ; à l'équateur, il sera sur la droite des équinoxes. Et pour La Réunion, ce département et région d'outre mer français? Comme cette île de l'océan Indien a une latitude moyenne de -21° (ou 21°S), proche donc du tropique du Capricorne (-23° 26'), le pied du gnomon sera à l'intérieur de cet espace mais quasiment tangent à l'hyperbole du solstice d'hiver, le gnomon ne produisant, à midi solaire, qu'une ombre à peine visible ce jour-là… Et n'hésitez pas à vérifier tout cela : une vidéo du MOOC (https://bit.ly/3IkNTIA) vous donne l'équation de chacune des hyperboles journalières en tout point du globe !

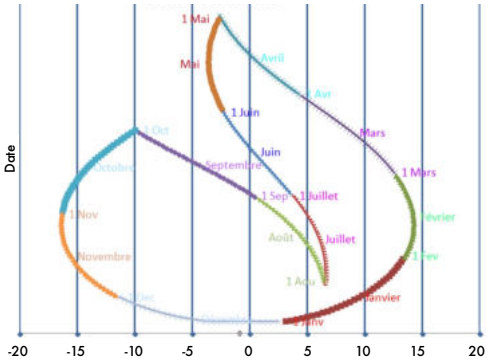


Courbes suivies par l'ombre de l'extrémité d'un gnomon (tracées ici pour la France métropolitaine)

UN TEST RAPIDE

Pierre-Louis Cambefort a en fait repéré cette courbe sur un pilier de l'Abbaye de Bury, dans le Suffolk, en Angleterre. Elle représente l'évolution de la valeur de l'équation du temps au cours de l'année, mais tracée d'une façon différente de la façon traditionnelle qui conduit à une courbe sinusoïdale (illustration de gauche). Ici les dates sont en ordonnée et la valeur de l'équation du temps en abscisse (illustration de droite), ce qui donne, convenons-en, une intéressante figure !

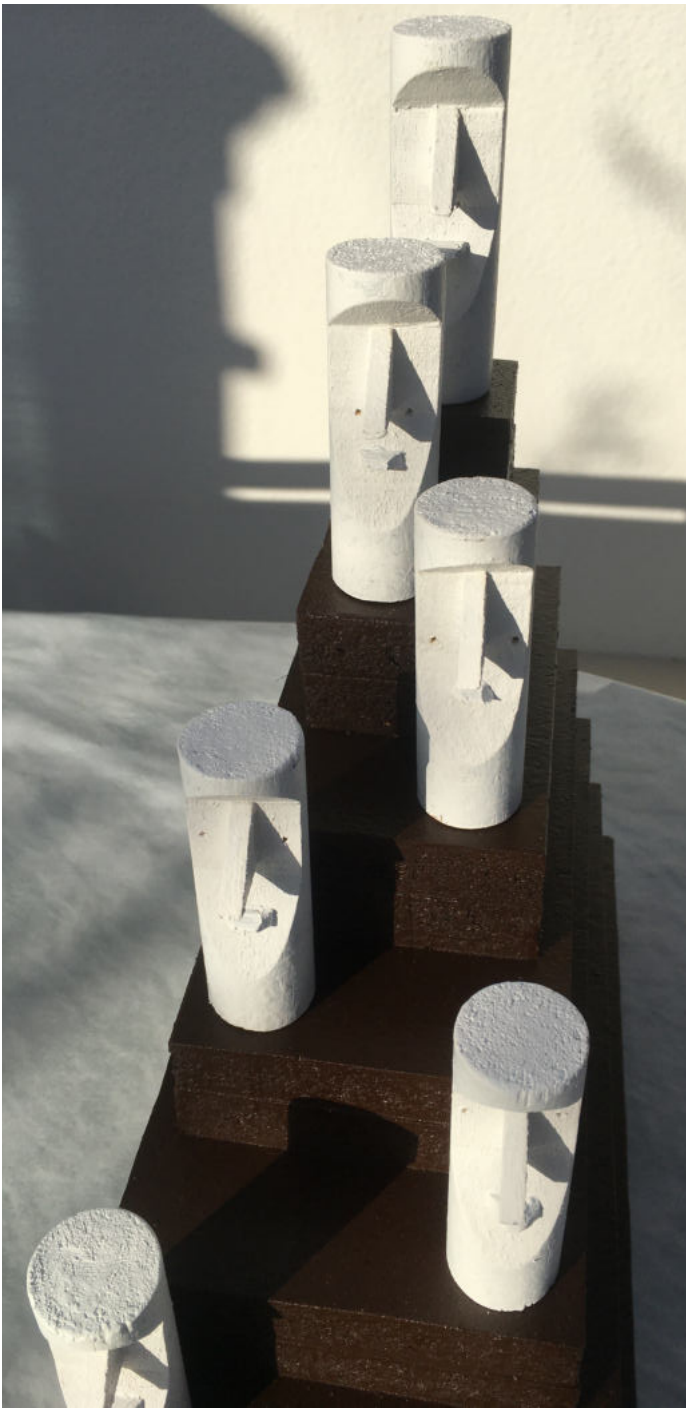


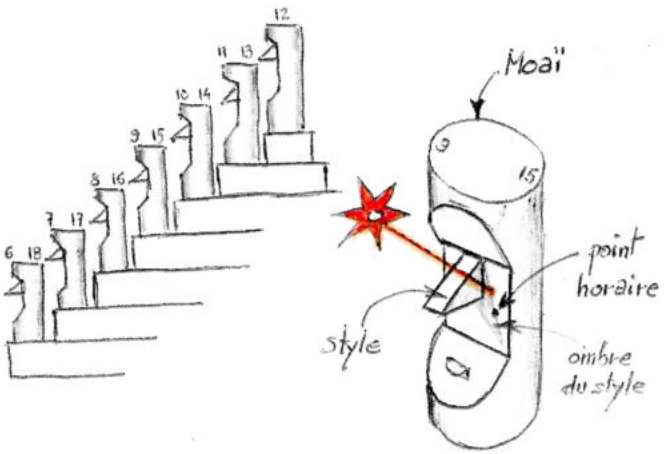


COLLINE AUX MOAÏS

Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Dans ce numéro, Claude Gahon, avec sa *Colline aux moaïs*, nous emmène très loin, plus précisément sur l'île de Pâques, dans l'océan Pacifique, au large du Chili. Cette île est réputée pour ses Moaïs, statues monumentales de basalte ou de tuf, datant de la fin du Moyen-Âge et dont on trouve près d'un millier d'exemplaires sur l'île.





Chaque Moaï (statue) est un mini cadran vertical et permet de lire une heure du matin et sa symétrique de l'après-midi.
Cette heure est atteinte quand l'ombre du style (nez) passe sur le point horaire. Ce point horaire est placé sur la ligne horaire (fictive) correspondante du cadran vertical.
Sur le croquis ci-dessus on peut lire 15h00 solaire.





CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jebulon - Fichier : Cour honneur invalides paris.jpg – Licence CC0)
- Page 2 : Photo Isabelle Gayet
- Pages 4 et 5 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 7 : Photos mises à disposition par Haruyuki Okuda
- Pages 8 et 9 : Documents Christine Hoët-van Cauwenberghe - Document Wikimedia Commons (Auteur : Kergeo - Fichier : Cadran portatif universel - en station de lecture.png – Licence CC Attribution-Share Alike 4.0)
- Pages 10 et 11 : Illustrations Roger Torrenti – Illustration Henri Gagnaire – Photo Henri Gagnaire
- Pages 12 et 13 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Anaximander.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Dirk L. Couprie - Fichier : Perspective de l'Univers d'Anaximander.png - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Aubry Gérard, Fichier : Gnomon d'Anaximandre.png - Licence CC BY-SA 4.0)
- Pages 14 et 15 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 17 : Photos Monique Turpin
- Pages 18 et 19 : Photos Jeremy T. Robinson et Woody Sullivan
- Pages 20 et 21 : Photos Geneviève Massé
- Page 22 et 23 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Gérard Aubry - Fichier : Gnomon à pointe conique.jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Fichier : Félix Nadar 1820-1910 portraits Jules Verne.jpg - Domaine public) – Illustrations Roger Torrenti
- Pages 24 et 25 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Hartmann Linge - Fichier : 201005151447 NE CSM, Sonnenuhr, Kalkstein, 1. Jh.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Brian Robert Marshall - Fichier : Mass dial, St John's Church, Devizes - geograph.org.uk - 2387427.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 2.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Coyau - Fichier : Cadran solaire portail sud cathedrale de Strasbourg.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : antomoro - Fichier : Lesheures.JPG - Free Art License) – Illustration Pierre-Louis Cambefort - Document Wikimedia Commons (Auteur : Gdr - Fichier : Sidereal day (prograde).png - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0)
- Page 26 : Illustrations David Alberto
- Page 28 : Photos © Galerie Delalande
- Page 30 : Photos Riccardo Anselmi
- Page 31 : Photos Jean-Roch Moreau
- Page 32 : Photo Sophie Pezeron – Copie d'écran du site ebay.fr - Copie d'écran du site delcampe.net -
- Page 33 : Photo Riccardo Anselmi – Illustration Roger Torrenti – Photo Jean-Roch Moreau
- Page 34 : Photo Roger Torrenti – Illustration et photo David Alberto
- Page 35 : Copie d'écran de la vidéo citée – Illustration Roger Torrenti
- Page 36 : Photo Roger Torrenti – Photo David Alberto
- Page 37 : Illustrations Roger Torrenti et Pierre-Louis Cambefort
- Page 38 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Dsexton - Fichier : Millennium Sundial, Blackrock.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)

Ci-dessus : A Coaraze, dans les Alpes-Maritimes (France), un cadran vertical en forme de coquille a été installé sur une roche riche en fossiles, près de la chapelle Bleue…

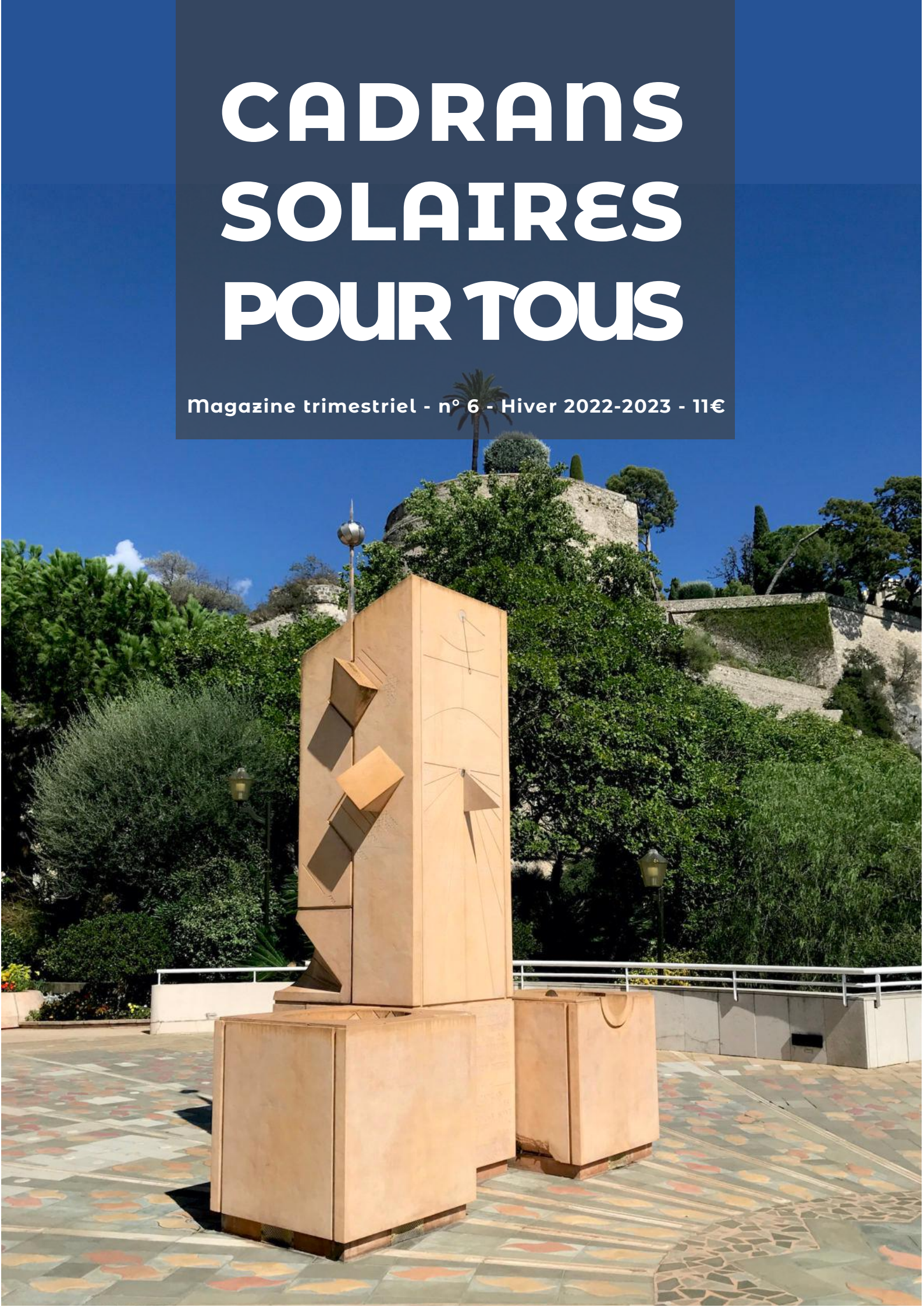
Page suivante : cadran solaire horizontal monumental réalisé par l'artiste Tanya Nyegaard à Blackrock, dans le Comté de Louth en Irlande en 2000, pour célébrer le nouveau millénaire. C'est l'ombre de la partie supérieure de la sculpture qui joue le rôle de style.



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 6 - Hiver 2022-2023 - 11€



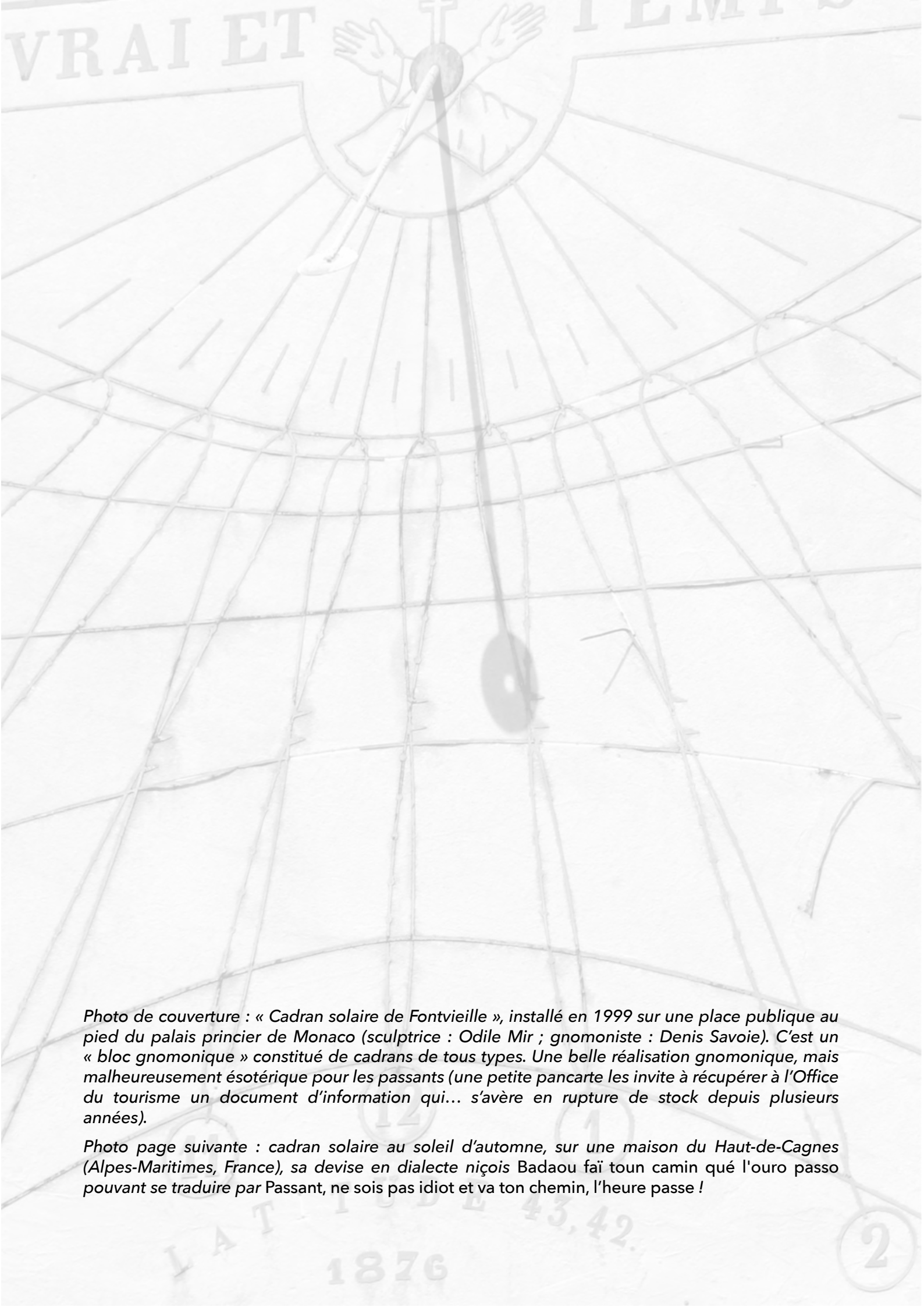


Photo de couverture : « Cadran solaire de Fontvieille », installé en 1999 sur une place publique au pied du palais princier de Monaco (sculptrice : Odile Mir ; gnomoniste : Denis Savoie). C'est un « bloc gnomonique » constitué de cadrans de tous types. Une belle réalisation gnomonique, mais malheureusement ésotérique pour les passants (une petite pancarte les invite à récupérer à l'Office du tourisme un document d'information qui… s'avère en rupture de stock depuis plusieurs années).

Photo page suivante : cadran solaire au soleil d'automne, sur une maison du Haut-de-Cagnes (Alpes-Maritimes, France), sa devise en dialecte niçois Badaou faï toun camin qué l'ouro passo *pouvant se traduire par* Passant, ne sois pas idiot et va ton chemin, l'heure passe *!*



SOMMAIRE

Crédits photos et illustrations	4
Éditorial	5
Actualités	6
Cadran « romain » dans un musée à ciel ouvert - Yves Opizzo	8
Time lapse de l'ombre d'un gnomon en classe - Joël Petit	10
Le Parc Ludiver à la Hague - Jean-Michel Ansel	12
Un gnomon vertical et ses multiples cadrans - Pierre-Louis Cambefort	14
Les cadrans solaires des Pays catalans - Ricard Llorens	16
Restauration d'un cadran solaire au Crêt du Locle - Elisabeth Regamey	18
Réaliser un cadran sans style sur un cylindre - Joël Robic	20
Les cadrans solaires d'Italie : d'hier à aujourd'hui - Francesco Caviglia	22
La gnomonique expliquée à des CE2-CM1… - Roger Torrenti	24
Amour des mathématiques et de leur partage - Yvon Massé	26
Fabrication d'une sphère armillaire - David Alberto	28
Un artiste sculptant la lumière et la couleur… - Pierre Brault	30
La parole à un gnomoniste - René R.J. Rohr	32
La parole à un cadranier - Jean-Michel Ansel	33
Zoom sur…	34
Jeux et énigmes	36
Solution des jeux et énigmes	38
Fleur de l'âge	40

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 2 : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Pages 6 et 7 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 8 et 9 : Photos et illustrations Yves Opizzo
- Pages 10 et 11 : Photos et illustrations Joël Petit
- Pages 12 et 13 : Copie d'écran Google Maps - Photos Jean-Michel Ansel
- Pages 14 et 15 : Illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 16 et 17 : Photos Societat Catalana de Gnomònica
- Pages 18 et 19 : Photos Elisabeth Regamey
- Pages 20 et 21 : Illustration et photos Joël Robic
- Pages 22 et 23 : Photo Giuseppe De Donà - Photo tirée du livre *Le meridiane delle Marche* d'Alberto Cintio - Photo Lucio Maria Morra - Photo du site Web du musée Galileo - Photo Francesco Caviglia - Photo du site www.friulioggi.it
- Pages 24 et 25 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jules Maurice Gaspard - Fichier Hypatia portrait.png – Domaine public) – Illustration et photos Roger Torrenti
- Pages 26 et 27 : Sources pour les illustrations (droits réservés) https://link.springer.com https://archive.org/stream/recreationsmathe01ozan#page/n3/mode/2up et
- https://books.google.fr/books?id=rkq_6HUPgPYC&pg=PT14
- Pages 28 et 29 : Photos David Alberto
- Pages 30 et 31 : Photos Pierre Brault
- Page 32 : Photo Jean-Michel Ansel - Document Wikimedia Commons (Auteur : fdecomite - Fichier : Carcassonne cadran solaire.jpg - Licence CC Attribution 2.0)
- Page 33 : Photos Jean-Michel Ansel
- Page 34 : Document NASS - Photo du site geneanet.org (Auteur : cartespostales - Licence CC BY-NC-SA 2.0) - Photo du site https://www.delcampe.net/
- Page 35 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Coyau - Fichier : Palais de Justice, quai des orfèvre, cadran solaire.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0)
- Page 36 : © Casterman - Document Wikimedia Commons (Auteur : Txllxt Txllxt - Fichier : Greenwich - Royal Observatory - Sundial Dolphins 1977 by Christopher St J Daniel - View North.jpg – Licence CC Attribution-Share Alike 4.0)
- Page 37 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Richard Webb - Fichier : Sundial, Berwick Bridge - geograph.org.uk - 3139011.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 2.0)
- Page 38 : Illustration Jean-Luc Astre - Document Wikimedia Commons (Auteur : Txllxt Txllxt - Fichier : Greenwich - Royal Observatory - Sundial Dolphins 1977 by Christopher St J Daniel - View North.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 4.0)
- Page 39 : Illustrations Roger Torrenti
- Page 40 : Photo et illustration Claude Gahon
- Page 41 : Photo Roger Torrenti
- Page 42 : Illustrations Pierre-Louis Cambefort

ÉDITORIAL

La Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France vient de fêter ses 50 ans (https://saf-astronomie.fr/cadrans-solaires/). À l'instar des autres associations ou groupes similaires (locaux, régionaux, nationaux), en France et dans de nombreux pays, elle fait un travail important pour préserver et étendre les connaissances et les réalisations dans le domaine des cadrans solaires. Un travail essentiel que nous saluons.

Nous souhaiterions également saluer Michèle Tillard, qui vient de rejoindre notre comité de rédaction. Ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, elle est également autrice de nombreux ouvrages et de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (voir https://philo-lettres.fr/). Elle apportera à notre comité sa connaissance du monde antique (si riche en cadrans solaires), son expérience pédagogique et, en tant que « béotienne en gnomonique » (selon ses mots), contribuera à ce que les articles du magazine restent, au fil des trimestres, accessibles à tous !

Le n°5 du magazine a été téléchargé et partagé près de 500 fois. Nous nous réjouissons de cette diffusion qui témoigne que la vulgarisation scientifique, notamment dans le domaine de la gnomonique, est utile…

N'hésitez pas à nous faire part (email au bas de la page) de toute remarque ou suggestion susceptible de rendre ce magazine encore plus proche de vos attentes, et n'hésitez pas à nous proposer des thèmes à traiter, voire des articles que vous seriez prêts à publier !

Bonne lecture à tous.

Roger Torrenti
Responsable de publication
Auteur du MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info/lauteur/

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence Creative Commons BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis le lien
https://www.cadrans-solaires.info/livre-et-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée via
https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit, Michèle Tillard et Roger Torrenti.



Dépôt légal : décembre 2022 - ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

C'est le fil Twitter du MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) qui permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.













MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 29 sept.
Magnifique !

> **Ian Hayton** @IanHayton · 29 sept.
> The famous stained glass sundial at Merchant Adventurers Hall, York #York #Sundial #StainedGlassSundial @MOOC_CS @FerreyMennim @YorkAdventurers



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 28 oct.
Bravo pour avoir repéré ce cadran solaire dans les décorations du musée Jacquemart-André de Paris !

> **Loiseleur A des L** @AlixLoiseleurdl · 27 oct.
> Cette surprenante décoration dans le Grand salon de @jacquemartandre @MOOC_CS



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 8 nov.
Merci pour le partage Oui, un beau cadran horizontal dont le style st confondu avec un jet d'eau, d'où la devise du cadran "Le temps s'écoule comme l'eau courante"

> **SacHA(P)** @P_AHcas · 6 nov.
> Ptite visite de Narbonne loin de mes hautes alpes, tres beau cadran solaire!
>
> Avec meridienne universelle qui donne le midi solaire de plusieurs grandes villes



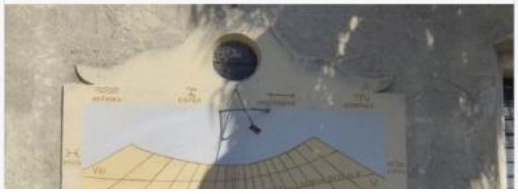
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 13 nov.
Un astucieux cadran solaire de poche (Allemagne, XVIIème siècle) au style repliable et automatiquement mis à la bonne inclinaison lors d'une utilisation... Équipé d'un couvercle non représenté ici

> **History of Science Museum** @HSMOxford · 14 avr.
> Sometimes the simplest solutions are the most satisfying.
>
> This #sundial has an ivory lid, so it's easy to slip into a pocket.
>
> To tell the time, press the small brass knob at the southern end & the gnomon springs up to the correct angle.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 15 oct.
Merci pour le partage Oui, cela arrive souvent après quelques années d'où l'importance de bien choisir l'emplacement initial du cadran ou de veiller à le conserver vierge de toute ombre environnante

> **Erik van Roon** @evrocs_nl · 6 oct.
> A sundial in Arco, Italy.
> They forgot that trees tend to grow



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 28 sept.
Intéressante découverte!

> **Lucius Gellius Publicola** @Lucius_Gellius · 19 sept.
> #archéologie : découverte des vestiges d'un magnifique cadran solaire en marbre d'époque romaine, avec les heures et mois inscrit en grec dans le lit d'un rivière assèchée dans la ville romaine d'Aizanoi (actuelle Çavdarhisar, Turquie) #twitterAntique



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 sept.
Un cadran solaire horizontal récent (2000) traité par l'artiste de façon bien originale (pour symboliser la lenteur du temps qui passe ou rendre hommage aux tortues qui occupent le site?)

> **John Regehr** @johnregehr · 15 sept.
> I always thought, based on the old Infocom game _Trinity_, that Kensington Gardens should contain a sundial. it doesn't seem to, but there is an excellent sundial sculpture in nearby Holland Park



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 11 nov.
Les enfants brésiliens, eux aussi, s'initient à l'astronomie à l'aide de cadrans solaires

> **ARede** @aredeinfo · 1 nov.
> 'Gnômon', conteúdo de Ciências proposto pelo material didático, trouxe engajamento aos alunos dos quartos anos da Escola Doutor Getúlio Vargas arede.info/_/444923



CADRAN « ROMAIN » DANS UN MUSÉE À CIEL OUVERT

Yves Opizzo

Il va de soi que les Romains, comme par évidence tous les peuples « de l'Antiquité », ne mesuraient pas le temps comme nous le faisons aujourd'hui, c'est-à-dire avec des heures dites « égales ». L'invention du scaphé - un trait de génie, mais de qui, des Grecs, des Phéniciens, des Chinois, des Babyloniens ? - il y a plus de 2 000 ans, divisa le jour clair, du lever au coucher du Soleil, en douze tranches égales (ou presque) au fil de la journée, mais de longueur différente au fil des jours. A la latitude de 45°, ces heures dites temporaires durent environ quarante de nos minutes actuelles en décembre et quatre-vingts en juin. Les heures de nuit suivent exactement la logique inverse.

Calculer les heures temporaires n'est pas très difficile. Il faut déterminer le lever du Soleil pour une date particulière, par la formule cos Ls = - tan φ . tan δ, avec Ls = lever du Soleil (ou de tout astre), φ = latitude du lieu et δ = déclinaison de l'astre. Le coucher (Cs) est censé être symétrique, ce qui est une approximation parfaitement acceptable en gnomonique. En effet, la déclinaison solaire (mais aussi lunaire) varie sans cesse, donc aussi au cours de la journée. La durée du jour clair est donnée évidemment par la formule Cs - Ls. Il suffit alors de couper cette durée en douze tranches égales et l'angle horaire cherché est trouvé.

Ne nous moquons surtout pas de ces heures temporaires, qui sont en rapport direct avec la nature, avec les faits. Nous pourrions en retirer diverses leçons basiques, par exemple que se retrouver au cours de la neuvième heure du jour, soit au milieu de l'après-midi pour parler affaires, n'est pas stupide du tout. La précision n'est pas forcément, dans beaucoup de cas, d'un intérêt majeur.

Toujours est-il que j'ai eu l'occasion de développer, de calculer et de réaliser un véritable cadran romain pour le musée (romain) à ciel ouvert de Hechingen-Stein, en Allemagne. Il est intéressant de le regarder un peu de près, car pour obtenir un tracé correct, il fallut utiliser de la technique très élaborée, à savoir ordinateurs fixe et portable, théodolite électronique (dont nous reparlerons dans ces pages) et rayon laser assez puissant pour être visible de jour dans l'herbe du pré. Le style est un obélisque construit spécialement, de 6,50 m de hauteur, surmonté d'une boule de trente centimètres, qui porte ombre. Comme le pré n'est pas du tout horizontal, mais assez « bouleversé », il était exclu d'utiliser des coordonnées cartésiennes. J'ai donc tout « traduit » en coordonnées polaires, les seules qu'un théodolite de ce type peut accepter. Et voici le résultat :



La photo de gauche montre la partie centrale du cadran, vue depuis la boule en question. Les pierres n'étaient pas encore encastrées dans la terre. La ligne du haut est la droite d'équinoxes, qui apparaît tordue, à cause de l'irrégularité du pré, trous et bosses.

La photo de droite a été prise le 22 septembre 2022, exactement à XII TVL, donc à midi vrai. L'ombre de la boule est parfaitement sur le méridien et presque exactement sur la droite d'équinoxes.

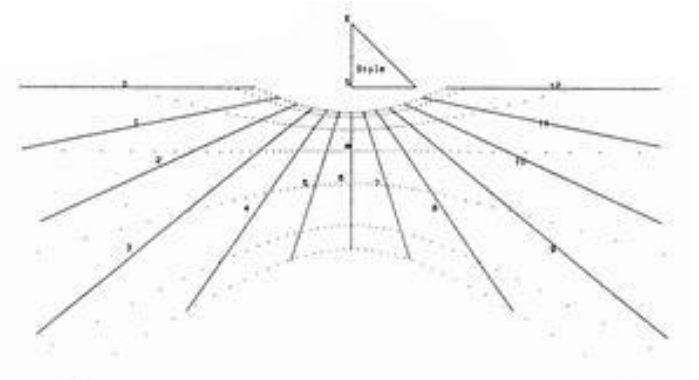


Les résultats confirment la bonne qualité de tous les travaux nécessaires à l'équipe ayant produit le cadran (quatre personnes y ont contribué largement).

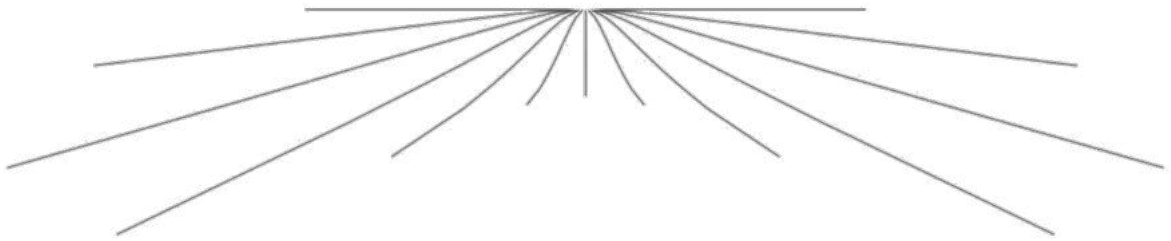
Il faut noter ici que les pseudo-droites temporaires ne convergent nulle part et ce point est évident sur place. Le cadran est très grand, au moins 50 m sur 20 m (les courbes d'hiver ne sont pas tracées, car le musée est alors fermé). Mais ces droites n'en sont pas ! En effet, la durée du jour ne varie pas de façon linéaire, mais sinusoïdale, comme la déclinaison solaire. En conséquence, pour tracer correctement un tel cadran sur une aussi grande surface, il convient de calculer beaucoup de points. Le programme utilisé, et écrit par mes soins en Modula 2 (magnifique langage informatique) dans les années 1990 permet cela pour tous les jours de l'année. Comme nous ne pouvions pas placer autant de pierres dans le champ, nous nous sommes contentés des courbes de déclinaison traditionnelles, celles du zodiaque donc.

Et cela suffit pour faire un beau cadeau à tous les professeurs de mathématiques et de physique qui visiteront le musée avec des élèves. En effet, comme le pré n'est pas horizontal du tout, mais présente des trous et des bosses nettement visibles, bien des visiteurs remarquent que les pierres ne semblent pas dessiner une quasi-droite. Alors, le guide sourit jusqu'aux oreilles, car il suffit de s'approcher de l'obélisque – le gnomon – pour que les pierres s'alignent en perspective trois dimensions. Ce cadran est donc aussi une leçon de perspective et de parallaxe.

Le programme en Modula 2 mentionné m'a permis de tracer le plan ci-contre (latitude 45°), juste pour bien montrer que les pseudo-droites ne convergent pas. Mais leur non-linéarité n'est pas facile à mettre en évidence sans une règle.



Cependant, cette non-linéarité saute aux yeux avec le tracé ci-dessous établi pour la latitude de 66°. Le point en haut du dessin représente l'emplacement du style droit.



Alors, cela vous donne-t-il un peu envie de vivre à la romaine, tout au moins avec leur façon de mesurer le temps ? Je l'espère un peu, juste pour mieux apprécier le temps qui passe, pour le distiller au lieu de le subir avec nos engins modernes portables. Qu'en pensez-vous ?

Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires. En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires ainsi que de nombreux articles sur la gnomonique (pour plus de détails : http://opizzo.de/).

TIME LAPSE DE L'OMBRE D'UN GNOMON EN CLASSE

Joël Petit

Un *time lapse* (terme anglais, quelquefois écrit en français time-lapse) est un film animé qui présente, image par image et de manière plus ou moins accélérée, l'évolution d'une situation pendant une durée plus ou moins longue. Dans cet article, nous vous proposons un protocole, pouvant être adapté, afin de réaliser un time lapse de l'ombre d'un gnomon au cours d'une journée. Le time lapse produit pourra, par la suite, servir de support pédagogique à l'étude du suivi d'une ombre portée produite par le Soleil au cours d'une journée.

Il permettra ainsi des observations qui faciliteront les réponses à des questions telles que : dans quelle direction le Soleil se lève-t-il, se couche-t-il, culmine-t-il ? Mais il permettra aussi la modélisation, par exemple en classe, du mouvement apparent du Soleil dans le ciel par déplacement d'une lampe au dessus d'un gnomon. Ou bien, l'étude du sens de rotation de la Terre et de la relativité d'un mouvement par l'observation d'un mini-gnomon installé sur un globe éclairé par une lampe fixe.

Matériel requis

- un smartphone avec une application de time lapse installée (Framelapse par exemple),
- un pied ou trépied photographique, ainsi qu'un support de fixation du smartphone,
- un gnomon sur rose des vents,
- une boussole.

Mise en place du matériel

Le matériel doit être installé dans un endroit relativement protégé de l'agitation (le dispositif ne doit pas bouger lors de l'acquisition) et ensoleillé, si possible, sur l'ensemble de la journée.

Selon la durée de fonctionnement de la batterie du smartphone, prévoir la possibilité d'un branchement électrique à proximité.



Dispositif utilisé

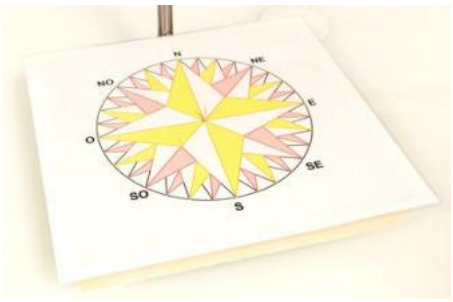
Icône de l'application FrameLapse





Support de fixation du smartphone

Gnomon sur rose des vents



RÉGLAGES DE L'APPLICATION

L'application est relativement simple d'utilisation. Il suffit de paramétrer deux données, la durée d'acquisition et la durée du time lapse produit.

Pour cela, il faut :

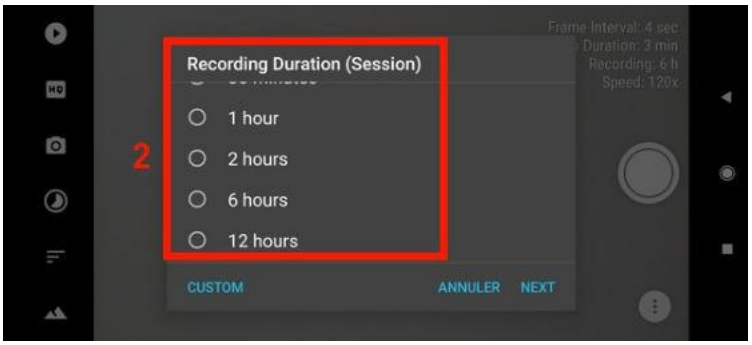


1 - Cliquer sur le texte qui s'affiche sur l'écran (Frame Interval, etc.)

2 - Paramétrer la durée d'acquisition

Une durée d'acquisition de 6 heures peut être intéressante si elle est « centrée » sur le midi solaire.

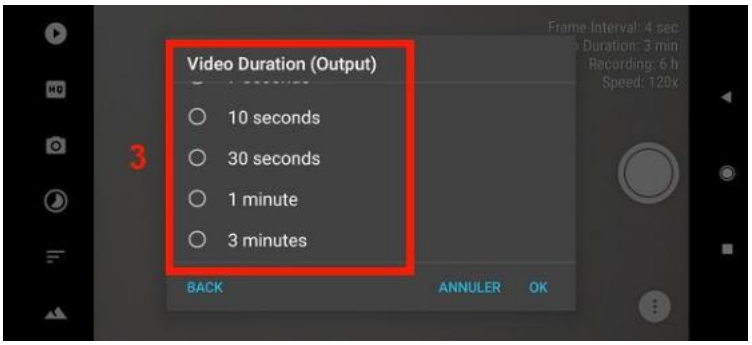
Notez que si vous choisissez une durée de 12 heures, l'acquisition pourra être stoppée avant la fin de cette durée totale sans conséquences : l'application produira tout de même un time lapse avec les images acquises.



3 - Paramétrer la durée du time lapse produit

Une durée de 3 minutes permet d'observer et d'étudier « tranquillement » l'évolution de l'ombre durant la durée d'acquisition.

Un extrait de time-lapse produit peut être consulté à l'adresse https://bit.ly/3rqYnP9.



Les apprenants sont alors à même de répondre à un questionnaire pouvant porter sur la direction et la taille de l'ombre portée du gnomon. Cette exploitation pédagogique pourra être proposée dans un autre article.

L'utilisation d'un logiciel de montage afin d'incruster quelques indications horaires sur le time-lapse produit peut présenter une véritable plus-value à son exploitation pédagogique.

Et maintenant, à vous de jouer : réalisez des time lapses de gnomon à divers moments de l'année et partagez-les avec nous !

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

LE PARC LUDIVER À LA HAGUE

Jean-Michel Ansel



Situation du parc Ludiver

Et si nous allions au cap de La Hague, au bout de la presqu'île du Cotentin, en Normandie, non pas pour visiter l'usine de retraitement de la Hague, objet de tant de préoccupations, mais pour parcourir un parc magnifique ouvert au public, situé plus précisément à Tonneville. Il s'agit du parc paysager du planétarium Ludiver qui s'étend sur deux hectares, offre de belles perspectives sur la Manche et permet de profiter de nombreux espaces (arboretum, aire de jeux pour enfants, jeu de piste astronomique, tables de pique-nique, espace détente), avant de découvrir la magie du planétarium. Ce parc offre également plusieurs curiosités dont des harpes éoliennes et un « Chemin des cadrans solaires », parcours d'initiation que j'ai conçu et réalisé il y a une vingtaine d'années, dans lequel des cadrans solaires de tous types sont présentés et expliqués. La liste ci-dessous (les notices détaillées des cadrans présentés peuvent être téléchargées ici https://bit.ly/3xyrWBO) et les photographies page ci-contre vous donneront une idée plus précise de ce parcours, peut-être l'envie de le visiter, voire d'en concevoir un similaire dans un autre lieu ?

1 - La Terre-cadran

L'axe de ce globe terrestre est parallèle à l'axe de rotation de la Terre et on lit l'heure solaire sur le cercle équatorial gradué, au niveau du volet mobile (demi-méridien) lorsque l'ombre du volet est minimum.

2 – La méridienne

Elle indique midi solaire lorsque le rayon de soleil passant par l'oculus au sommet du poteau est sur la ligne sud-nord dessinée sur le sol (le Soleil passe alors par le méridien local). Un analemme (courbe en huit) permet de lire l'heure tenant compte de l'équation du temps.

3 - La spirale du temps

C'est un cadran hélicoïdal à style polaire. Il est donc identique à un cadran équatorial dont on aurait sectionné puis étiré l'équateur circulaire. Les heures sont logiquement réparties de façon régulière à l'intérieur de l'hélice.

4 - Hauteur et azimut

Ensemble de 4 cadrans portatifs. Deux de hauteur : un cadran de berger et un quadrant, ainsi qu'un double cadran horizontal (l'un à style polaire, l'autre à style vertical et projection stéréographique). Enfin la reproduction de la boussole solaire qu'auraient utilisée les Vikings.

5 - Cadran multiface à style polaire

Il est constitué d'un cadran polaire d'une part (lignes horaires tracées sur un plan orienté sud et incliné d'un angle égal à la latitude du lieu), d'un cadran vertical et d'un cadran horizontal d'autre part. Noter que les lignes horaires de ces 2 derniers cadrans rejoignent celles du cadran polaire.

6 - Le triptyque bifilaire

Il se compose de 3 cadrans solaires : un méridional (face au sud), un occidental (face à l'ouest) et un oriental (face à l'est). Les heures sont marquées par 17 courbes en huit (analemmes). Chaque cadran comporte 2 fils projetant une croix sur son plan, où se fait le lecture.

7 - L'hémicylindre

L'axe du cylindre est parallèle à l'axe de rotation terrestre. La lecture des heures peut se faire à l'ombre de l'une des arêtes de l'hémicylindre ou à celle d'un style polaire.

8 - Le scaphé grec

C'est un hémisphère qui permet de visualiser le parcours apparent du Soleil, chaque jour de l'année, d'un solstice à l'autre. Chaque jour est divisé en 12 parties ce qui donne des « heures antiques à durée inégale ».

9 - Cadran analemmatique et nocturlabe

Le nocturlabe permet de déterminer l'heure la nuit. Le cadran analemmatique correspond à la projection du cercle équatorial et du style polaire du nocturlabe sur le plan horizontal. On obtient une ellipse et un segment de droite.



















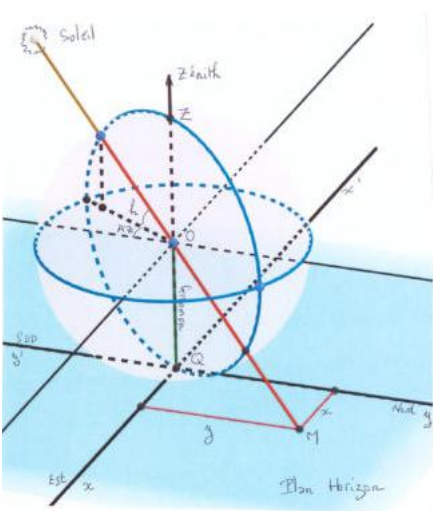
Jean-Michel Ansel anselhelios@live.fr est cadranier (et gnomoniste). Il est présenté en page 33 de ce magazine.

UN GNOMON VERTICAL ET SES MULTIPLES CADRANS

Pierre-Louis Cambefort

Dans le n°5 de ce magazine, l'article « Un bâton magique » d'Yves Opizzo et Roger Torrenti abordait brièvement les possibilités offertes par un simple bâton (gnomon) fixé verticalement sur un sol horizontal. Nous allons détailler ici comment réaliser différents types de cadrans solaires horizontaux avec un tel gnomon.

1 - CADRAN HORIZONTAL PAR PROJECTION GNOMONIQUE



Considérons, dans la sphère céleste locale représentée ci-contre, une projection « azimutale », qui projette le Soleil sur le plan de l'horizon, orthogonal à la verticale du lieu (droite QZ sur le graphique ci-contre), que nous considérons tangent à la sphère céleste (au point Q), à partir de l'extrémité du gnomon vertical situé au centre de la sphère céleste (segment de droite QO). Le Soleil se déplace en un jour sur un cercle de la sphère céleste, parallèle à l'équateur, et on peut admettre que la déclinaison du Soleil est constante durant la durée d'un jour. La déclinaison du Soleil, c'est-à-dire son écart (+ ou -) en degrés par rapport au plan de l'équateur, changeant tous les jours, l'azimut de l'ombre du gnomon change également tous les jours pour une même heure (l'azimut étant l'angle de l'ombre par rapport à la direction du sud compté dans le sens des aiguilles d'une montre). C'est donc l'extrémité de l'ombre du gnomon vertical qui donne l'heure solaire vraie.

1.1 - Cadran horizontal classique

Dans le système de coordonnées sélectionné (axe des x dirigé vers l'est, axe des y suivant la méridienne orienté vers le nord, axe des z suivant la verticale du lieu), si nous désignons l'azimut du Soleil par Az, les coordonnées de l'extrémité de l'ombre du gnomon sont liées par la relation : x / y = tan Az.

On peut tracer, grâce aux formules détaillées dans le document en annexe https://bit.ly/3RONr9t, le cadran de la figure 1 en 4ème de couverture (page 42), tracé réalisé avec VBA Excel comme tous les autres tracés de cet article.

Pour connaitre l'heure solaire, orienter le cadran dans la direction du nord géographique, observer où tombe l'extrémité de l'ombre du gnomon sur le plan du cadran (petit cercle vert) et en déduire par extrapolation l'heure solaire vraie (16,1 h) et la déclinaison du jour (5°) , d'où l'heure légale (18 h) et la date (2 avril 2022). Nota bene : chaque arc diurne est une hyperbole sauf pour les équinoxes, où le Soleil se déplace sur un grand cercle qui se projette en une droite.

Il est évident que les heures au voisinage des levers et des couchers de soleil ne peuvent pas être lues, étant rejetées à l'infini ou très éloignées du pied du gnomon. D'où l'utilisation de cadrans sphériques ou tronconiques (scaphés) par nos ancêtres qui ne connaissaient pas le style polaire.

1.2 - Cadran horizontal azimutal par les ombres

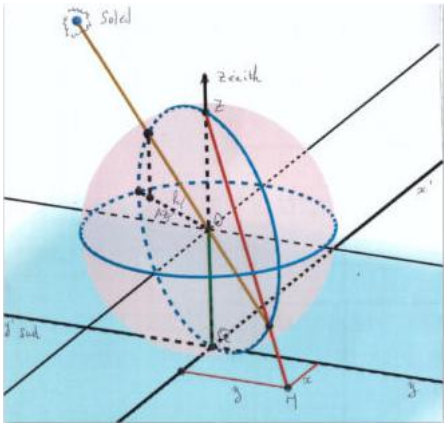
Nous pouvons également utiliser l'ombre du gnomon tout entière, l'extrémité de l'ombre du gnomon n'indiquant plus, dans ce cas, l'heure solaire vraie. Dans cette option, choisissons par exemple la représentation des dates par des cercles différents et pour chacun de ces cercles, cherchons l'intersection avec l'ombre du gnomon puis traçons les courbes donnant les heures.

On obtient alors, à l'aide des formules données dans le document en annexe, le tracé de la fig. 2 page 42.

Pour lire l'heure solaire sur ce cadran (dans l'exemple : date - 02/04/2022 / azimut de l'ombre - 71.1 ° / heure solaire vraie - 16,1 h) :

- *Orienter suivant la méridienne, Nord vers le haut.*
- *Sélectionner le cercle correspondant à la date (déclinaison).*
- *Lire l'heure à l'intersection de l'ombre du gnomon avec le cercle sélectionné.*

2 - CADRAN HORIZONTAL PAR PROJECTION STÉRÉOGRAPHIQUE

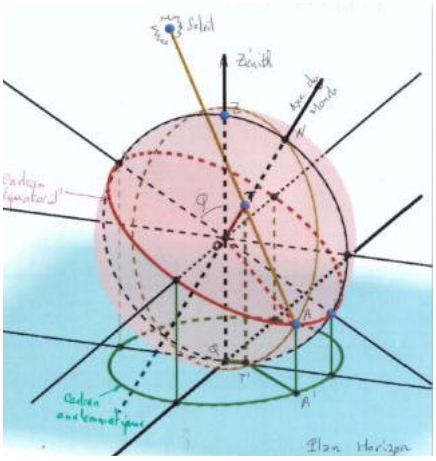


La projection stéréographique est une projection « conforme » (c'est-à-dire qui conserve les angles des courbes entre elles sur la sphère céleste), qui projette tout cercle inscrit sur la sphère céleste en cercle ici sur le plan de l'horizon. Les arcs de déclinaisons et les lignes horaires sont donc des cercles orthogonaux.

- *Le centre de projection est le zénith et le plan de projection est l'horizon du lieu.*
- *Le nadir se projette à la verticale : pied du style droit (gnomon) fixe.*
- *La méridienne du lieu (nord-sud) comprend les images du pôle nord et du pôle sud et l'image du nadir.*
- *Le cadran est limité par le cercle d'horizon.*

Comme pour tout cadran d'azimut, l'heure solaire se lit à l'intersection de l'ombre du gnomon avec le cercle de déclinaison correspondant à la date du jour sélectionné. Le tracé d'un tel cadran est reproduit page 42 (fig. 3). Le principe de lecture de l'heure solaire est identique au cadran précédent.

3 - CADRAN ANALEMMATIQUE



Le cadran horizontal analemmatique classique est la projection orthogonale sur le plan de l'horizon d'un cadran équatorial. Le gnomon vertical est, dans cette application, mobile, fonction de la date. L'heure solaire se lit à l'intersection de l'ombre du gnomon, correctement placé sur la date du jour, avec l'ellipse des heures (image du cercle de rayon R du cadran équatorial).

Soit δ la déclinaison du Soleil. Pour que l'ombre A de l'extrémité du gnomon T tombe sur le cercle du cadran équatorial de rayon R, la longueur du gnomon, porté par l'axe du monde, doit être égale à R . tan δ. Le plan perpendiculaire à l'horizon et passant par la droite <Soleil, extrémité gnomon T et ombre A> contient les projections T' de T et A' de A : A' est donc l'intersection de l'ombre du gnomon vertical TT' avec l'ellipse, projection orthogonale de l'équateur sur le plan de l'horizon.

3.1 - Cadran analemmatique classique

Avec les formules données en annexe, on obtient le tracé représenté en page 42 (fig. 4) : le gnomon vertical doit être positionné dans le plan méridien sur la date du jour, son ombre donne l'heure solaire vraie par son intersection avec l'ellipse image.

3.2 - Cadran analemmatique à style fixe par décalage

Nous pouvons décider d'avoir un style fixe mais dans ce cas, il faut décaler les ellipses images, chacune de la valeur de son centre sur l'échelle des dates du cadran analemmatique classique. Voir fig. 5 page 42.

3.3 - Cadran analemmatique à style fixe avec ellipses images tangentes

Compte-tenu des difficultés à lire correctement les heures vers 6 h ou 18 h, nous pouvons enfin transformer les ellipses images en modifiant leurs échelles respectives pour les rendre tangentes entre elles au méridien inférieur, ce qui nous donne le cadran représenté fig. 6 page 42.

Pierre-Louis Cambefort est ingénieur, artiste et gnomoniste
pierre-louis.cambefort@orange.fr

LES CADRANS SOLAIRES DES PAYS CATALANS

Ricard Llorens

À la Société Catalane de Gnomonique (SCG), nous étudions l'histoire de nos cadrans solaires, nous suivons les empreintes laissées par leurs créateurs, nous essayons de récupérer les plus abandonnés de l'oubli et exhortons les autorités compétentes à les restaurer, et nous encourageons la construction de nouveaux cadrans en réponse aux demandes de conseils que nous recevons. Des exposés et des cours sont également organisés pour les construire. Parmi nos activités les plus remarquables figure l'élaboration d'un inventaire, dont j'ai la responsabilité, qui compte déjà 7 650 cadrans solaires répertoriés, et qui est disponible sur notre site www.gnomonica.cat.



Il est intéressant de constater la différence significative entre les cadrans solaires construits dans notre pays et ceux construits dans d'autres pays européens. Les études statistiques fondées sur notre inventaire nous permettent de dire que seuls 15% des cadrans catalans ont été construits avec des fonds publics. Le reste c'est du travail privé, dont 25% sont attribuables à des résidences privées et à des entreprises du secteur privé, et (donnée importante) 60% sont des cadrans solaires appartenant à des fermes.



L'Alguer, Sardaigne. ID 3207



Felanitx, Îles Baléares. ID 6071



Reus, Catalogne. ID 3583



Ordino, Andorre. ID 7328



Alàs i Cerc, Catalogne. ID 2945



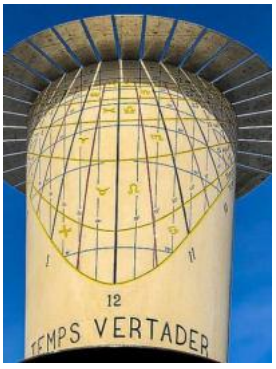
El Bruc, Catalogne. ID 2206



Andratx, Îles Baléares. ID 7167



Alpicat, Catalogne. ID 7030



Barcelone, Catalogne. ID 6513

On peut en déduire qu'aux XVI^e^, XVII^e^ et XVIII^e^ siècles, tandis qu'en Europe la gnomonique était l'objet d'intérêt de la part des classes les plus élevées, car c'était une époque fascinante d'exaltation de toutes les branches de la science et des arts, chez nous, ce sont nos fermiers qui bâtissaient des cadrans solaires. Alors que les sociétés européennes se réjouissaient des beaux cadrans solaires que leurs administrations construisaient, la gnomonique s'est développée dans notre pays aux mains des agriculteurs, dans les zones rurales, avec des possibilités limitées et des instruments simples.

Les racines authentiques du cadran solaire catalan se retrouvent dans la ferme, et son objectif n'était pas tant l'apparence que la fonctionnalité, c'est-à-dire le simple besoin de connaître l'heure pour le travail quotidien, au point que le cadran solaire est devenu un élément caractéristique de la ferme catalane.

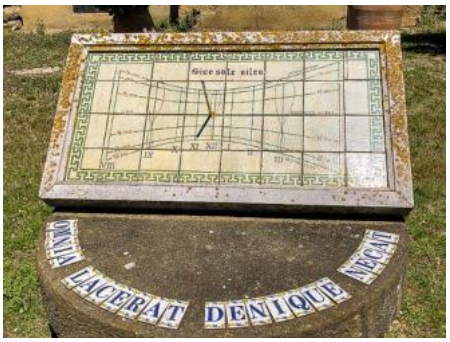
Nous devons préciser que notre inventaire comprend des cadrans de tous les **Pays catalans**, à savoir, les endroits où la langue catalane est parlée: Alghero, Andorre, les îles Baléares, la Catalogne, la Catalogne nord, le Pays valencien et la Frange Occidentale (une partie de l'Aragon). Par conséquent, pour faire la sélection de photographies que nous vous proposons, nous avons pris en compte qu'il s'agissait de cadrans solaires de différents types et aussi qu'elles étaient représentatives des différents territoires qui composent les Pays catalans. Le numéro en bas de chaque photo correspond au numéro d'identification de chaque cadran consultable sur notre site à l'adresse https://www.gnomonica.cat/index.php/inventari/inventari-10742


Bagà, Catalogne. ID 3886


Argelès-sur-Mer, Catalogne nord. ID 3970



Alt Maestrat, Pays valencien. ID 4702



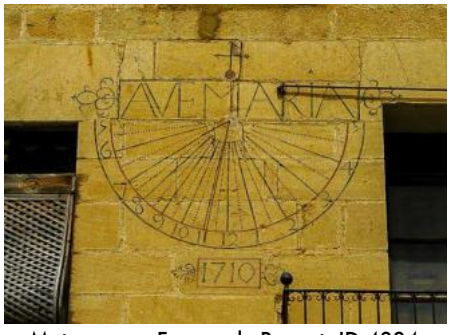
Cabanelles, Catalogne. ID 2203



Villefranche de Conflent, Catalogne nord. ID 911


Santa Pola, Pays valencien. ID 4811


Vall de Bianya, Catalogne. ID 0060



Matarranya, Frange du Ponant. ID 4884


Otos, Pays valencien. ID 7360

RESTAURATION D'UN CADRAN SOLAIRE AU CRÊT DU LOCLE

Elisabeth Regamey



Il s'agit d'un cadran solaire vertical déclinant Est, réglé à l'heure solaire locale, sis sur une ferme au lieu-dit Les Combes, Crêt du Locle, dans le canton de Neuchâtel (Suisse). Il est daté de 1735 et répertorié dans l'édition de la Nouvelle revue neuchâteloise consacrée aux cadrans solaires neuchâtelois (n°11, automne 1986).

Sobre, d'un très beau graphisme et parfaitement intégré à la façade, il a été restauré assez succinctement en 1910.

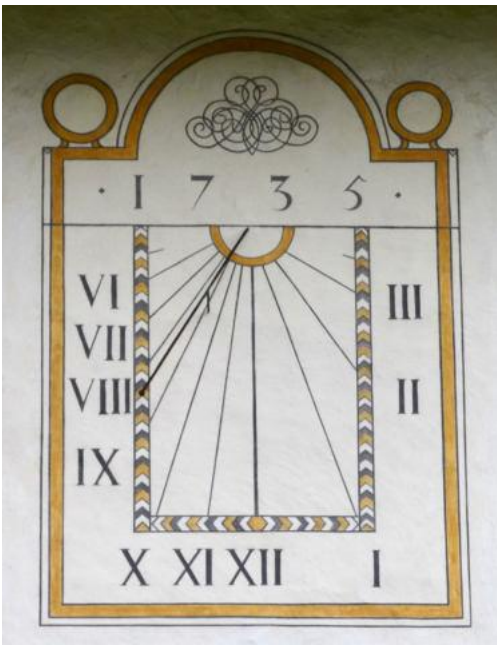
Un avant-toit avancé le protège des intempéries mais son avancement lui fait de l'ombre, surtout en été. Il est peint à la chaux directement sur le mur, sur un enduit de chaux lissé. Le tout est propre et exempt de taches ou de coulures de rouille, comme cela arrive fréquemment sous l'ancrage du style. L'enduit du cadran et de la façade est encore celui de l'époque de la construction ce qui rend le bâtiment tout à fait remarquable et classé auprès des monuments historiques.

ÉTAT AVANT L'INTERVENTION DE RESTAURATION



Avant mon intervention, ce cadran présentait d'importantes différences par rapport à l'heure solaire locale dues essentiellement à la déformation et au déplacement du style. Son tracé manquait de précision à certaines heures, mais était globalement correct par rapport au lieu et à l'orientation de la façade. Dans son ensemble ce cadran était passablement dégradé et présentait de nombreuses lacunes sur les chiffres, filets, décors, mais le tout était encore bien lisible. Le fond présentait des fissures et une faible adhésion.

J'ai pu reconstituer le tout en fonction de ce que je voyais sur le mur et d'un document photographique. Le style, en fer et rouillé, était légèrement plié, descellé et bougeait. En accord avec les services des monuments historiques, j'ai décidé de le garder en lui ajoutant une jambe de soutien en fer afin de le stabiliser.



INTERVENTION

En premier lieu la prise des mesures du cadran a été nécessaire afin de repositionner correctement le style puis celui-ci a été descellé.

J'ai ensuite procédé à un nettoyage délicat de la surface, à un dégagement des rebouchages et des teintes inadéquates, et j'ai fait des injections pour consolider le support.

Après ce travail sur le fond, j'ai repris le décor et le tracé des lignes horaires en comblant les lacunes et reconstitué les chiffres effacés selon les modèles existants.

Le style a été nettoyé, redressé, pourvu d'une jambe de soutien et mis en place selon un gabarit.

DÉTAILS D'INTERVENTION

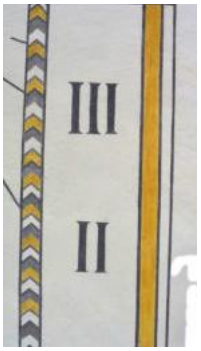
REPRISE DU DÉCOR, COMBLEMENT DES LACUNES ET RECONSTITUTION



Après nettoyage



Chiffres reconstitués



Mise en couleur



Avant intervention



Après intervention

NOUVELLE FIXATION DU STYLE



Avant intervention



Dégagement du style



Finitions



Mise en place du style avec gabarit

ELISABETH REGAMEY

Après une formation aux Arts Appliqués de Vevey, je me suis orientée vers la peinture décorative en suivant des cours à l'Institut de Peinture Décorative à Bruxelles ainsi qu'au Centre Européen pour les Métiers du Patrimoine à Venise, sur des techniques spécifiques telles que les enduits à la chaux, peinture à la chaux, trompe-l'œil, faux marbre et faux bois.

Mon intérêt et ma passion pour les cadrans solaires ont été suscités par tout ce qu'ils représentent en tant qu'objet esthétique, poétique, historique et fonctionnel, éléments constitutifs de notre patrimoine architectural et culturel. Depuis vingt ans, j'en crée et j'en restaure. Je travaille en binôme avec Jean-Marc Lavanchy, ingénieur EPFL, qui s'occupe de la partie technique, à savoir le calcul des cadrans ainsi que la fabrication et la pose des styles.

Les cadrans solaires ne sont pas mon seul domaine d'activité. Je réalise divers travaux de peinture décorative intérieurs ou extérieurs : stuc-marbre, ornements, faux bois, faux marbre, dorure, décors muraux, trompe-l'œil et enseignes.

elisabeth.regamey@peinturedeco.ch
www.cadransolaire.ch - www.peinturedeco.ch

RÉALISER UN CADRAN SANS STYLE SUR UN CYLINDRE

Joël Robic

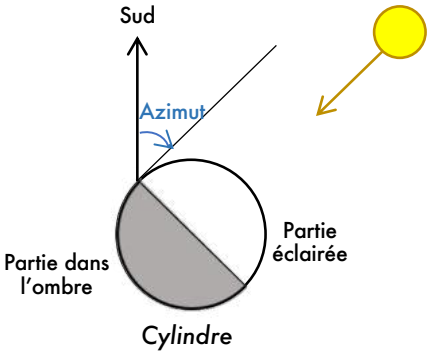
Les cylindres verticaux sont très fréquents dans l'espace public : châteaux d'eau, colonnes, lampadaires cylindriques, etc. Mais il n'est pas toujours facile d'y installer un gnomon...

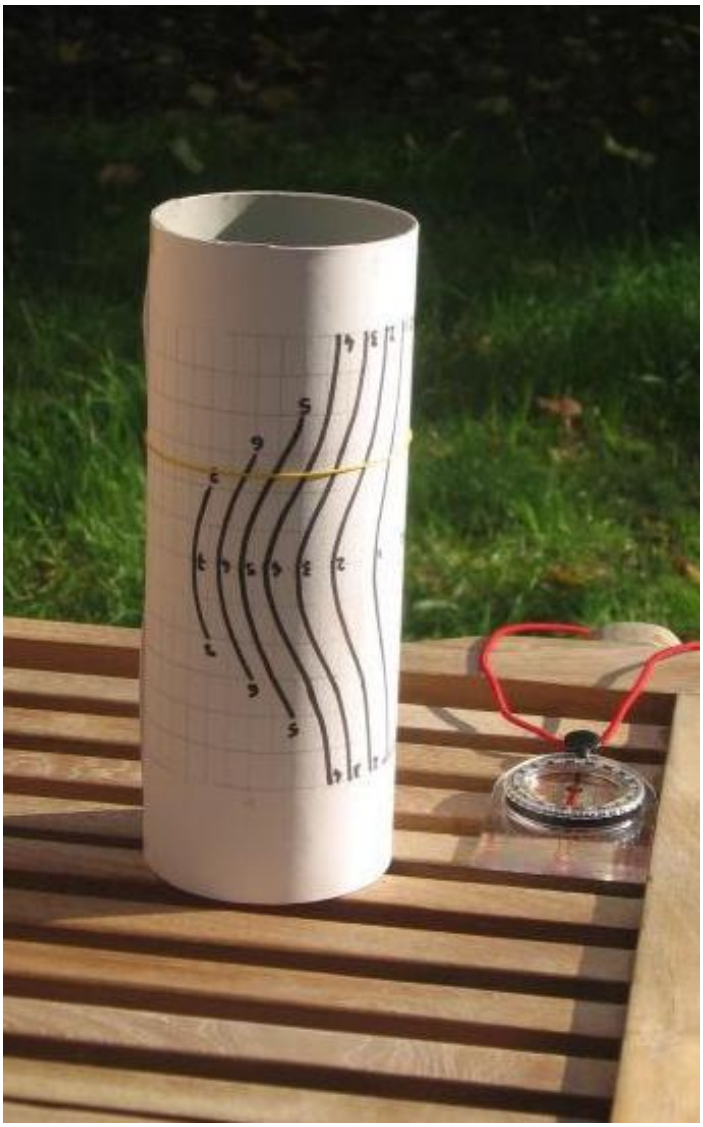
Lorsque le Soleil les éclaire, il serait tentant d'exploiter la limite de l'ombre pour en faire un cadran solaire. Mais comment faire ?

Ci-contre le schéma de principe (vue de dessus).

La limite de l'ombre est décalée de 90° par rapport à la direction du Soleil.

Pour en faire un cadran, il suffit donc de tracer les lignes horaires d'azimut puis d'orienter celle de midi solaire (verticale) indifféremment vers l'est ou vers l'ouest.





PROTOTYPE

Il n'y avait pas de logiciel pour tracer ce type de cadran.

Je l'ai donc tracé manuellement avec une table qui donne les azimuts du Soleil pour les heures aux différentes périodes de l'année (table que l'on peut trouver dans les livres de gnomonique).

On lit sur ce cadran l'heure solaire. La ligne de midi est donc une droite verticale orientée est ou ouest : les courbes d'azimut étant symétriques, seules changent les indications d'heures selon que la ligne de midi est à l'est ou à l'ouest.

Les mois peuvent être disposés de haut en bas pour faciliter la lecture, un élastique permettant de repérer la date courante.

Il est possible aussi de dessiner les lignes horaires pour d'autres types d'heures (heures légales, heures italiques, babyloniques ...). Il suffit de trouver les bonnes tables ou alors un logiciel qui les trace directement.

Par chance, Giuseppe Zuccalà [1] a été intéressé par mon cadran et a réalisé un logiciel simple à utiliser, que l'on peut télécharger depuis mon site [2] : le logiciel demande de renseigner : la latitude et la longitude, le fuseau horaire, le type d'heures (voir ci-dessus), le nombre de lignes de dates et de lignes horaires, et le diamètre et la hauteur du cylindre.

TOTEM DES HEURES

Ci-contre les différents types d'heures sont regroupées dans un « totem » (voir [3] pour plus de détails). On peut lire les différentes heures (le 22 décembre) au bas de chaque cadran. De haut en bas :

Heure solaire vraie : il est presque 10 h

Il est midi quand le Soleil est plein sud ; la ligne de midi est alors plein ouest.

Heure temporaire : il est 3 h

On compte 12 heures entre le lever et coucher du Soleil (les heures temporaires sont plus courtes en hiver qu'en été) : 0 h au lever du Soleil, 6 h quand le Soleil est plein sud, 12 h quand il se couche.

Heure légale (de la montre) : il est 11 h

A partir de l'heure solaire, il faut effectuer trois corrections : la longitude, l'équation du temps, 1 h en hiver ou 2 h en été

Heures jusqu'au coucher du Soleil : il est 6 h 30

Elles sont égales aussi à 24 - heures italiques. C'est l'heure des poules…

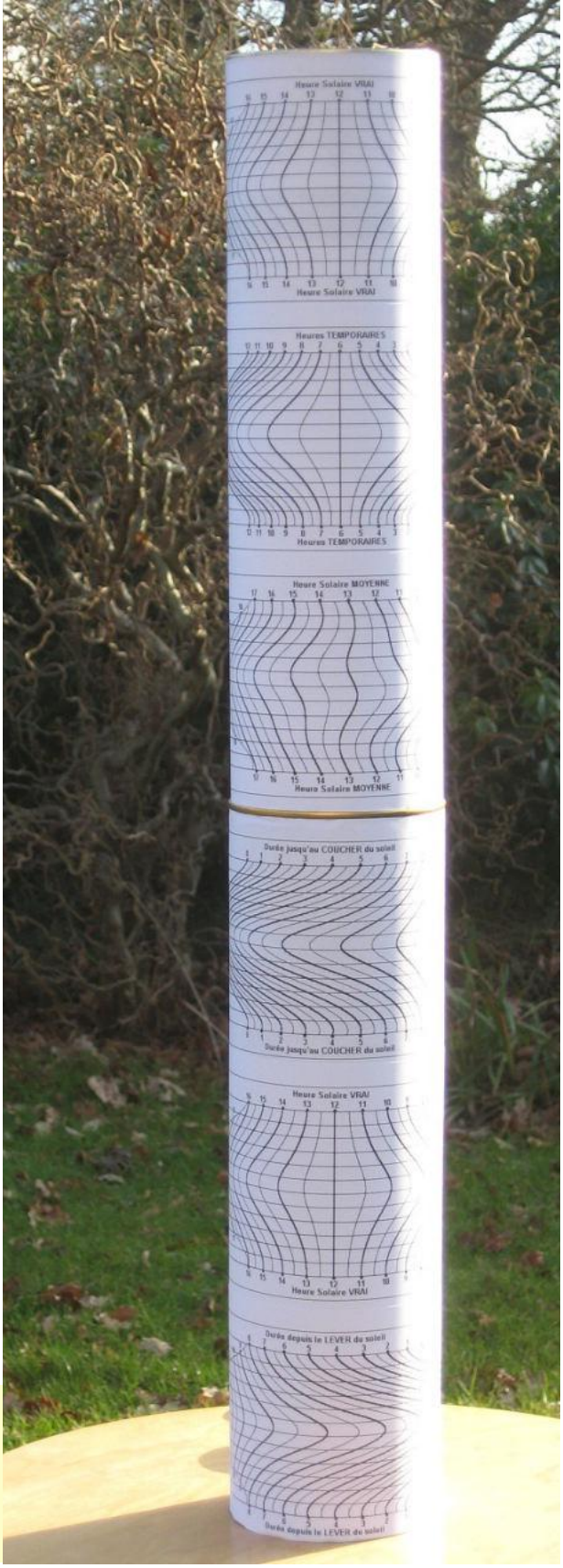
Heure solaire vraie : il est presque 10 h

De nouveau ici : indiquant l'heure d'hiver, il faudra ajouter 1 h en été.

Heures depuis le lever du Soleil : 1 h 30

Elles sont appelées aussi heures babyloniques

À vous d'utiliser le logiciel pour réaliser le vôtre !



Joël Robic (robic.joel@wanadoo.fr) est ingénieur des Arts et Métiers et après une carrière dans les télécommunications, est depuis peu à la retraite et en profite pour cultiver son « potager du Soleil » près de Rennes en Bretagne.

RÉFÉRENCES

[1] Page de Giuseppe Zuccalà
http://zuccala.altervista.org/Nuovi%20orologi%20solari/Nuovi%20orologi%20solari.htm
[2] Lien de téléchargement du logiciel version française
http://www.cadrans-solaires.fr/fiche-cadran/Jo%EBl%20Robic%20%28Cylindre%20d%27Azimut%29.zip
[3] http://www.cadrans-solaires.fr/cylindre-d-azimut-suite.html
D'autres idées et exemples de cadrans cylindrique sur ma page
http://www.cadrans-solaires.fr/cylindre-d-azimut.html

LES CADRANS SOLAIRES D'ITALIE : D'HIER À AUJOURD'HUI

Francesco Caviglia

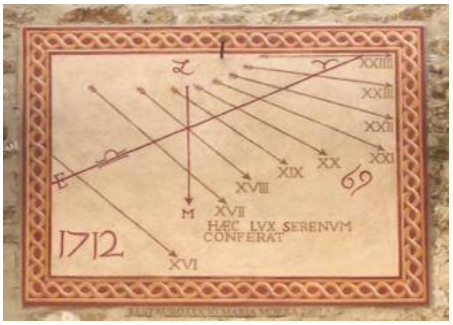
Cet article est un résumé du texte préparé par Francesco Caviglia pour ce magazine ; le texte complet (comprenant notamment une bibliographie) peut être téléchargé ici https://bit.ly/3CUaE51 en italien ou ici https://bit.ly/3EhIUrG dans sa traduction française.



L'un des cadrans solaires romains du musée archéologique national d'Aquilée



Cadran canonial de la basilique de Santa Maria Piè di Chienti à Montecosaro, dans la province de Macerata



Cadran solaire à heures italiques à Cerreto Langhe (province de Cuneo) restauré par Lucio Maria Morra

Le territoire italien a une longue tradition gnomonique qui, au fil du temps, a logiquement conduit à une densité significative de cadrans solaires sur le sol italien.

Déjà, dans l'Antiquité, les Romains utilisaient beaucoup les cadrans solaires dans les lieux publics. Vitruve (Ier siècle avant J.-C.) liste une dizaine de types de cadrans solaires en usage à l'époque et évoque l'utilisation de cadrans solaires portables. Dans plusieurs sites archéologiques italiens, à Rome mais aussi au musée archéologique national d'Aquilée (province d'Udine) ou à Matelica (province de Macerata) par exemple, on peut voir de nombreux exemples de cadrans solaires de cette époque (dont le célèbre « globe de Matelica »). On peut aussi, sur la place Montecitorio à Rome, retrouver l'obélisque qui avait servi de gnomon à la ligne méridienne tracée sur le Champ de Mars, en l'an 9 avant J.-C.

Le Moyen Âge fut une période plutôt sombre pour la gnomonique, mais dans chaque monastère se construisaient des cadrans solaires, plus précisément des « cadrans canoniaux » construits avec des méthodes incorrectes et dans le but d'indiquer surtout les délais de prières fixés localement avec un certain arbitraire. Au moins une centaine d'entre eux ont été conservés sur l'ensemble du territoire italien.

À la fin du Moyen Âge, en Europe, des méthodes graphiques sont développées pour construire n'importe quel cadran solaire sur un mur plat, ainsi que des cadrans portables. Un tournant important s'est produit en Italie en 1562 avec la publication du *Traité sur l'analemme* de Ptolémée, traduit par Federico Commandino. Divers auteurs commencèrent alors à développer des méthodes issues de ce traité. En 1587, Giovanni Vimercati publie un livre qui a le mérite d'être le premier livre en italien sur le sujet. Un résumé des méthodes graphiques de l'époque a été récemment publié par Alessandro Gunella (livre offert en bonus numérique par le magazine *Orologi Solari*, numéros 2, 3, 4 et 29). À cette époque les heures inégales sont abandonnées, pour adopter la division du jour en 24 heures égales. En Italie, ces heures étaient, dans la plupart des lieux, comptées à partir du coucher du Soleil (*heures italiques*) au lieu de minuit comme dans presque tous les pays européens, ce qui rend les cadrans solaires plus difficiles à concevoir. Malgré cela, des cadrans solaires construits correctement, souvent savants, se sont multipliés sur les murs italiens, et beaucoup sont encore conservés aujourd'hui.

Vers la fin du XVe siècle, les premiers « cadrans solaires à chambre obscure » apparaissent, en particulier dans les églises et en tant que laboratoires d'astronomie. En 1467 Toscanelli réalisa celui de la cathédrale Santa Maria del Fiore (le Duomo) à Florence. Puis, en 1576, Ignazio Danti réalisa celui de la basilique de San Petronio à Bologne, remplacé en 1655 par celui de Gian Domenico Cassini.

Aujourd'hui, beaucoup de ces cadrans solaires à chambre obscure sont encore visibles, dont celui de Gian Domenico Cassini.

Les cadrans solaires portables, bien que peu précis, ont également eu une bonne diffusion en Italie, comme en témoignent les nombreux exemples présents dans les musées comme le musée Galileo de Florence et le musée Poldi Pezzoli à Milan.

Puis, les cadrans solaires ont connu un certain renouveau en Italie au XIXe siècle, d'abord avec le remplacement des heures italiques par des heures débutant à minuit, ensuite avec l'adoption de l'heure moyenne. Mettant en valeur la relativité de l'heure locale, de nombreux cadrans solaires ont été créés à cette époque avec des références au midi dans diverses villes du monde. A la fin du XIXe siècle, avec l'arrivée des télégraphes, des chemins de fer et des horloges mécaniques précises et bon marché, l'utilité des cadrans solaires a été fortement réduite et ces instruments sont progressivement tombés dans l'oubli.

Au XXe siècle on assiste cependant à un regain d'intérêt pour les cadrans solaires, considérés avant tout comme des éléments décoratifs. Les anciens cadrans ont commencé à être restaurés, tandis qu'en apparaissaient de nouveaux sur les murs des bâtiments et les places publiques. Cette tendance se poursuit aujourd'hui. De nombreux gnomonistes éminents ont contribué à la renaissance culturelle de la gnomonique en Italie, comme Enrico d'Albertis, Girolamo Fantoni, Gianni Ferrari, et Nicola Severino.

Certains villages comme Bellino (province de Cuneo) et Ala di Stura (province de Turin), riches en cadrans solaires du XVIIIe ou XIXe siècle, ont entamé un travail de restauration systématique de leur patrimoine gnomonique pour accroître leur attractivité touristique. D'autres villes, comme Aiello del Friuli (province d'Udine) et Monclassico (province de Trente) ont plutôt choisi de s'enrichir de nouveaux cadrans solaires, à la réalisation desquels sont souvent associés des artistes renommés.

Il n'y a pas d'association spécifique pour les amateurs italiens de gnomonique (quelques centaines) mais une section de l'Union italienne des astronomes amateurs (UAI) traite du sujet. Ils se rassemblent surtout autour de la revue *Orologi Solari (*gratuite en téléchargement) www.orologisolari.eu et du groupe https://groups.google.com/g/gnomonicaitaliana?pli=1 qui s'identifie à l'association informelle *Coordinamento Gnomonico Italiano*. Vers 2010, le catalogue *Sundial Atlas* a été mis en ligne http://sundialatlas.net, édité par Fabio Savian et d'autres gnomonistes, dans le but de rassembler les fiches des cadrans solaires d'Italie et du reste du monde. Il en répertorie aujourd'hui un total de 55 000, dont 20 500 en Italie.

En conclusion, l'Italie est un bon « terrain de chasse » pour le touriste passionné de cadrans solaires !



Cadran solaire diptyque du musée Galileo de Florence, avec un cadran à heures italiques en bas



Cadran solaire de l'évêché de Cuneo, avec des références au midi dans différentes villes



Cadran solaire multiple installé à Aiello del Friuli, pour commémorer l'entraîneur de football Enzo Bearzot

Francesco Caviglia, après un diplôme en physique et une carrière dans les télécommunications, a approfondi l'étude de la gnomonique, déjà l'un de ses intérêts de jeunesse. Auteur de nombreux articles et co-auteur d'un livre sur le sujet, il est membre du comité éditorial de Orologi Solari *depuis la naissance de la revue (francesco.caviglia@tin.it)*

LA GNOMONIQUE EXPLIQUÉE À DES CE2-CM1…

Roger Torrenti

Comment refuser l'invitation d'une professeure des écoles d'un établissement de Gattières (Alpes-Maritimes), Madame Gagnard, passionnée par son métier et ayant choisi comme « projet » pour l'année 2022-2023 un intéressant « voyage dans le temps », de venir dans sa classe de CE2-CM1 initier les enfants à la science des cadrans solaires ? J'ai bien entendu accepté avec plaisir.

Avec plaisir mais aussi avec une certaine appréhension, étant plus habitué à parler de gnomonique à des assemblées d'adultes qu'à 25 enfants de 8 à 9 ans… Comment en effet, en peu de temps (une intervention d'une durée totale de 1 heure avait été prévue par l'enseignante), intéresser ces enfants, retenir leur attention, leur faire apprécier des connaissances de base dans ce domaine ?

Cela m'a bien entendu aidé d'interagir au préalable avec « la maîtresse », d'échanger des idées, et de recueillir ses conseils en matière de pédagogie. Finalement il fut décidé que la séance serait scindée en deux parties, la première, « théorique », s'appuyant sur une projection d'images, la seconde, « pratique », c'est-à-dire la construction par chaque enfant de « son » cadran solaire, ponctuée par la nécessaire vérification du bon fonctionnement du cadran au soleil, dans la cour de l'école.

PROJECTION D'IMAGES

La présentation fut nécessairement courte (9 images) compte tenu de la durée totale de l'exercice et des interactions souhaitables avec les enfants pendant la présentation, qui a consisté en fait en un échange nourri (presque débridé…) de questions – réponses.

Elle a permis :

- d'aborder la forme et le mouvement de la Terre, le système solaire, le mouvement apparent du Soleil dans le ciel, les quatre points cardinaux et l'utilisation d'une boussole,
- puis de souligner que les cadrans solaires ont été pendant très longtemps un des rares instruments de mesure du temps, avant d'être remplacés par des horloges mécaniques, montres et téléphones mobiles, mais qu'ils demeurent utiles, décoratifs et pédagogiques…



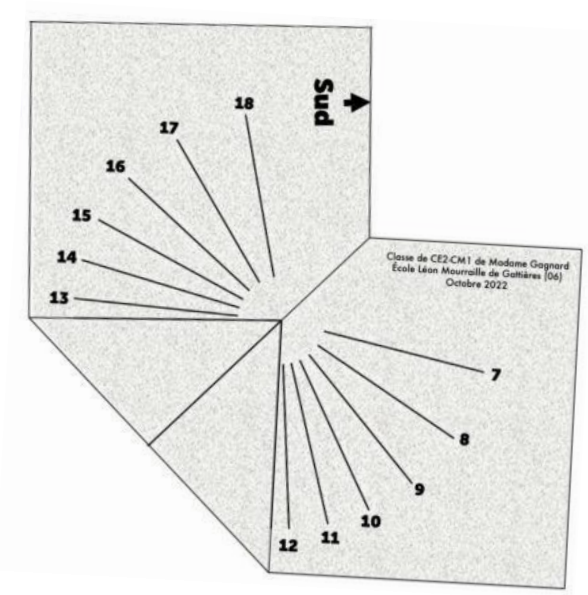
Une des images projetées représentait Hypatie, la philosophe, mathématicienne et gnomoniste grecque de la fin du IV^e^ siècle, illustrant le rôle que peuvent et doivent jouer (aussi) les filles et les femmes dans les sciences (l'enseignante avait noté, depuis le début de l'année une certaine réserve des filles quand on parlait de sciences…)



Une enfant, aidée par l'intervenant, simule avec une lampe-torche le mouvement apparent du Soleil dans une journée et l'on observe la direction et la longueur de l'ombre d'un gnomon sur la table

CONSTRUCTION DU CADRAN SOLAIRE

J'avais choisi un cadran rapide à faire et simple à monter avec seulement une paire de ciseaux et un peu de colle : le cadran (vertical) à découper proposé sur le site https://devel.sundialzone.com/fr/cadransolaire.



Comme le cadran prévu pour l'intervention était un cadran horizontal, il a suffi d'indiquer en ligne, comme latitude pour le tracé, une valeur égale à 90° diminuée de la latitude réelle du lieu puis de modifier les indications d'heures dans la version imprimée (pour plus de détails, voir en page 37 le « Test rapide » de la rubrique « Jeux et énigmes »).

La partie construction du cadran (chaque enfant disposant d'une impression A4 sur bristol) a été en fait assez rapide (découpe du tour du cadran, coup de ciseaux au centre et 3 pliages). Enfin chaque enfant était invité à coller son cadran sur une feuille cartonnée de couleur.

TEST DU CADRAN SOLAIRE

Le Soleil étant au rendez-vous (comme souvent dans cette partie de la France…) nous avons pu terminer la séance dans la cour de l'école, par la validation du bon fonctionnement du cadran solaire, un moment bien sûr très attendu par les enfants...

Quelques difficultés au départ, tel cadran n'étant pas bien orienté ou tel style n'étant pas tout à fait vertical, mais après les réglages nécessaires, chacun a pu vérifier que le cadran indiquait une heure assez précise et comprenait mieux comment la connaissance du mouvement apparent du Soleil permettait de réaliser un cadran solaire…

BILAN

A la fin de l'exercice, les élèves étaient évidemment ravis et l'enseignante paraissait très satisfaite.

L'intervention fut courte mais a réellement permis, je pense, à ces enfants de 8-9 ans de « passer un bon moment avec les sciences », ce qui était en fait le dessein recherché, et de conserver un souvenir de ce moment.

Et pour moi, ce fut une expérience agréable, joyeuse, que je ne saurais que trop recommander de tenter à mes collègues et aux lecteurs de ce magazine…



Les enfants, dans la cour de l'école, fiers de leur réalisation…

Roger Torrenti roger@torrenti.net est le responsable de publication du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info (cours en ligne gratuit)

AMOUR DES MATHÉMATIQUES ET DE LEUR PARTAGE

Yvon Massé



Jacques Ozanam (1640-1718) était un professeur de mathématiques qui eut le privilège d'être admis en tant qu'« élève géomètre » en 1707 puis « associé mécanicien » en 1711 à l'Académie royale des sciences.

Son éloge funèbre, écrit par Fontenelle[1], constitue encore aujourd'hui la principale source de sa biographie, car si Ozanam a écrit de nombreux ouvrages, il n'a laissé que peu de traces de sa vie privée.

On n'a, par exemple, pratiquement aucune représentation de lui, uniquement un portrait présumé (ci-contre) dessiné à l'encre rouge dans un de ses ouvrages, ses célèbres *Récréations Mathématiques*.

On peut aussi mesurer à quel point son éloge constitue la principale référence car il contient une coquille sur l'année de sa mort : cette erreur sera ensuite reproduite dans toutes ses biographies imprimées et n'a été corrigée que récemment, disons à l'ère d'Internet.

S'il fallait qualifier Jacques Ozanam en quelques mots ce serait : amour des mathématiques et de leur partage. Bien que son père lui fît étudier la théologie pour lui donner une situation dans le clergé, à sa mort (Jacques Ozanam avait alors 20 ans) il préféra se consacrer aux mathématiques et les enseigner pour en vivre. Il s'installa d'abord à Lyon, près de sa terre natale, la Dombes, qui était à l'époque une principauté indépendante.

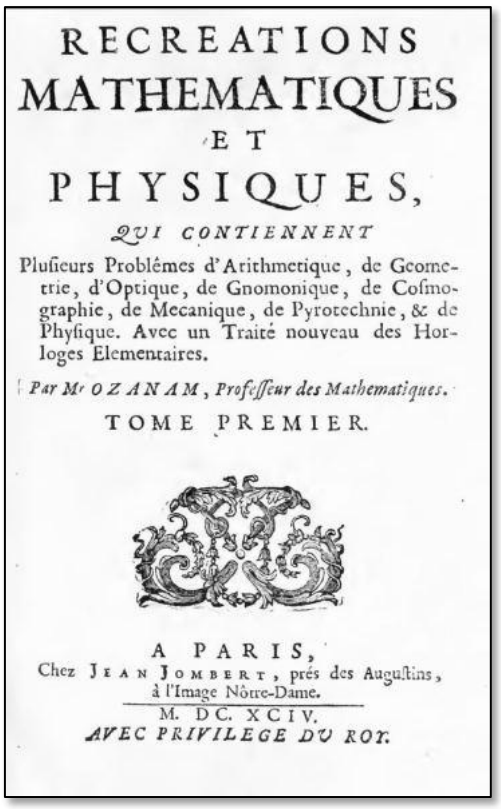
Le prêt d'une somme d'argent sans gage à deux de ses élèves attira sur lui l'attention de Henri d'Aguesseau qui l'invita à s'établir à Paris avec l'assurance de sa protection. Ozanam sera plus tard le précepteur de mathématiques de ses enfants : Henri François, chancelier de France sous Louis XV, et Antoine Joseph, membre de l'Académie royale des sciences. Âgé d'un peu plus de 30 ans, notre mathématicien s'installa donc à Paris où il se maria en 1674.

Ozanam est décrit par ses contemporains comme une personne naturellement gaie, un esprit doux, un cœur droit et simple. Il semble qu'il entretenait des amitiés sincères, l'astronome Jean-Dominique Cassini (1625-1712) le qualifiant d'« ami intime ». Ces qualités lui valurent un curieux privilège dans la période pré-révolutionnaire : figurer, à la date du 17 avril, dans l'*Almanach des honnêtes-gens* du pamphlétaire Sylvain Maréchal, paru en 1788 puis brûlé en place publique.

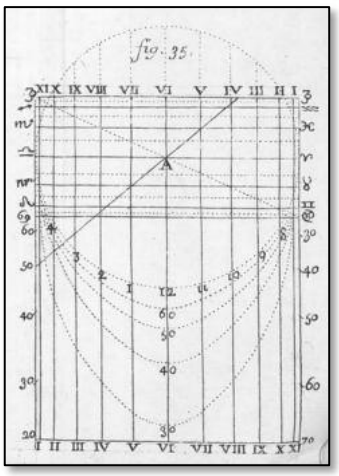
Ses leçons étaient réputées et il eut notamment pour élèves le mathématicien Abraham de Moivre et le marquis de Valbonnays, historien. Quand ce dernier faisait ses études à Paris, il se logea auprès d'Ozanam pour mieux profiter de ses leçons et quinze ans plus tard, un peu avant 1690, il le retint à ses frais pendant 2 ans à Grenoble. Ses élèves étaient toutefois majoritairement étrangers et Ozanam perdait une grande partie de sa clientèle, qui fuyait Paris pendant les guerres engagées par Louis XIV. Fontenelle suggère que c'est ce qui incita Ozanam à écrire les nombreux livres de mathématiques appliquées qu'il fit imprimer.

Son intense activité d'écriture commença effectivement en 1684, à la révocation de l'édit de Nantes et un peu avant la guerre de la Ligue d'Augsbourg. Précédemment, il avait déjà publié des tables de logarithmes à Lyon et un *Traité de gnomonique* en 1673 dont il donna une édition augmentée en 1685.

Après une courte trêve correspondant à son séjour à Grenoble, il fit paraître successivement ses ouvrages majeurs qui répondaient à un réel projet pédagogique : *Dictionnaire mathématique* en 1691, *Cours de mathématique* en 1693 et *Récréations mathématiques et physiques* en 1694[2], ces dernières connaissant un véritable succès et étant rééditées de nombreuses fois. On retrouve dans ces ouvrages, outre l'algèbre et la géométrie, les principales disciplines qui utilisent abondamment les mathématiques, comme la navigation, la cosmographie et la gnomonique.


RECREATIONS
MATHEMATIQUES
ET
PHYSIQUES,
QUI CONTIENNENT
Plusieurs Problêmes d'Arithmetique, de Geometrie, d'Optique, de Gnomonique, de Cosmographie, de Mecanique, de Pyrotechnie, & de Physique. Avec un Traité nouveau des Horloges Elementaires.
Par Mr OZANAM, Professeur des Mathematiques.
TOME PREMIER.
A PARIS,
Chez JEAN JOMBERT, prés des Augustins, à l'Image Nôtre-Dame.
M. DC. XCIV.
AVEC PRIVILEGE DU ROY.

L'œuvre d'Ozanam est globalement très classique et n'aborde pas les nouveautés de son époque, ce qui lui valut le dédain de Montucla qui ne lui consacra que quelques lignes dans son *Histoire des mathématiques* (en revanche, il ne dédaigna pas profiter du succès de ses *Récréations* dont il fit imprimer une édition augmentée…). Mais c'était se tromper sur le véritable but d'Ozanam dont la vocation était plus d'instruire en structurant, clarifiant et simplifiant les concepts, que d'apporter de réelles nouveautés.



La partie gnomonique de son œuvre se caractérise par une approche purement géométrique structurée par des lemmes, théorèmes et scolies. C'est dans son *Cours* que se trouve le traité de gnomonique le plus complet. Dans ses *Récréations*, le ton est moins austère mais tout aussi intéressant et l'essentiel s'y retrouve, voire plus.

Au début, par exemple, est présentée la première description imprimée du cadran analemmatique dans le cadre d'un parterre avec pour style l'observateur lui-même. Il est possible qu'Ozanam ait eu l'occasion dans sa jeunesse d'observer le cadran de Brou et qu'il ait voulu proposer dans ses *Récréations* une façon plus simple de le tracer que la procédure donnée par Vaulezard.

Un des apports originaux d'Ozanam à la gnomonique, qui se retrouve dans tous ses écrits gnomoniques depuis son traité de 1685, est une famille de cadrans horizontaux et universels. Le style doit être incliné suivant la latitude du lieu et le tracé est une sorte d'abaque paramétré en latitude et organisé de façon que les courbes soient des droites et des coniques. Un panorama complet de ces cadrans avec une explication animée est présenté sur le forum que j'ai le plaisir d'administrer, à l'adresse https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?t=39.

Notes
1 - https://www.academie-sciences.fr/pdf/dossiers/Fontenelle/font_pdf/p86_92_vol3518.pdf
2 - http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1247278

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine.
Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/

FABRICATION D'UNE SPHÈRE ARMILLAIRE

David Alberto

GENÈSE DU PROJET

En 2022 a débuté un projet de fabrication d'une sphère armillaire en bois, à l'initiative de Véronique Hauguel, membre de plusieurs associations liées à l'astronomie[1]. Elle a réuni une petite équipe échangeant à distance pour élaborer les plans de l'instrument à partir d'anciens plans, ces derniers n'étant pas adaptés à la découpe laser.

La découpe des pièces en contreplaqué a été réalisée au sein du fablab de l'université du Havre.

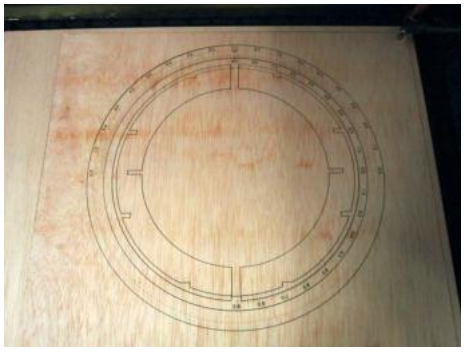


Fig.1 - L'une des 4 planches, après passage du laser. La découpe laser présente de nombreux avantages pour la réalisation d'instruments astronomiques : une précision de l'ordre du dixième de millimètre, tant pour la découpe que pour le tracé des graduations, ainsi qu'une grande rapidité d'exécution qui facilite la production de plusieurs exemplaires.

Une tige en laiton a servi d'axe métallique, une boule en bois représente la « Terre » au centre de l'instrument ; enfin, le ruban matérialisant l'écliptique a été découpé dans une feuille de carton-bois.

En juin, deux exemplaires d'une quarantaine de centimètres ont été réalisés, par emboîtements et collages.

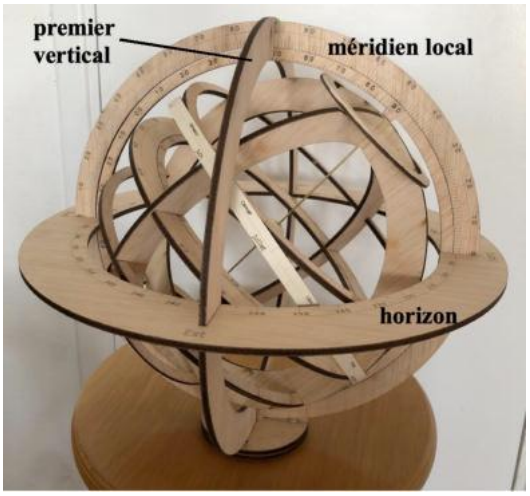


Fig.2 - La sphère armillaire complète. Les 3 éléments légendés constituent la sphère locale de l'observateur (situé au centre de l'instrument). L'horizon est gradué en azimut, le méridien en hauteur. Ce dernier comporte une couronne intérieure coulissante, graduée en déclinaison, faisant la jonction entre les sphères locale et céleste. Le premier vertical est le plan passant par le zénith et les directions est-ouest. Toute la sphère locale est immobile.

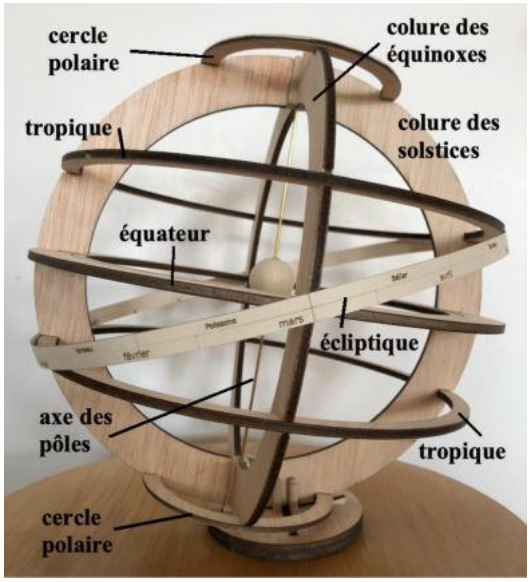


Fig.3 - Sur ce modèle, la sphère locale peut être retirée, comme sur cette photo. Il reste la sphère céleste, mobile autour de l'axe des pôles passant par la Terre. L'équateur est gradué en ascension droite ; il possède une couronne intérieure coulissante graduée en heures solaires.

1 - CLEA (Comité de Liaison Enseignants Astronomes), ASSP (Association Sciences en Seine et Patrimoine), et SAF (Société Astronomique de France)

LA SPHÈRE ARMILLAIRE EN ATELIER ASTRONOMIE

Cet instrument majestueux a longtemps tenu une place de choix dans les grands salons du XVIIIe et du XIXe siècle, et continue à orner certains musées. Symbole de savoir et de pouvoir maritime, il est avant tout un instrument pédagogique, qui place l'utilisateur au centre de son environnement pour lui faire comprendre les mouvements célestes. Son atout est de proposer des mouvements en trois dimensions, là où l'astrolabe figure des projections à plat des sphères céleste et locale.

L'utilisateur doit s'imaginer au centre de l'instrument. En faisant tourner la sphère céleste, il retrouve les mouvements des astres autour de lui, par rapport aux repères locaux (horizon, zénith). En modifiant l'inclinaison de l'axe des pôles (via la couronne intérieure du méridien), il fait varier la latitude. Une pastille représentant le Soleil peut être placée sur l'écliptique (gradué en calendriers civil et zodiacal), comme sur la Fig.4. On peut donc comprendre les variations annuelles et géographiques de paramètres tels que la direction du lever et du coucher du Soleil et sa hauteur méridienne, le passage au zénith pour les zones intertropicales, le soleil de minuit pour les zones polaires... La Lune n'est pas en reste : en plaçant une pastille « Lune » sur l'écliptique (c'est-à-dire en négligeant sa latitude écliptique), on peut comprendre le mouvement de notre satellite, et faire le lien entre son âge, sa phase et ses périodes de visibilité. De même, si l'on dispose d'éphémérides des planètes, ces dernières peuvent être positionnées sur l'écliptique pour retrouver les périodes de visibilité.

Ces activités ont été proposées l'été dernier à l'occasion de l'École d'été du CLEA , qui se tient chaque année (http://clea-astro.eu).



Fig.4 - Soleil positionné fin novembre, au moment de son lever (sur l'horizon). L'azimut est lu sur les graduations.



Fig. 5 - La sphère armillaire peut servir de cadran solaire : il faut régler la latitude et orienter la sphère selon l'axe nord-sud local. C'est un cadran solaire équatorial (à style polaire). Sur cette photo, on a fait pivoter la sphère céleste pour amener l'ombre d'un colure sur la boule centrale. La boule, le colure et le Soleil se trouvent alors dans le plan horaire solaire. On peut utiliser les graduations de la couronne horaire pour trouver l'heure.

LA SUITE DU PROJET

Un fascicule est en cours de rédaction. Il est destiné à accompagner l'utilisateur dans le montage et l'utilisation de la sphère. Les membres du projet ont pour objectif de proposer la fabrication d'une sphère armillaire, accompagnée de son fascicule, aux organismes intéressés par cet outil pédagogique : médiateurs scientifiques, planétariums, enseignants, clubs d'astronomie... Le prix de revient avoisine la cinquantaine d'euros (coût des matières premières). D'autres exemplaires pourront être fabriqués au fablab du Havre ; pour viser une diffusion la plus large possible, les personnes intéressées sont invitées à solliciter les fablabs locaux équipés de découpeuses laser. Les plans de découpe seront partagés sous licence Creative Commons. Si ce projet vous intéresse, n'hésitez pas à me contacter via mon site *https://www.astrolabe-science.fr/*

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA.

UN ARTISTE SCULPTANT LA LUMIÈRE ET LA COULEUR...

Pierre Brault

Nous avons rencontré Pierre Brault dont les projets originaux de cadrans solaires dans l'espace urbain ont récemment « fait le buzz » sur les réseaux sociaux.



C'est un jeune artiste prolifique, installé à Paris, dont les œuvres et les projets sont à la croisée de l'art, du design et de la mode et qui, à 30 ans, compte déjà dans ses références Canal+, Courrèges, Rock en Seine, Instagram, La Prairie, Zadig & Voltaire, Ladurée, Cartier, Vans, etc. Il a obtenu plusieurs récompenses, est représenté par les galeries Bartoux (rue du Faubourg Saint Honoré, Paris) et a vu ses œuvres d'art entrer dans des collections privées d'art contemporain de renom et des collections d'entreprise.

Mais qu'est-ce qui peut pousser un tel artiste à s'intéresser aux cadrans solaires, au point de déclarer vouloir « donner un nouvel élan aux cadrans solaires dans l'espace urbain » ?

Il faut tout d'abord partir de la démarche artistique de Pierre Brault qui entend sculpter la lumière et la couleur, concevoir des œuvres (compositions et installations figuratives, abstraites et typographiques à base de plexiglas recyclé) jouant avec l'espace, la couleur, la lumière et le mouvement, décorant et transformant l'environnement.

Dès ses études à l'école supérieure d'arts graphiques Penninghen, Pierre Brault a exploré cette voie, en créant notamment en 2016, pour son projet de fin d'études, un « abécédaire » constitué d'un accrochage d'un grand nombre de formes géométriques en plexiglas coloré et translucide, jouant avec leurs ombres et la superposition des couleurs.

On peut le considérer comme appartenant à cette famille « d'artistes de l'ombre » (*shadow artists*) comme Kumi Yamashita ou Larry Kagan, mais avec l'utilisation de la couleur en plus, Pierre Brault se référant notamment aux « anamorphoses », ces images transformées par le point de vue, la direction de la lumière.

Mais Pierre Brault a également une passion des sciences (son atelier est baptisé « laboratoire de recherche ») et une vision du « monde de demain » qui influe sur sa démarche : c'est un défenseur « positif et optimiste » de l'environnement, de la sauvegarde des espèces, des énergies renouvelables, d'un mode de vie plus lent (*slow life*), plus ancré dans le réel et le présent.



Projet d'installation murale conçu pendant le confinement (Stay home / Stay safe)



Œuvre de la série « Entomologie et animaux »



Projet d'installation murale (série « Sport »)

Cette démarche artistique et ces convictions ont logiquement conduit Pierre Brault à s'intéresser de près aux cadrans solaires, à ces « installations murales » ancrées dans le réel et le présent, dans lesquelles la lumière et le mouvement lent tiennent une place centrale.

Dès la période de confinement liée à la pandémie de Covid-19 pendant laquelle il a commencé à travailler sérieusement sur des projets d'installation murale dans l'espace urbain (dont les images et les animations sont devenues virales sur les réseaux sociaux), certains de ces projets, que Pierre Brault a multipliés en 2022, s'apparentaient à des cadrans solaires ou se revendiquaient comme tels, accompagnés de devises en latin.

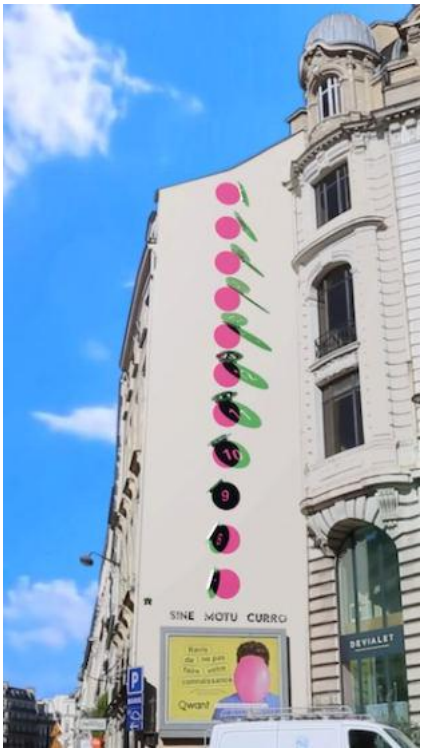
Ils surprennent par leur caractère novateur, par l'utilisation de la couleur et de la transparence du plexiglas et si certains ne sont encore que des ébauches ou des avant-projets, tous peuvent conduire à des réalisations effectives, Pierre Brault annonçant que des contacts ont déjà été établis avec des organismes de financement ou des municipalités pour des réalisations effectives dans un futur proche.

Interrogé sur la précision qu'il souhaite obtenir lors de réalisations effectives de cadrans solaires en espace urbain, Pierre Brault répond qu'elle peut être recherchée et obtenue si nécessaire dans certains projets (par une approche gnomonique plus fine) mais que dans d'autres projets, ce ne sera pas la précision qui sera recherchée mais plutôt l'expérience offerte au passant de découvrir une installation murale de grande dimension rendant hommage au lent mouvement apparent du Soleil dans le ciel, l'invitant à la contemplation, à vivre l'instant présent.

Pour plus de détails concernant les projets de Pierre Brault visitez son site https://www.pierre-brault.com/



Projet de cadran canonial (animation à l'adresse https://bit.ly/3GnRlU3)



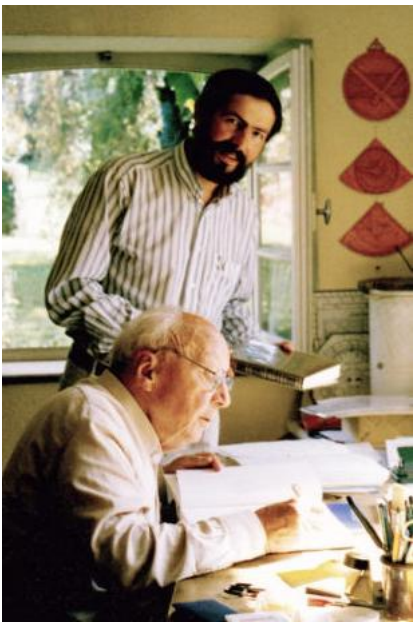
Projet de cadran solaire (animation à l'adresse https://bit.ly/3UHQ52r)



Projet de cadran solaire (animation à l'adresse https://bit.ly/3X6Jsbo)

LA PAROLE À UN GNOMONISTE

« *Il émane du cadran solaire une sorte de fluide, secret et mystérieux, qui fait naître, même chez l'observateur le plus indifférent, un besoin instinctif de réflexion. Il se sent porté vers un début de méditation sur la fuite du temps (*Tempus Fugit*), sur la vie, et la mort, et l'au-delà » (*René R.J. Rohr)



René R.J. Rohr en compagnie d'un jeune passionné : Jean-Michel Ansel (présenté page ci-contre)

Nous avons choisi dans ce numéro de donner la parole, en fait de rendre hommage, à un grand gnomoniste qui nous a quittés, à la fin de l'année 2000, à l'âge de 95 ans. Il s'agit de René R.J. Rohr.

Son principal ouvrage, « Les cadrans solaires – Traité de Gnomonique théorique et appliquée » paru en 1965 (Gauthier-Villars Éditeur) a été le livre de chevet de nombreux gnomonistes actuels, dans lequel ils ont trouvé explications et inspirations. L'ouvrage a été enrichi et réédité en 1986, et également traduit dans plusieurs langues dont l'anglais et l'allemand.

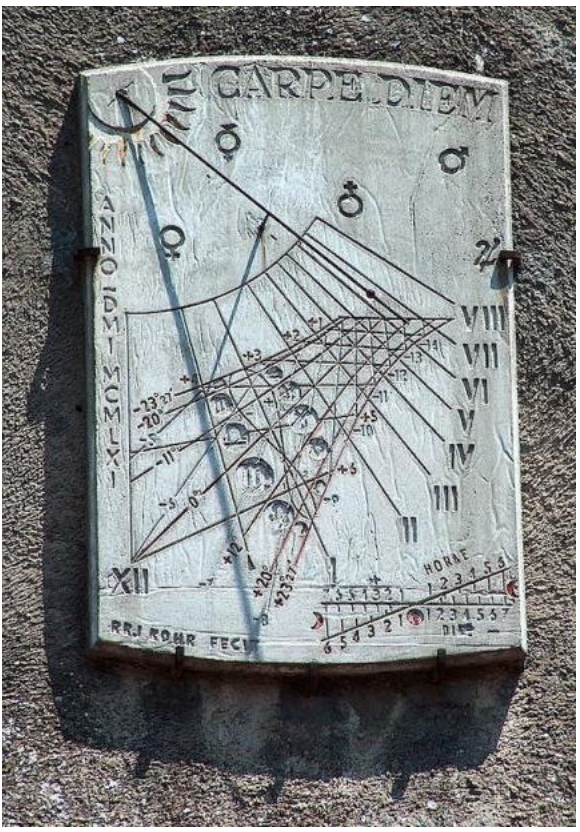
Très actif dans le domaine des cadrans solaires, il conçut et rénova de nombreux cadrans, publia plus de 200 articles et s'engagea dans plusieurs associations et groupes spécialisés, notamment le groupe Alsace de la Société astronomique de France (SAFGA), la Société allemande de chronométrie (DGC), la Société autrichienne de gnomonique (GSA), et la Société britannique des cadrans solaires (BSS) dont il fut le vice-président.

Qu'est-ce qui a poussé René Rohr à s'intéresser à la gnomonique à la fin de sa carrière professionnelle ? Probablement pas son dernier emploi à la Caisse d'épargne… mais plus certainement son début de carrière comme officier de marine, qui l'a logiquement confronté à la mesure du temps par les astres.

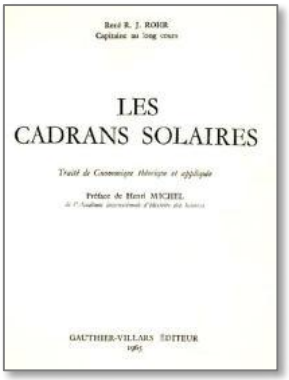
Il signe d'ailleurs son ouvrage de 1965 « René R.J. Rohr - Capitaine au long cours ».

Fidèle toute sa vie à son Alsace natale, il a également publié en 1971 « Les cadrans solaires anciens d'Alsace » aux Éditions Alsatia, Colmar.

Pour plus de détails sur la vie et l'œuvre de René R.J. Rohr, un site web a été créé par sa famille à l'occasion du centenaire de sa naissance http://renerohr.com/



Cadran vertical orienté sud-ouest situé sur la place du Château à Carcassonne et réalisé par René R.J. Rohr en 1961. La table en bas à droite du cadran permet de l'utiliser comme cadran lunaire.


René R. J. ROHR
Capitaine au long cours

LES
CADRANS SOLAIRES

Traité de Gnomonique théorique et appliquée

Préface de Henri MICHEL

GAUTHIER-VILLARS ÉDITEUR
1965

Première page (intérieure) de l'ouvrage de René R.J. Rohr paru en 1965.

LA PAROLE À UN CADRANIER

Originaire de Calais, Jean-Michel Ansel (anselhelios@live.fr), après un séjour de quelques années en Allemagne, s'installe définitivement dans les pays de la Loire et se consacre depuis la fin des années 80, dans son *Atelier d'Hélios*, à la théorie et à la réalisation (ainsi qu'à la restauration) de cadrans solaires.

Avant de s'adonner à cette passion, il a connu une carrière très riche le conduisant, entre autres, de la photographie à l'animation de centres de vacances, de l'entretien de machines à écrire à l'électromécanique de laboratoire, de l'installation thermique à la rénovation de bâtiments anciens, de la galvanisation à la menuiserie…

En 2022, Jean-Michel Ansel, cadranier prolifique, compte à son actif de très nombreuses réalisations en milieu urbain (en France, Belgique, Allemagne, Grande-Bretagne) en particulier au parc André Citroën de Paris, au square Moisan du planétarium de Nantes, et au parc du planétarium Ludiver de la Hague (voir article pages 12-13 de ce magazine) sans compter ses sphères armillaires ornant plusieurs espaces publics.

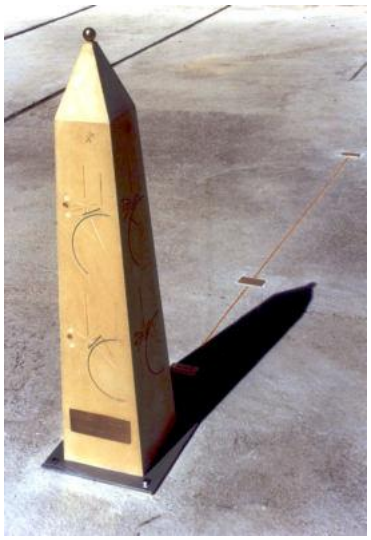
Il a également réalisé plus d'une trentaine de cadrans solaires pour des maîtres d'ouvrage privés et est très actif dans le milieu scolaire : équipement de lycées, développement de matériel éducatif, cours et conférences sur le thème du temps et des instruments de mesure du temps.



Jean-Michel Ansel en 2007, devant le « cadran multiple » (bloc gnomonique de petite dimension) qu'il a conçu d'après un modèle de René R.J. Rohr, réalisé et commercialisé.

Lauréat de plusieurs prix internationaux, Jean-Michel Ansel est membre de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France (SAF), de la Deutsche Gesellschaft für Chronométrie (DGC) et de l'Association des planétariums de langue française (APLF).

Bilingue français-allemand, il a également donné un grand nombre de conférences en France et à l'étranger.



Méridienne réalisée par Jean-Michel Ansel et installée à l'Observatoire de Marseille : un hommage à Pythéas, astronome grec qui, il y a plus de 2 500 ans, partit de Marseille explorer l'Atlantique nord.

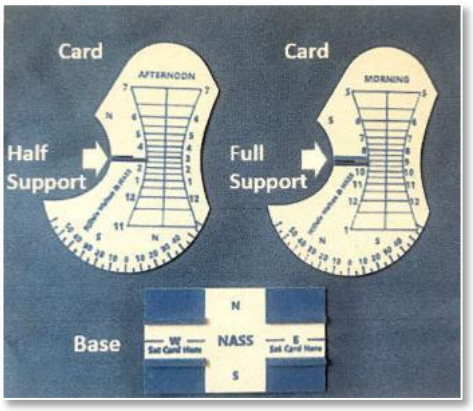


Sphère armillaire réalisée par Jean-Michel Ansel à Évron (Mayenne, France) en 1993. Sa devise: « Respecte ta Terre et le Soleil te la comblera de fruits et de fleurs ».

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

Un cadran solaire (double cadran polaire créé par Dale Walton en 1999) à monter : c'est le cadeau original offert par la NASS (association nord-américaine des cadrans solaires, https://sundials.org) à tous ceux ayant suivi jusqu'au bout son cours à distance *Elements of Dialing* (documents pdf et réunions à distance pour éclaircissements éventuels).



UNE CARTE POSTALE

Carte postale du palais du Parlement de Bretagne à Rennes (France), construit au début du XVII[e] siècle, sur la façade duquel on aperçoit un cadran solaire.



UN TIMBRE

Timbre suédois émis en 1986 et célébrant l'académie royale suédoise des belles-lettres, de l'histoire et des antiquités, en vente sur le site https://www.delcampe.net



UNE VIDÉO

Petit hommage à Jamy, l'infatigable vulgarisateur de l'émission *C'est pas sorcier*, qui explique dans cette vidéo, en moins de 3 min, le principe du cadran solaire à style polaire. Flasher le QR code ou se rendre à l'adresse https://bit.ly/2Fx0Kc5

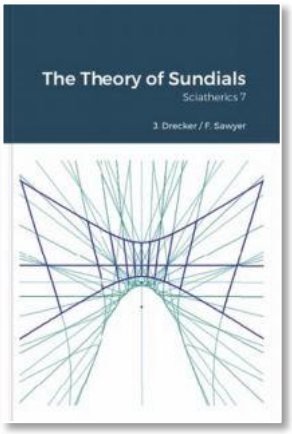


ZOOM SUR...



UN LOGICIEL

Ce n'est pas un logiciel mais une impressionnante base de données en ligne (sous licence CC BY-NC-SA) que nous souhaitons mettre en avant ici. Elle permet d'accéder à un inventaire assez complet des cadrans solaires de plus de 100 pays. Vous partez en voyage et désirez ne pas manquer un beau cadran solaire de ce pays ? En 2 ou 3 clics, vous accédez à la photo et à la localisation des cadrans solaires inventoriés dans ce pays ! http://sundialatlas.net



UN LIVRE

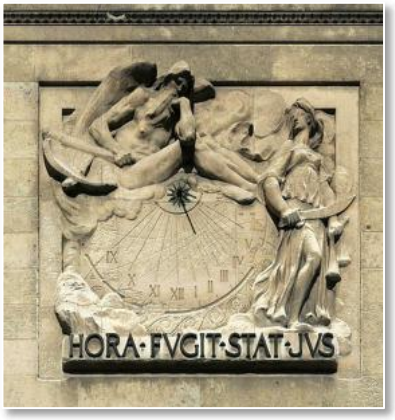
Sciatheric est un mot anglais peu usité signifiant *qui appartient ou qui est relatif à un cadran solaire*. *Sciatherics* est une collection de sept ouvrages de Frederick W. Sawyer III, président de la NASS (association nord-américaine des cadrans solaires, https://sundials.org) sur les aspects théoriques et pratiques des cadrans solaires, rassemblant notamment ses articles publiés depuis 47 ans. Une très intéressante série, à prix abordable, à parcourir si l'anglais vous est familier. https://bit.ly/SciathericsP

UNE FORMULE

$$\tan \theta = \cos \varphi \ . \tan H$$

θ : angle d'une ligne horaire d'un cadran vertical méridional avec la ligne de midi
φ : latitude du lieu
H : angle horaire du Soleil
(rappel : H = – 15° à 11 h solaire, + 30° à 14 h, etc.)

Cette formule, simple et utile, permet de calculer l'angle d'une ligne horaire d'un cadran vertical plein sud avec la ligne de midi. Pour un cadran horizontal, la formule s'écrit tan θ = sin φ . tan H



UNE DEVISE

Sur la tour des archives du Palais de Justice de Paris la devise d'un beau cadran solaire prévient le passant : *Le temps fuit, la justice est toujours là*.

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

EN RELISANT « LE TEMPLE DU SOLEIL »…

En relisant le bel album de Tintin « Le Temple du Soleil » (Hergé, Éd. Casterman, 1949), Pierre-Louis Cambefort note sur le dessin ci-dessous deux erreurs gnomoniques, que l'on pardonnera bien volontiers à Hergé. Quelles sont ces erreurs? Précisons que Tintin et ses amis doivent être sacrifiés par les Incas à 11 h…



UNE ÉNIGME

UN DEMI-ANALEMME

Un cadran solaire équatorial monumental est installé à l'Observatoire royal de Greenwich dans la banlieue de Londres, à l'endroit même où passe le « méridien origine ». L'heure se lit à l'endroit où l'ombre de l'extrémité des queues de deux dauphins (constituant une sculpture ornementale) se rejoignent. Comme la longitude est nulle, pas de correction de longitude à faire pour la lecture, ni d'équation du temps puisque des analemmes (courbes en huit) remplacent les lignes horaires. Donc on y lit l'heure légale avec une belle précision. Oui, mais en fait ce sont des demi-analemmes. Pourquoi?



JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

UN STYLE PLUS STABLE…

Vous avez tracé (illustration de gauche – vue de dessus) un cadran horizontal classique dont le style (en bleu) fait un angle avec le plan horizontal égal à la latitude du lieu. Mais vous craignez que le style, trop fin, ne soit pas assez stable (ou difficile à fixer, présentant une extrémité trop dangereuse, etc.). Vous décidez donc d'installer un style plus épais (illustration de droite). Vous séparez donc les deux parties du tracé délimitées par la ligne de midi, prenez soin de tracer logiquement deux lignes (a et b) de 12 h et comptez bien entendu sur chaque arête du style pour indiquer l'heure solaire le matin (arête côté a) et l'après-midi (arête côté b). Oui mais votre tracé n'est pas tout à fait correct… Pourquoi?

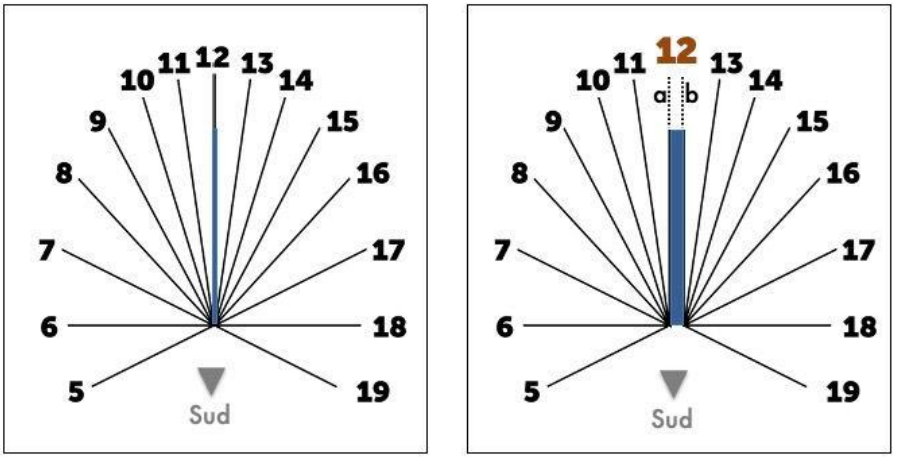


Schéma pour l'hémisphère nord

UN TEST RAPIDE

VOTRE VOISIN VOUS DEMANDE…

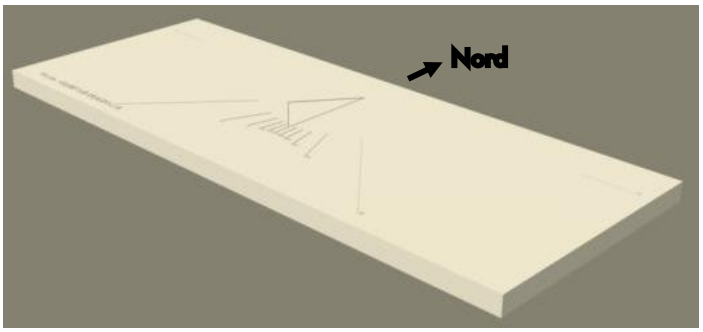
Votre voisin a scellé il y a longtemps, sur une table de son jardin, un très beau cadran solaire horizontal, calculé pour la latitude où il est installé et au tracé très précis. Mais voilà, il souhaite aujourd'hui desceller ce cadran car il veut supprimer la table afin d'agrandir son jardin. Il vous demande s'il peut le sceller sur le mur vertical plein sud de sa maison (le voisin réside dans l'hémisphère nord) et s'il restera aussi précis. Qu'en pensez-vous?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

L'action se déroule donc au Pérou, terre des Incas, et plus précisément près de Cuzco où se situent le temple du Soleil et Machu Picchu, à une latitude d'environ 13 °S. Le style d'un cadran horizontal devant être incliné d'un angle égal à la latitude par rapport au plan horizontal, le style devrait être beaucoup moins incliné ! En outre, comme nous sommes dans l'hémisphère sud le cadran doit être orienté vers le nord et l'ombre du Soleil, le matin (vers 11 h), se trouve donc… de l'autre côté du style (pour plus de détails, voir le document préparé par Pierre-Louis Cambefort et accessible à l'adresse https://bit.ly/3SHUKQY). Ci-dessous le tracé réel d'un cadran horizontal pour Cuzco que Jean-Luc Astre a réalisé avec CadsolOnLine, son logiciel (gratuit) en ligne https://cadsol.web-pages.fr/



UNE ÉNIGME

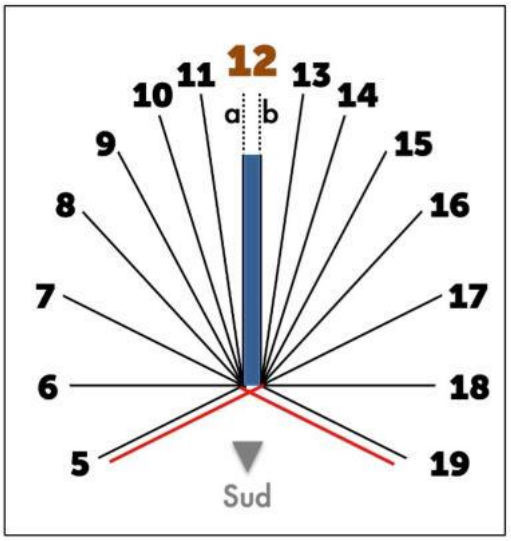
La réponse est bien simple : il y a en fait deux plaques gravées, l'une correspondant aux déclinaisons du Soleil croissantes (du solstice d'hiver au solstice d'été), l'autre aux déclinaisons décroissantes (du solstice d'été au solstice d'hiver). Une plaque est remplacée par l'autre à chaque solstice… En outre, on remplace également à l'heure d'été les arcs de cercle entourant cette plaque (sur lesquels sont inscrites les heures) afin que l'observateur puisse lire, toute l'année, le temps légal sans effectuer aucune correction.



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

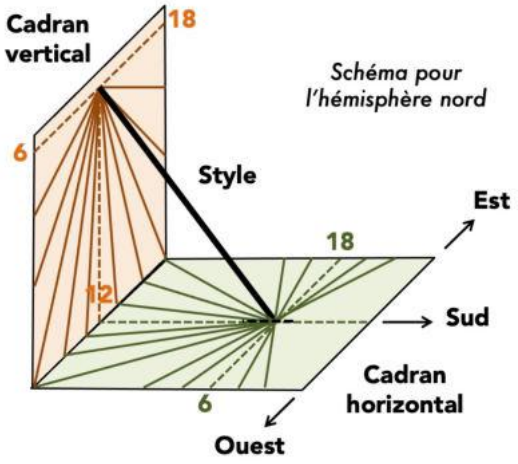
Un problème gnomonique

La réponse est qu'avant 6 h ou après 18 h, le Soleil est sous le plan défini par les deux arêtes du style. Avant 6 h c'est donc en fait l'arête côté b et non celle côté a qui devra être utilisée pour lire l'heure sur le cadran. Après 18 h c'est celle du côté a et non du côté b qui devra être utilisée. Il vous faut donc modifier votre tracé sous la ligne 6 h – 18 h (illustration ci-dessous – les lignes horaires modifiées sont en rouge) afin que votre cadran indique la bonne heure toute la journée !



Un test rapide

Un cadran horizontal et un cadran vertical plein sud ont le même tracé, mais l'inclinaison du cadran horizontal par rapport au plan horizontal est égal à la latitude (40° par exemple) alors que l'inclinaison du cadran mural par rapport au plan vertical est égal au complément à 90° de la latitude (50° dans l'exemple choisi). Votre voisin pourra donc tout à fait installer son cadran sur un mur vertical plein sud et il restera très précis mais à condition de l'incliner afin que le style fasse un angle de 50° par rapport au plan vertical. Un petit problème néanmoins. Le cadran mural aura une graduation horaire incorrecte (il indiquera 18 h lorsqu'il sera 6 h, 17 h pour 7 h, 16 h pour 8 h, … 12 h pour 12 h, 11 h pour 13 h, etc.). Le sachant, il suffira de faire la correction à la lecture…



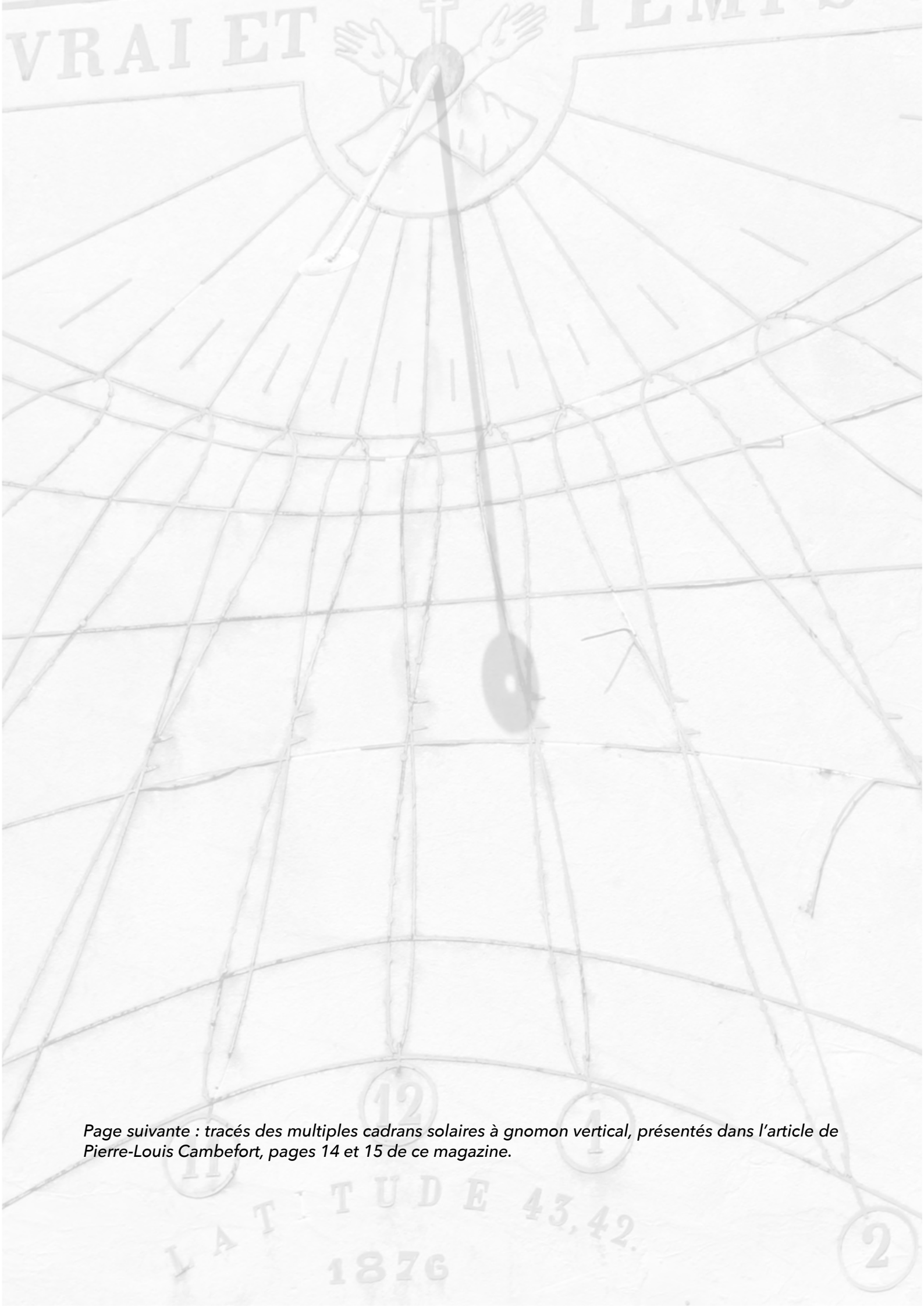
FLEUR DE L'ÂGE

Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Dans ce numéro, Claude Gahon nous propose un des cadrans solaires les plus simples à comprendre et à réaliser, un cadran équatorial : un disque gradué régulièrement sur ses deux faces et équipé d'un style perpendiculaire le traversant en son milieu (donc incliné d'un angle égal à la latitude par rapport au plan horizontal). Mais Claude Gahon y ajoute une touche artistique et poétique en le transformant en une fleur célébrant 100 ans : la fleur de l'âge...







Page suivante : tracés des multiples cadrans solaires à gnomon vertical, présentés dans l'article de Pierre-Louis Cambefort, pages 14 et 15 de ce magazine.

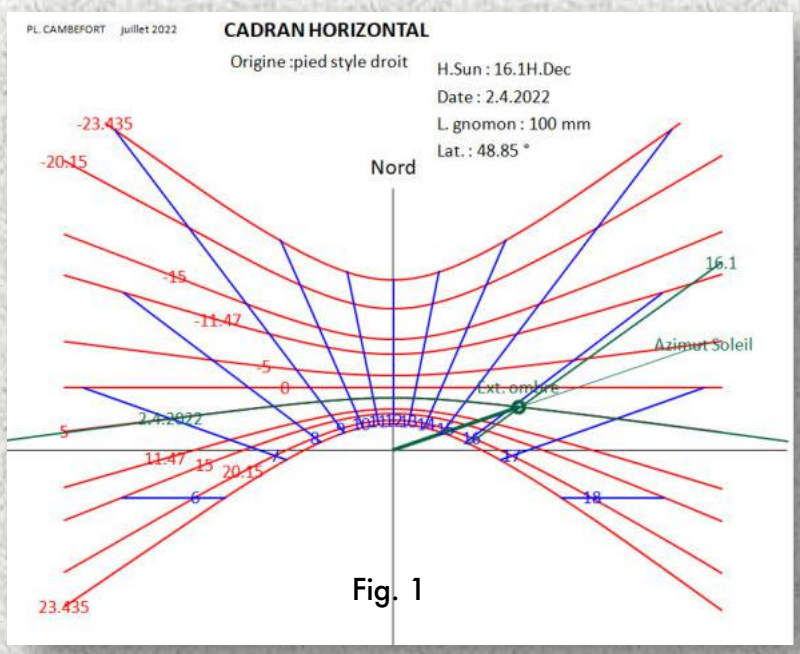


Fig. 1

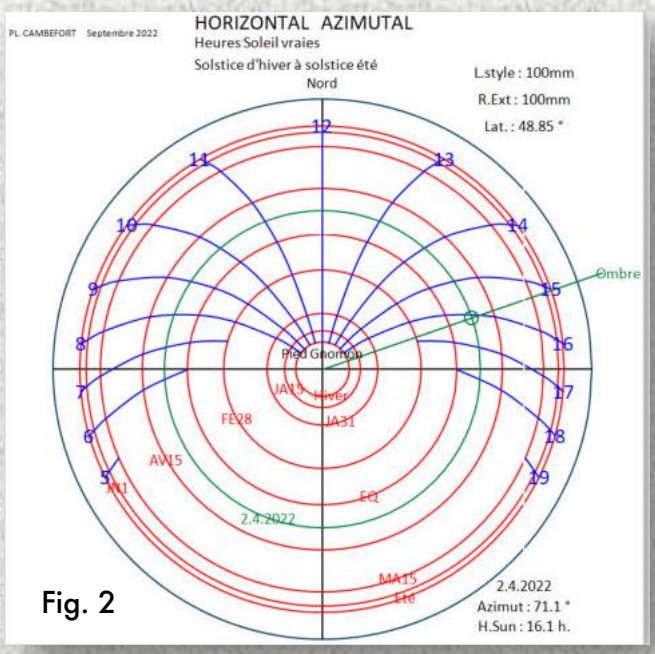


Fig. 2

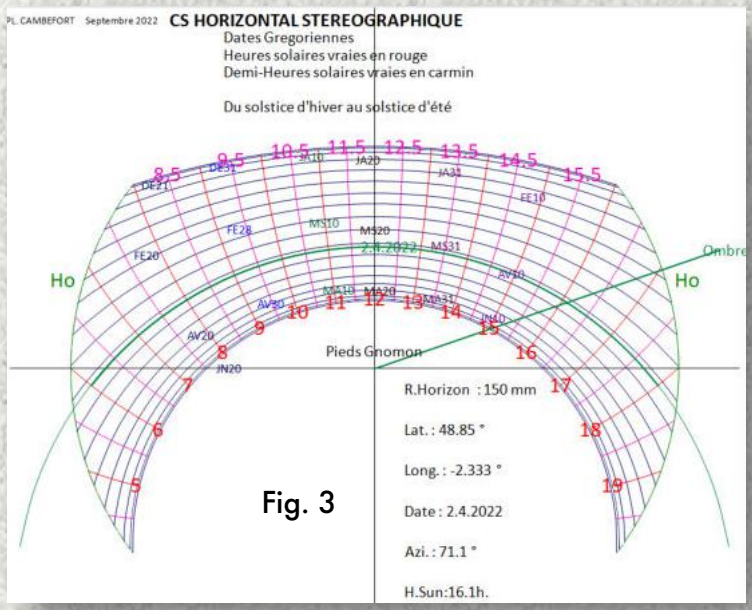


Fig. 3

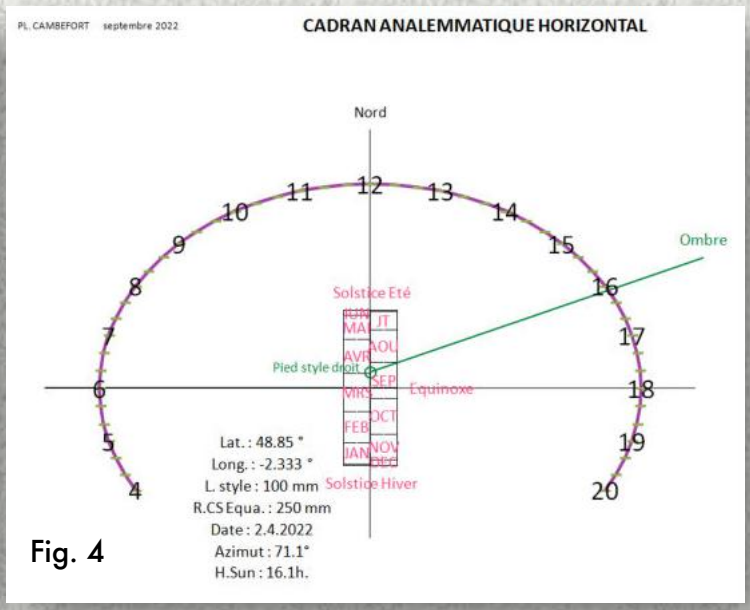


Fig. 4

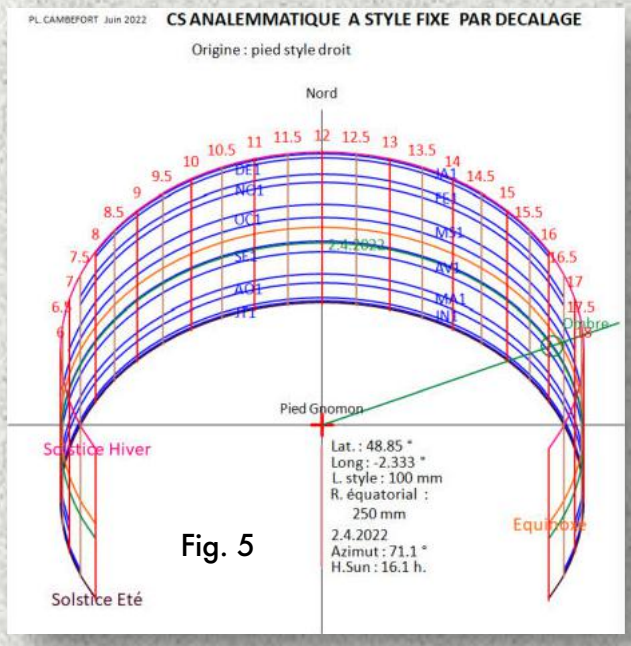


Fig. 5

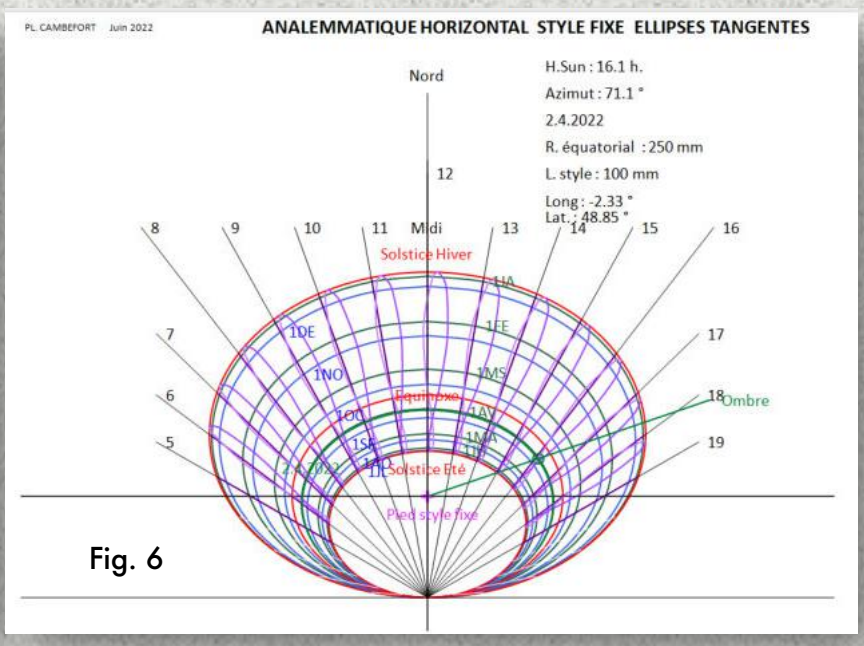


Fig. 6

ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 7 - Printemps 2023 - 11€



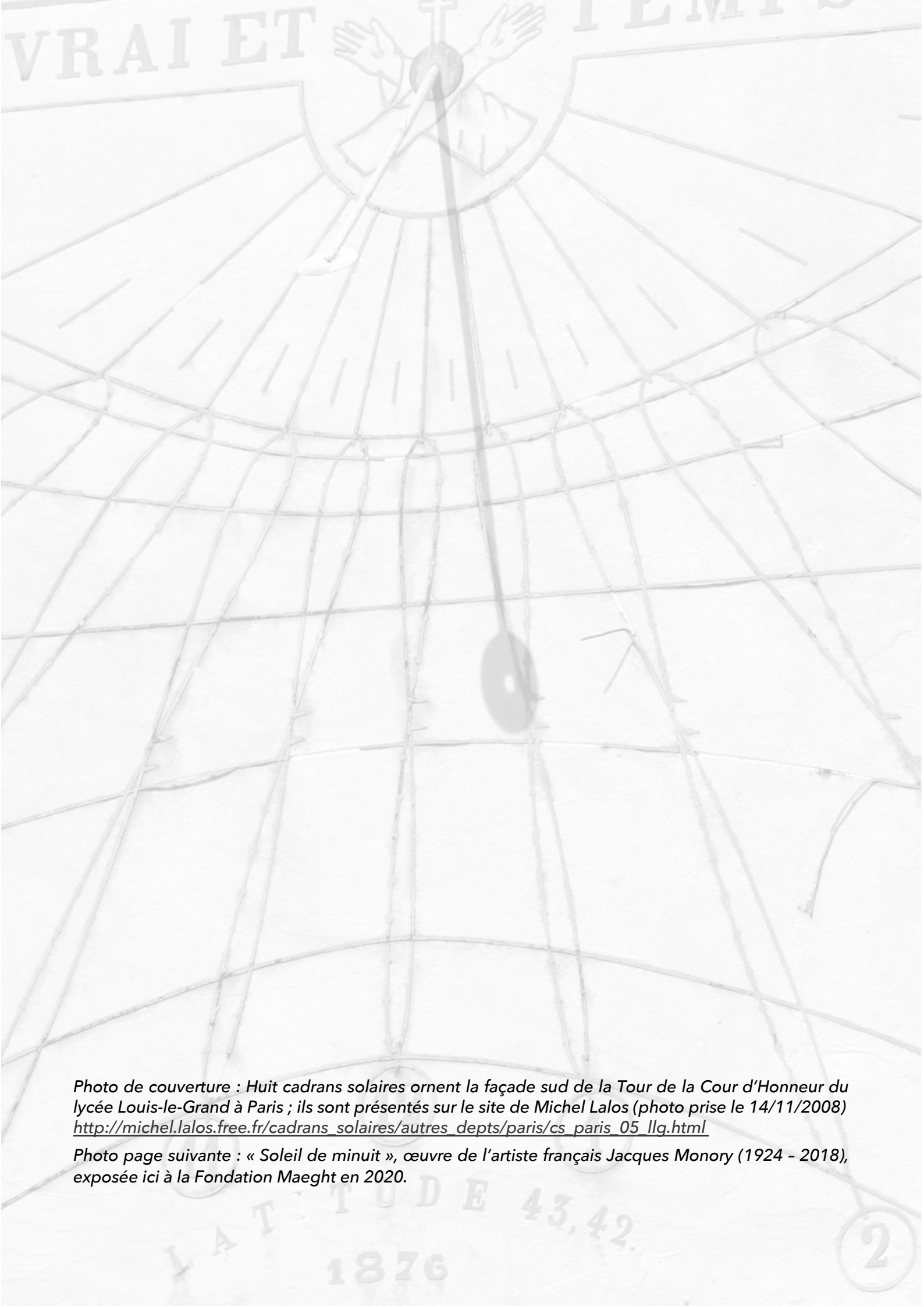
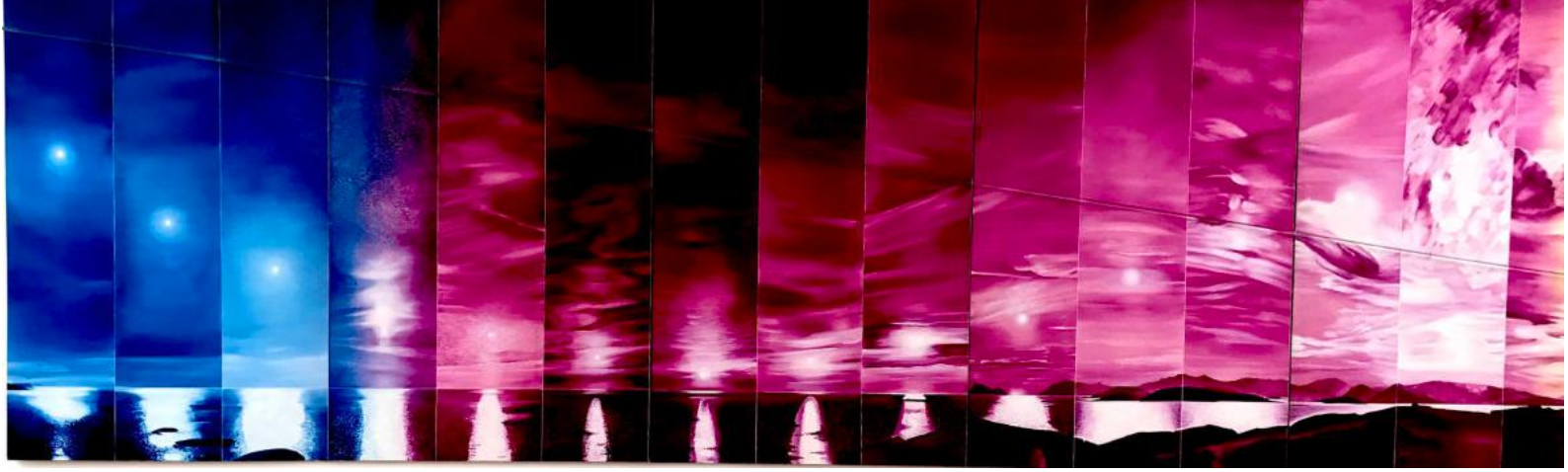


Photo de couverture : Huit cadrans solaires ornent la façade sud de la Tour de la Cour d'Honneur du lycée Louis-le-Grand à Paris ; ils sont présentés sur le site de Michel Lalos (photo prise le 14/11/2008) http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/autres_depts/paris/cs_paris_05_llg.html

Photo page suivante : « Soleil de minuit », œuvre de l'artiste français Jacques Monory (1924 – 2018), exposée ici à la Fondation Maeght en 2020.



SOMMAIRE

Crédits photos et illustrations 4
Concours photo 2023 5
Actualités 6
Un cadran solaire avec un clou vertical - David Alberto 8
Hipparque de Nicée, retour à la lumière… - Michèle Tillard 10
Ô temps ! Suspends ton vol - Pierre-Louis Cambefort 12
Le paysage suisse des cadrans solaires - Louis-Sepp Willimann 14
L'application Solar Info - César Busto 16
Une camera obscura sur soi ! - Yves Opizzo 18
Tracer un cadran solaire en quelques clics ! - Roger Torrenti 20
Les cadrans solaires de Galice - Relojes de sol en Galicia 22
Le point au Soleil au XIXe siècle - Yvon Massé 24
Exploiter le time lapse d'un gnomon en classe - Joël Petit 26
Un cadran solaire qui a de la mine… - Jasmin Gauthier 28
ChatGPT et les cadrans solaires… - Roger Torrenti 30
La parole à un gnomoniste - David Alberto 32
La parole à un cadranier - Antoine Mazziotti 33
Zoom sur… 34
Jeux et énigmes 36
Solutions des jeux et énigmes 38
Le Cinquième Élément – Claude Gahon 40

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Michel Lalos
- Page 2 : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Pages 6 et 7 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 8 et 9 : Illustration extraite de l'ouvrage *Explorons la nature* (Jean-Baptiste de Panafieu - Editions Nathan – 1993) – Illustrations David Alberto
- Pages 10 et 11 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Maksim – Fichier : Hipparchos 1.jpeg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Dr.Conati – Fichier : Atlante.JPG - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Alice-astro – Fichier : Farnese atlas détaillé.jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : NASA / JMARS – Fichier : Hipparchus (LRO).png - Domaine public)
- Pages 12 et 13 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Debucourt, Philibert Louis – Fichier : Calendrier-republicain-debucourt2.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Imprimerie Dar el Founoun – Fichier : Yennayer.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 14 et 15 : Photos Louis-Sepp Willimann
- Pages 16 et 17 : Illustrations César Busto
- Pages 18 et 19 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Fizyka z 1910 - Fichier : Camera obscura 1.jpeg - Domaine public) - Photo Yves Opizzo - Document Wikimedia Commons (Auteur : Funk Dooby – Fichier : Sea gulls and sun.jpg - Licence CC BY-SA 2.0)
- Pages 20 et 21 : Copies d'écran du site gnomonique.fr
- Pages 23 : Photos Relojes de sol en Galicia
- Pages 24 et 25 : Document Wikimedia Commons (Auteur : George Roux - Fichier : 20000 Nemo sextan (cvet).jpg - Domaine public) – Illustration extraite de « La connaissance des temps pour l'an 1830 », Gallica, prélevée sur https://gallica.bnf.fr/ - Document Wikimedia Commons (Source : http://www.photolib.noaa.gov - Fichier : Sextant-2.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Musée de l'horlogerie SNA - Fichier : Chronomètre de marine, N° inv. 82.07.02.jpg - Licence CC BY-SA4.0)
- Pages 26 et 27 : Photos Joël Petit
- Pages 28 et 29 : Photos et illustrations Jasmin Gauthier
- Page 31 : Copies d'écran des sites mentionnés dans l'article
- Page 32 : Photos David Alberto
- Page 33 : Photos Antoine Mazziotti
- Page 34 : Photo Ricardo Anselmi – Copie d'écran du site eBay.fr - Copie d'écran du site delcampe.net - Copie d'écran du site youtube.com
- Page 35 : Copie d'écran du site geogebra.org - Document SCG - Illustration Roger Torrenti - Fil Twitter @DavidLaMars
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Emmanuel Macron 2021.jpg - Domaine public) – Document Wikimedia Commons (Fichier : Plautus.jpg - Domaine public) – Document Wikimedia Commons (Auteur : MEDEF - Fichier : Jack Lang.jpg - Licence CC BY-SA 2.0) - Photo Yves Opizzo
- Page 37 : Illustration Yvon Massé - Document Wikimedia Commons (Auteur : Alpes de Haute Provence - Fichier : Cadran solaire à Thorame-Haute.jpg- Licence CC BY 2.0)
- Page 38 : Illustration Roger Torrenti
- Page 39 : Document Wikimedia Commons (Auteur : WikiLucas00 - Fichier : Sunset in Storgata, Tromsø.jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Illustration Roger Torrenti
- Page 40 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 41 : Photo Roger Torrenti
- Page 42 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Odrade123 – Fichier : Lausanne, Château Saint-Maire, cadran solaire.jpg - Licence : Creative Commons BY-SA 3.0)

CONCOURS PHOTO 2023



Nous sommes heureux de vous annoncer le lancement de notre « Concours international Cadrans solaires pour tous 2023 », ouvert à toutes et tous, curieux, amateurs ou professionnels. Cette année, c'est un concours photo que nous vous proposons : nous espérons que vous serez très nombreux à nous envoyer une photo de cadran solaire !

Les photos soumises (en couleur ou en noir et blanc) devront avoir été prises en extérieur en 2023. Elles seront jugées sur leur originalité et leur qualité esthétique et non sur les qualités ou caractéristiques du cadran solaire apparaissant dans sa totalité ou pas (ce n'est pas la contribution à un inventaire qui est recherchée).

Les candidatures devront être envoyées par email avant le 15 mai 2023 à l'adresse concours@cadrans-solaires.info . L'email devra contenir :

- Le prénom, nom et nationalité du / de la photographe (et son âge si moins de 18 ans)
- Un fichier .jpg de bonne définition de la photo proposée (une seule photo par candidat !)
- Un titre (facultatif)
- La date et le lieu (voire l'heure) de la prise de vue
- Des commentaires éventuels sur le cadran solaire photographié (facultatif)
- Une déclaration autorisant la publication de la photo dans le magazine et certifiant que le candidat est bien l'auteur de la photo.

Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine, se réunira fin mai 2023 et sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés dans le n°8 du magazine à paraître mi-juin.

Le lauréat ou la lauréate recevra un trophée conçu par le cadranier Claude Gahon et verra sa photo publiée en couverture du n°8. Le 2e verra sa photo publiée en 4e de couverture, et les 8 suivants verront leur photo accompagner l'article présentant les résultats du concours. Un classement parallèle sera établi si nécessaire pour la catégorie « moins de 18 ans ».

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel de vulgarisation dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée via https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit, Michèle Tillard et Roger Torrenti.



Dépôt légal : mars 2023 - ISSN 2824-057X
Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

Le fil Twitter associé au MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 2 janv.
Thanks for sharing C'est un cadran équatorial (ou une sphère armillaire partielle si l'on veut) dont le style est donc parallèle à l'axe de rotation terrestre Or, comme Singapour est située tout près de l'équateur, le style est quasiment horizontal... 😇

> **Blue Angel** @Courtne08241586 · 20 déc. 2022
> Sundial in Singapore Botanic Gardens. The fact that Singapore is located almost at the equator is reflected in its design.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 14 janv.
On n'insistera jamais assez sur la simplicité de construction et d'utilisation d'un cadran équatorial... Voir youtube.com/watch?v=gKKd-b...

> **Bill H** @grovergeeb · 7 janv.
> The sundial works all day and night.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 22 nov. 2022
Un magnifique exemplaire de Angbuilgu (cadran solaire hémisphérique en coréen) du XVe siècle retrouve enfin sa patrie d'origine...

> **History of Astronomy** @HistAstro · 21 sept. 2021
> "Bowl-shaped sundial of Joseon Dynasty returns home", from the 1392-1910 Joseon Dynasty, Korea; the Angbuilgu (hemispherical sundial) goes back to the reign of King Sejong in the 15thC and tells the 24 solar seasonal terms and the hours of the day; via en.yna.co.kr/view/PYH202011...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 13 janv.
Un très beau cadran solaire polyédrique, et plus précisément "rhombicuboctaédrique" (26 faces, dont apparemment 25 - base exclue - servent de cadran solaire). En laiton, fin XVIe siècle

> **collectiveconsciousness** @conciouscreator · 8 janv.
> Brass polyhedral sundial circa 1578
> Created by Hans Koch



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 9 janv.
Calendrier perpétuel du 18ème siècle en argent et laiton, faisant également office de cadran solaire et nocturlabe, actuellement en vente à la galerie Delalande à Paris antiquites-delalande.fr

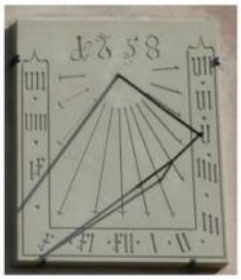


MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 16 janv.
Un beau cadeau à offrir aux petits et grands... 😎

> **Ursula_Will54YAUz** @will54yauz · 2 janv.
> MAH - Pocket Handmade Brass Sundial Compass Marine Compass Sun Clock – Steam Punk Accessory – Nautical Gift – Christmas Décor 2TAEHGE
>
> amazon.com/dp/B00LFVZ2XS?...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 24 oct.
La ville de Dorlisheim (Bas-Rhin), a inauguré il a quelques semaines le cadran solaire restauré de l'église romane de la ville. Un bel exemple de préservation / restauration du patrimoine gnomonique. Bravo à la Mairie et aux artisans !

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 17 janv.
Une "interactivité" originelle ou ajoutée a posteriori à ce cadran solaire dans un beau manuscrit français du XVIIe siècle ?

> **Suzanne Karr Schmidt is in Pop-Up Book ...** @DrKarrS... · 15 janv.
> Time Flies...
> When You're Having Fun!
>
> I looked at books and prints with @thepopuplady for nearly 6 hours on Friday, and several early ones had to do with my favorite timekeeping device, the sundial! Here's a 17th c. French manuscript with some extra playful interactives...
> 1/?
> Afficher cette discussion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 13 oct.
Très intéressant Merci !

> **Elena Semer** @elenasemer · 11 oct.
> #Armenians, which translates to "Men of the Sun" were the first agriculturists.They built the original #Stonehenge called #Karahunj which is a sundial clock that helped them plant & harvest crops. To this day they celebrate these festivals Vardavar (planting) & Navasard (harvest)



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 31 déc. 2022
Un beau cadran solaire diptyque de poche en ivoire et laiton de la fin du XVIe siècle dans les collections du MET à New York

> **Archaeology & Art** @archaeologyart · 22 déc. 2022
> Portable diptych sundial. Maker: Hans Tröschel the Elder (German, 1549–1612) Date: ca. 1598 Culture: German, Nuremberg. Medium: Ivory, brass. Collection: The Met, NYC.




MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 5h
Un beau cadran solaire slovène daté de 1826

> **Paul Welsh** @PaulWelsh89 · 9 janv.
> Ljubljana Cathedral, sundial



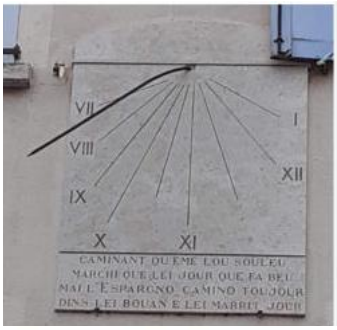
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 12 oct.
Merci pour el partage Un cadran intéressant qui mériterait une restauration 😇

> **Paris Bise Art** @ParisBiseArt · 6 oct.
> Cadran solaire - Couvent des Pères de la Merciparis-bise-art.blogspot.com/2010/07/cadran...
> #Paris03



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 21 nov. 2022
Merci @Artemisia72 Un beau cadran et une devise qui peut se traduire par "Je chemine avec le Soleil - Je ne marche que quand il fait beau - Mais plus on l'épargne, plus il chemine - Dans le bon et le mauvais jour" Voir michel.lalos.free.fr/cadrans_solair...

> **Michèle Tillard** @Artemisia72 · 21 nov. 2022
> @MOOC_CS
> Je ne sais plus si j'ai déjà envoyé ce cadran solaire de Cuers, dans le Var...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 7 déc. 2022
Merci pour le partage Très beau cadran !

> **Celtic_Wizard** @chilled_wizard · 6 déc. 2022
> En réponse à @chilled_wizard et @MOOC_CS
> Cadran de Sézanne, pour lequel c'est la 7ème heure du matin :



UN CADRAN SOLAIRE AVEC UN CLOU VERTICAL

David Alberto



Fig. 1

Vers l'âge de 12 ans, j'ai voulu construire mon premier cadran solaire en plantant un clou verticalement sur une planche de bois, certainement inspiré par une illustration comme celle ci-contre.

Par une belle journée, j'ai consacré quelques heures à scruter ma montre en attendant les heures entières, et tracer alors au crayon la direction de l'ombre du clou. Au bout de quelques jours, j'ai dû me rendre à l'évidence : quelque chose ne tournait pas rond dans ce cadran solaire. L'heure de passage de l'ombre présentait avec l'heure de ma montre un écart qui augmentait de jour en jour, au point de doucher (temporairement) mes espérances en gnomonique.

Les cadrans solaires les plus classiques utilisent un style incliné selon l'axe des pôles, afin de simplifier le tracé des lignes horaires. Mais l'idée d'un style vertical n'est pas à rejeter pour autant. Seulement, pourquoi le cadran solaire de la Fig.1 ne fonctionne- t-il pas ?

HEURE DE LA MONTRE OU HEURE SOLAIRE ?

La première raison est que l'heure légale donnée par la montre est régulière, alors que l'ombre projetée suit l'heure solaire vraie ; cette dernière est irrégulière parce que, dans son mouvement apparent annuel, le Soleil se déplace à vitesse variable[1]. L'équation du temps permet de mesurer le décalage entre le temps régulier de la montre et le temps solaire vrai. Or, l'équation du temps varie de jour en jour : ainsi, les lignes tracées sur la planchette à une certaine date ne seront pas valables quelques jours plus tard. De façon générale, il n'est pas possible de s'appuyer sur l'heure légale pour graduer un cadran solaire, à moins de savoir exactement comment en déduire l'heure solaire.

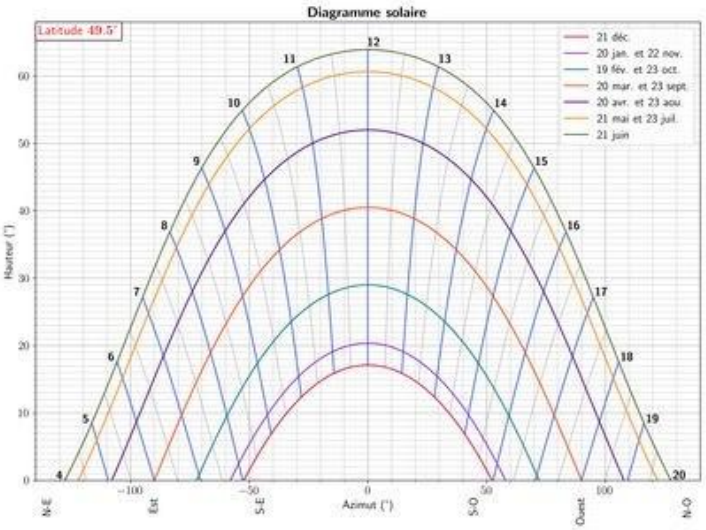


Fig. 2 - Diagramme de la hauteur du Soleil en fonction de son azimut, pour une latitude de 49,5° N. Les courbes en cloche représentent les dates. Les lignes horaires (heure solaire) sont également représentées. On constate qu'un azimut donné ne correspond pas à une même heure toute l'année : par exemple, lorsque le Soleil est à un azimut de 50°, il est 16 h au solstice d'hiver mais 14 h au solstice d'été.

AZIMUT DU SOLEIL

Utiliser un clou vertical de cette manière en guise de cadran solaire pose un autre problème. En marquant au trait la direction de l'ombre, on repère une direction sur un plan horizontal, c'est-à-dire l'azimut de l'ombre. L'azimut est un angle défini sur l'horizon. Si l'on considère par exemple que le point cardinal Sud a pour azimut 0°, alors le point cardinal Nord a pour azimut 180°, les points cardinaux Est et Ouest -90° et 90° respectivement[2].

Pour fonctionner correctement, un tel cadran doit avoir des lignes calculées selon l'azimut du Soleil. L'heure, en revanche, est définie à partir de l'angle horaire du Soleil, qui est mesuré non pas sur l'horizon mais sur le plan équatorial. La correspondance entre l'azimut et l'angle horaire du Soleil n'est pas fixe durant l'année (Fig.2).

1. *Voir https://www.cadrans-solaires.info/livre-et-magazine/ (article* Équation du temps et solstices *dans le numéro 5 de ce magazine)*
2. *Ce n'est qu'un exemple de convention possible pour définir le sens de variation de l'azimut. On trouve parfois l'azimut défini de 0 à 360°, avec le Nord pour origine.*

Revenons à notre clou vertical. Pour bien faire, il faudrait graver autour de lui plusieurs séries de lignes horaires, chaque série n'étant valable qu'à une période de l'année.

On peut imaginer des cercles concentriques, chacun étant muni de son jeu de lignes horaires, autour du clou : depuis le cercle le plus petit (solstice d'été), jusqu'au cercle le plus grand (solstice d'hiver), en passant par des cercles valables deux mois de l'année.

C'est ce que j'ai réalisé Fig.3.

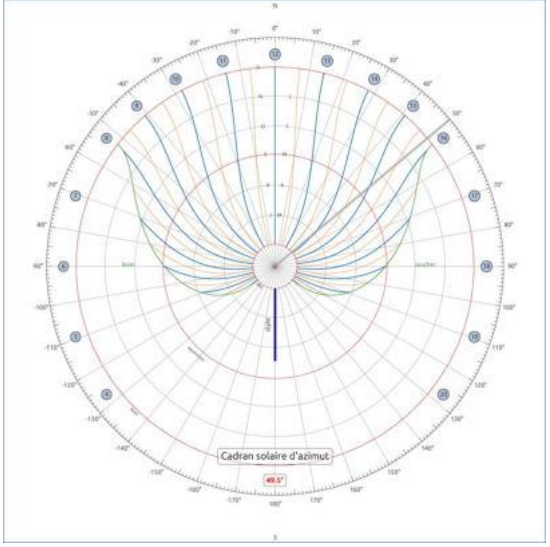


Fig. 3 - Sur ce cadran solaire d'azimut, le clou est à placer au centre, son ombre étant représentée en gris. L'heure se lit (sur les lignes horaires en bleu et orange) à l'intersection de l'ombre du clou et du cercle correspondant à la date considérée.

UTILISATION DE CE CADRAN D'AZIMUT

Pour orienter ce cadran (prévu pour l'hémisphère nord), il faut diriger la lettre N vers le point cardinal Nord du lieu. Attention à un risque de confusion : j'ai choisi l'origine des graduations d'azimut au Sud ; quand l'ombre du clou se dirige vers la lettre N, le Soleil se trouve bien vers le Sud, donc à l'azimut 0°.

Un lien en fin d'article vous permettra de télécharger un document regroupant les tracés de ce cadran pour les latitudes entières couvrant la France métropolitaine, la Suisse et la Belgique, avec une notice d'utilisation plus détaillée. Après impression (sur bristol de préférence, ou sur du papier à coller sur un carton), il vous faudra trouver un clou assez long pour que son ombre couvre les lignes horaires toute l'année (le segment épais sur le cadran indique la longueur minimale). Percez le cadran en son centre, et faites passer le clou par en dessous. Pour le maintenir vertical, enfilez à la base du clou un peu de gomme à fixer, voire une perle à repasser.

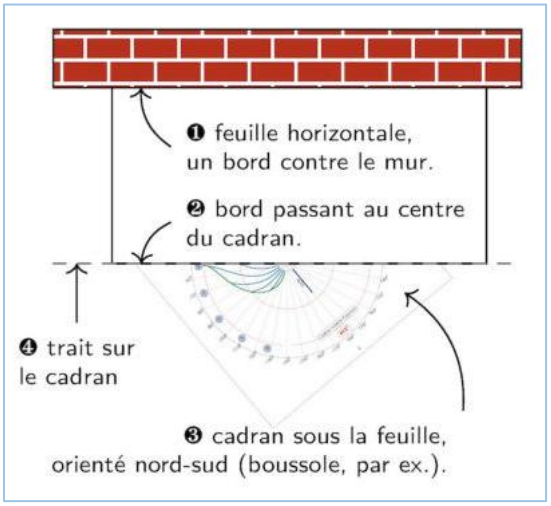


Fig. 4

HEURES D'ÉCLAIREMENT D'UN MUR

L'orientation du mur d'une maison peut également être définie par un azimut, ce paramètre permettant à lui seul de déterminer à quelle heure le mur sera éclairé par le Soleil.

Et si vous utilisiez ce cadran pour savoir à quelle heure est éclairé un mur de votre maison ?

Si vous avez suivi ce qui précède, les heures d'éclairement d'un mur vont varier durant l'année. Voyons comment ce cadran peut nous aider. Il vous faut une feuille de papier A4 (avec les deux bords bien parallèles entre eux), une boussole, une règle et un crayon. Suivez les instructions en 4 étapes de la Fig.4 (vue de dessus).

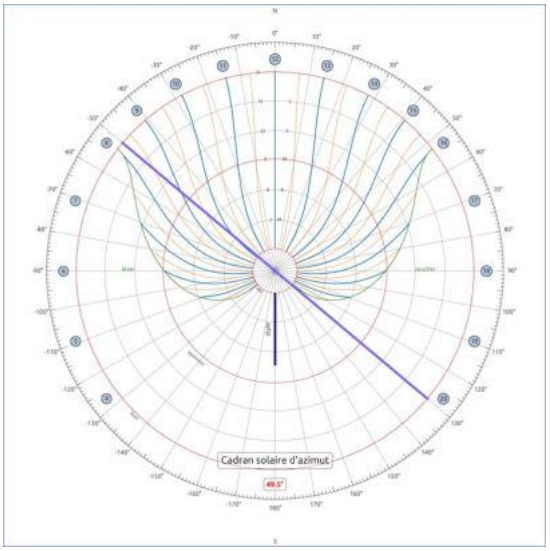


Fig. 5 – Dans cet exemple un trait violet a été tracé pour un mur orienté sud-ouest. Le diagramme permet alors de connaître, pour chaque jour de l'année, la plage horaire d'éclairement du mur : le 21 juin de 10h au coucher, aux équinoxes de 9h15 au coucher, etc.

LIEN POUR TÉLÉCHARGER LE CADRAN À IMPRIMER :
https://www.astrolabe-science.fr/cadran-azimut

David Alberto, https://www.astrolabe-science.fr/ professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA.

HIPPARQUE DE NICÉE, RETOUR À LA LUMIÈRE…

Michèle Tillard



Hipparque

Jusqu'à un article du *Monde*[1] du 8 novembre dernier, le nom d'Hipparque évoquait surtout celui d'un cratère de la Lune, lieu d'une dispute épique entre le capitaine Haddock et les frères Dupondt dans *On a marché sur la Lune*…

Il est vrai qu'un incendie de la grande bibliothèque d'Alexandrie avait fait disparaître l'ensemble de ses œuvres, à l'exception d'un seul livre, le *Commentaire sur les Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos*.

C'est du moins ce que l'on croyait – jusqu'à ce qu'un chercheur, Peter Williams, directeur de la Tyndale House, examine au moyen de « l'imagerie spectrale de haute résolution » un palimpseste[2] bien connu, et y découvre des coordonnées astronomiques.

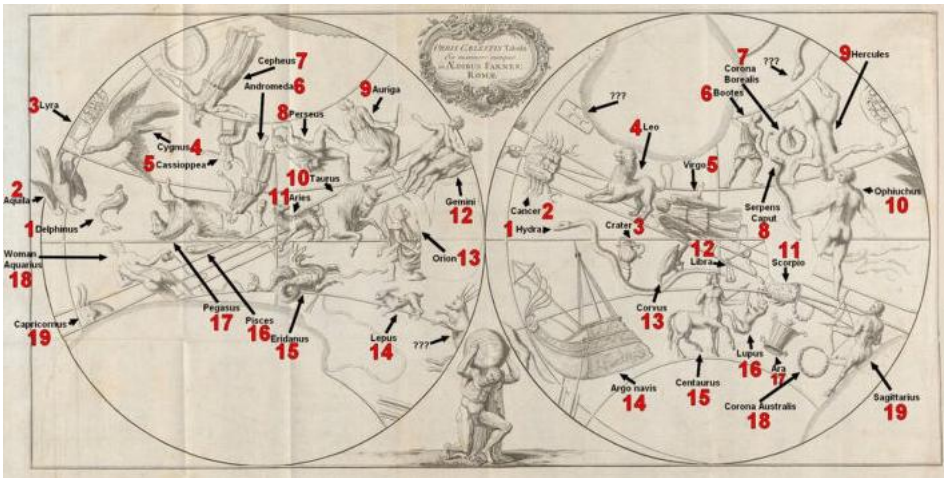
Mieux encore, les données exhumées, à savoir les positions des quatre étoiles les plus externes de la constellation de la Couronne Boréale, ont permis de déterminer, grâce à la précession des équinoxes dont Hipparque fut précisément le découvreur, à quelle date le texte avait été écrit : vers 129 av. J-C, c'est-à-dire au moment où notre astronome publia son *Catalogue d'étoiles*.

On tenait donc un vestige de cet ouvrage que l'on croyait perdu à jamais, et dont il ne subsistait qu'une représentation sur « l'Atlas Farnèse », du moins si l'on en croit le professeur Bradley E. Shaeffer, de l'Université de Louisiane.

D'après celui-ci en effet, les planètes représentées sur le globe céleste que porte Atlas (photos ci-dessous) correspond presque exactement aux observations d'Hipparque dans son Catalogue.



L'Atlas Farnese, découvert dans les termes de Caracalla à Rome.



[1] Le catalogue d'étoiles de l'astronome grec Hipparque révélé dans un palimpseste - Vahé Ter Minassian - Le Monde - 8 novembre 2022

[2] Un palimpseste est un manuscrit écrit sur un support déjà utilisé, après que le texte initial a été gratté. On peut retrouver ce texte initial grâce à des moyens d'imagerie aux rayons ultra-violets.

Mais qui était donc Hipparque ? Célébré comme son maître incontesté par Claude Ptolémée, qui vécut presque trois siècles après lui, il tomba dans l'oubli au Moyen-Âge en Occident, tandis que le monde arabe en gardait le souvenir sous le nom d'Abachir. On sait peu de choses de sa vie : il naquit vers 190 av. J-C à Nicée, en Bithynie (l'actuelle ville turque d'Iznik) ; il pratiqua ses observations astronomiques entre 147 et 127, à Rhodes et peut-être à Alexandrie. Il vécut encore quelques années, et mourut, sans doute en 120, à Rhodes.

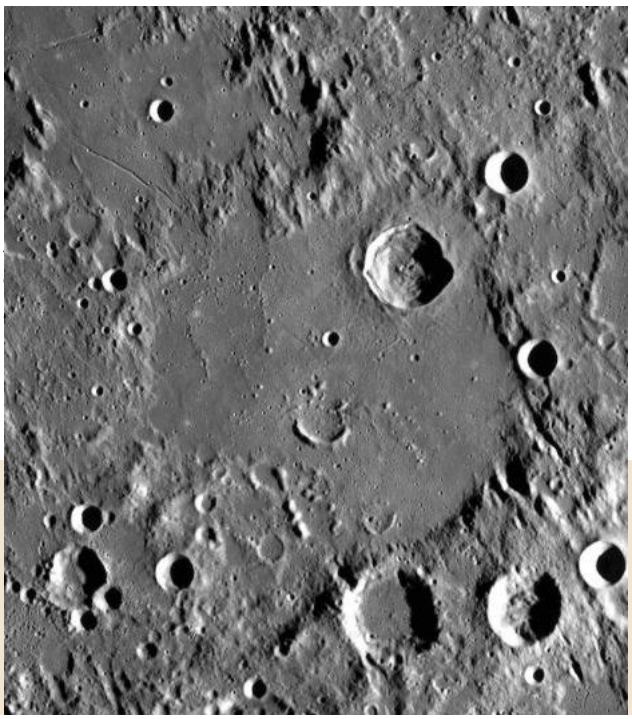
Hipparque fut d'abord un mathématicien : il n'inventa peut-être pas la trigonométrie, mais rédigea les « Tables trigonométriques » ; il fut probablement aussi le premier Grec à utiliser des techniques arithmétiques chaldéennes, ce qui lui permit d'améliorer les calculs des géographes et des astronomes.

Mais son œuvre principale concerne l'astronomie : il mesura avec une précision inégalée pour de nombreux siècles la position des astres, trouva une méthode pour prédire les éclipses lunaires, établit la distance de la Terre à la Lune, et découvrit la précession des équinoxes : c'est grâce à ces découvertes qu'il rédigea son *Catalogue d'Étoiles*. Son rôle fut déterminant dans le développement d'une astronomie scientifique.

Selon l'historien des sciences James Evans, de l'université de Puget Sound (Californie), cité par *Le Monde* : *« Alors que ses prédécesseurs se contentaient de dépeindre les constellations ou de compter les astres inclus dans ces dernières, il fut le premier parmi les Grecs à donner des positions angulaires précises d'un grand nombre d'étoiles sur la sphère du ciel, en recourant à un système de coordonnées orthogonales. Cela a contribué à transformer la science purement descriptive et empirique qu'était l'astronomie en une discipline prédictive fondée sur le calcul. »*

Parmi les instruments qu'il utilisa figurent le gnomon et le scaphé, inventé par Aristarque de Samos un siècle auparavant, ainsi que l'astrolabe, dont il serait lui-même l'inventeur : cet instrument, qui se fonde sur une projection plane de la voûte céleste, permet de mesurer la hauteur des étoiles et du Soleil.

On prête enfin à Hipparque des intuitions extraordinaires : calcul des longitudes, existence d'un continent entre l'Océan Atlantique et l'Océan indien, ou encore embryon d'une théorie de la gravitation… Mais nous n'avons pas encore la preuve de ces découvertes.



Mosaïque de photos du Cirque Hipparque prises par la sonde LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter) lancée en 2009 et placée en orbite lunaire (dimensions : environ 220 x 250 km)

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com), ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de plusieurs ouvrages et de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (voir https://philo-lettres.fr/).

Ô TEMPS ! SUSPENDS TON VOL

Pierre-Louis Cambefort

Comme le disait Lamartine et comme l'a fait Josué (mais pas pour les mêmes raisons, bien évidemment !), nous souhaiterions souvent que le temps s'arrête pour jouir du moment présent.

Mais malheureusement pour nous, cela est impossible et les ombres de nos cadrans solaires, nos montres et nos calendriers continuent de s'écouler inlassablement. Nos calendriers permettent toutefois de mesurer le temps et c'est une façon de le dominer, une façon d'être plus fort que lui.

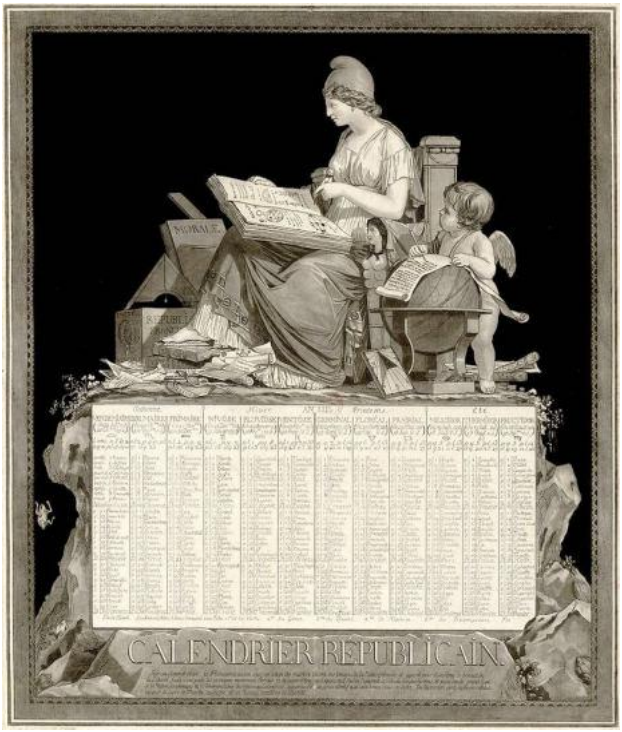
Dans le livre de la Genèse, la première chose qu'a faite Dieu a été de créer la lumière et les ténèbres : il y eut un soir, il y eut un matin. C'est le premier cycle astronomique, utilisé dans tous les calendriers.

Le plus simple est donc de compter les jours (comme un prisonnier dans sa cellule) et c'est ce qu'a proposé le philosophe français Joseph-Juste Scaliger au XVIe siècle. Il a choisi une origine très éloignée, le lundi 1er janvier -4712 et a décidé de compter les jours à partir de cette origine. C'est la notion de jours juliens. Le 2 mars 2023 est représenté par le jour julien 2 460 006 à 12 TU (le jour julien démarre à midi). Ce nombre permet d'effectuer toute opération sur les dates, y compris d'en extraire le jour de la semaine.

Deux autres cycles astronomiques viennent s'ajouter au premier : l'année tropique (l'année des saisons) de 365,242 jours (soit 365 jours, 5 h, 48 min et 46 s), et la lunaison de 29,531 jours. Mais comme le montrent leurs durées, il est vraiment difficile de concilier ces 2 cycles… Il faut donc choisir entre 3 solutions.

A - Le calendrier solaire

C'est notre calendrier actuel, universellement connu et utilisé. Il provient du calendrier julien fixé par Jules César sur la base de l'astronome grec Sosigène d'Alexandrie et est fondé sur une année de 365 jours complétée par des années bissextiles de 366 jours tous les 4 ans.



Calendrier républicain de l'an III (1794 – 1795)

Mais la durée de l'année est alors trop longue : le 2 mars 2023 du calendrier actuel serait le 17 février 2023 du calendrier julien. C'est le pape Grégoire XIII qui, pour la raison principale que la date de Pâques dérivait vers le solstice d'hiver, alors qu'elle se déduit de l'équinoxe de printemps, décida en 1582 de supprimer 11 jours du calendrier, malgré les protestations d'une partie de la population (« Rendez-nous nos 11 jours ! »), en créant une année de 365 jours, des années bissextiles de 366 jours tous les 4 ans, sauf les années séculaires, et cela sauf les années séculaires divisibles par 400.

Ce calendrier grégorien a créé quelques difficultés dans le décompte des jours juliens, d'autant plus que les pays protestants n'ont pas voulu adopter cette réforme immédiatement, car elle émanait du pape…

Mais pourquoi s'ennuyer avec un système sexagésimal (à base 60) qui nous vient des babyloniens ? Adoptons plutôt le calendrier républicain fondé sur le système décimal !

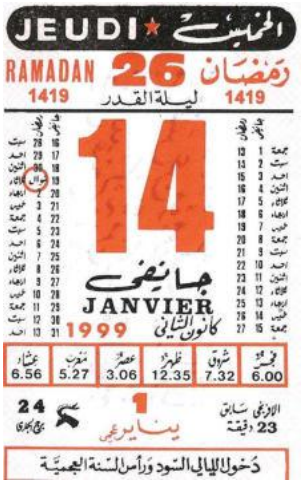
Ce calendrier (abandonné par Napoléon en 1806) compte 12 mois de 30 jours divisés en 3 semaines-décades de 10 jours, chaque jour comprenant 10 heures décomposées en 100 minutes elles-mêmes comprenant 100 secondes. Pour faire le compte, il faut ajouter 5 jours appelés « sans-culottides » (par référence aux sans-culottes) et en rajouter un les années bissextiles, appelé « Jour de la Révolution ».

Le calendrier révolutionnaire a débuté le 22 septembre 1792 (à l'équinoxe d'automne) qui est donc devenu le 1er vendémiaire de l'an 1 de la République. Au 2 mars 2023 correspond le 11 ventôse de l'année 231 de la République !

B - Le cycle lunaire des lunaisons

D'autres civilisations ont préféré utiliser les cycles lunaires. C'est le cas du calendrier musulman, fixé par Mahomet lui-même : il démarre l'année de l'Hégire, le 16 juillet 622 (ou le 15 juillet suivant les sources), date du départ de Mahomet et de ses compagnons de la Mecque.

Chaque mois de ce calendrier commence à l'observation de la nouvelle lune, qui dépend non seulement du lieu mais aussi de la météo ce qui sous-entend des règles précises si l'on ne peut pas la visualiser. Il est constitué de mois alternativement de 29 jours et de 30 jours, sur une année de 12 lunaisons (354 jours). Mais un tel calendrier ne reste pas longtemps en correspondance avec la Lune puisque 12 lunaisons font 354,367 jours. D'où le besoin d'intercaler 11 jours (qui démarrent le soir), en ajoutant un jour certaines années d'un cycle de 30 ans. Si vous voulez partir plus tôt à la retraite, adoptez le calendrier musulman qui ajoute un an à votre âge tous les 30 ans environ ! Le 2 mars 2023 correspond ainsi au 9 du 8e mois (Sha'bân) de l'année 1444.



Almanach tunisien montrant la correspondance du 26e jour de ramadan avec les dates des calendriers grégorien et berbère

C - Un cycle luni-solaire

Mais si vous voulez faire compliqué, il faut que vous adoptiez le calendrier luni-solaire, imaginé par le patriarche juif Hillel II, qui a énoncé des règles tenant compte essentiellement des préceptes religieux contenus dans le livre du Lévitique. Pour manipuler ce calendrier, il faut cependant beaucoup de patience, beaucoup de raisonnements et un bon ordinateur…

Il démarre à la nouvelle lune de l'équinoxe d'automne et comprend des mois de 29 et de 30 jours (mais quelques mois peuvent comporter soit 29 soit 30 jours). Une année est constituée de 12 mois lunaires mais comme il manque beaucoup de jours pour faire une année solaire, de temps en temps, un mois est ajouté à l'année. Les années à 12 mois sont dites « normales », les années à 13 mois « embolismiques ». Le problème se complique car il y a des jours interdits concernant le nouvel an pour éviter d'avoir des fêtes aux dates adjacentes : les dimanche, mercredi et vendredi sont interdits. En outre, les journées commencent à 18 h et toute heure après 18 h fait changer de jour (dans le livre de la Genèse, il est bien précisé qu'il y eut un soir puis il y eut un matin). Plus quelques cas particuliers… Les longueurs de l'année sont donc différentes : il y a des années de 353 jours (« déficientes »), 354 jours (« standards ») et 355 jours (« abondantes »), idem pour les années embolismiques (383, 384 et 385 jours). Donc 6 années de longueurs différentes. Et pour calculer la longueur d'une année, il faut connaitre le jour du nouvel an de l'année considérée mais également le jour du nouvel an de l'année suivante…

L'origine du calendrier a été défini le dimanche 6 octobre de l'année -3760. Le 2 mars 2023 correspond dans ce calendrier au 9 du 6e mois (Adar) de l'année 5783…

Pierre-Louis Cambefort est ingénieur, artiste et gnomoniste pierre-louis.cambefort@orange.fr

LE PAYSAGE SUISSE DES CADRANS SOLAIRES

Louis-Sepp Willimann

L'article ci-après est le résumé d'un article plus complet que Louis-Sepp Willimann a préparé pour le magazine. Pour télécharger la version complète en français, utiliser le lien https://bit.ly/3uE4wJa et pour la version complète (d'origine) en allemand le lien https://bit.ly/3FmDpYm.

Aucun autre pays européen ne réunit autant de cultures différentes sur un si petit territoire que la Suisse. Il existe quatre régions linguistiques, dont la plus grande appartient à l'aire culturelle alémanique/germanique et trois à l'aire culturelle latine. Cette diversité marque également le paysage des cadrans solaires, dans la conception, la technique d'exécution et même la mesure du temps utilisée.

La répartition géographique des cadrans solaires varie beaucoup d'une région à l'autre : sur les 3 602 cadrans solaires suisses enregistrés dans la base http://gnomonica.de, 843, soit près de 25%, sont situés dans le canton italophone du Tessin, qui n'abrite que 4% environ de la population suisse ! Les cantons totalement ou partiellement francophones se distinguent également par leur nombre de cadrans : Valais (321), Vaud (154), Fribourg (110), Neuchâtel (82), Jura (42), et même le petit canton de Genève (55). La moitié environ des cadrans solaires sont cependant situés en Suisse alémanique, alors que les germanophones représentent 2/3 de l'ensemble de la population suisse.

CADRANS SOLAIRES MÉDIÉVAUX

On ne trouve en Suisse que quelques rares traces de cadrans solaires médiévaux, ces « cadrans canoniaux » destinés à indiquer les heures de prières ou d'offices, comme à la Collégiale de St-Ursanne dans le Jura (Photo 1) ou à la collégiale de l'ancien monastère clunisien de Romainmôtier (X^{e} siècle).

CADRANS SOLAIRES INDIQUANT L'HEURE SOLAIRE VRAIE

Le saut quantique scientifique de la Renaissance a ensuite introduit le style parallèle à l'axe de rotation terrestre dans la gnomonique. Avec l'ombre d'un tel gnomon, il était désormais possible d'indiquer l'heure solaire locale dite vraie (Photo 2), le signe du zodiaque dans lequel se trouve le Soleil – en plaçant un oculus ou une petite boule sur le style ou en utilisant l'extrémité de ce dernier - (Photo 3), voire d'atteindre une "grande complexité" comme sur le cadran solaire datant du début du XVII^{e} siècle du cloître du couvent des Capucins Wesemlin à Lucerne (Photo 4). En plus de l'heure solaire vraie, qui était courante à l'époque, de tels cadrans peuvent en effet également indiquer, entre autres, les heures italiques – « heures italiennes » en allemand – (Photo 5), les heures babyloniques, et les heures italiennes – « heures de cloche » en allemand - (Photo 6).

CADRANS SOLAIRES INDIQUANT L'HEURE MODERNE D'EUROPE CENTRALE

Après l'adoption en 1894 du fuseau horaire d'Europe centrale (15°E) en Suisse, les cadrans solaires étaient de plus en plus construits pour cette nouvelle heure. Parfois un tableau comportant les valeurs de correction de l'équation du temps était tracé. On peut également concevoir des cadrans solaires qui intègrent l'équation du temps de manière constructive (les lignes horaires sont alors légèrement courbes). A noter les deux cadrans solaires « jumeaux » du Museo del Malcantone de Curio (Photo 7), chacun servant à lire le temps solaire corrigé de l'équation du temps au cours d'un semestre de l'année.

Pour la première fois en Suisse, une méridienne à analemme (permettant d'indiquer le temps solaire moyen) est installée en 1778 sur le côté sud de la cathédrale Saint-Pierre de Genève, afin que les horlogers locaux puissent y régler leurs mouvements mécaniques. Mais elle disparut lors d'une rénovation… En revanche, la méridienne avec analemme dans l'ancien collège jésuite de Porrentruy datant de 1814 est conservée (Photo 8).

A noter enfin l'immense cadran solaire de 1992 avec analemmes de 6 h à 14 h qui orne la façade sud-est du bâtiment polyvalent de Flüeli-Ranft (Photo 9) : une œuvre conçue par le moine Bonaventura Thürlemann et devant sa forme artistique à Thomas Birve.



Photo 1 : Cadran canonial à la Collégiale de St-Ursanne



Photo 2 : Le cadran solaire de la mairie de Sursee datant de 1548 indique l'heure solaire vraie

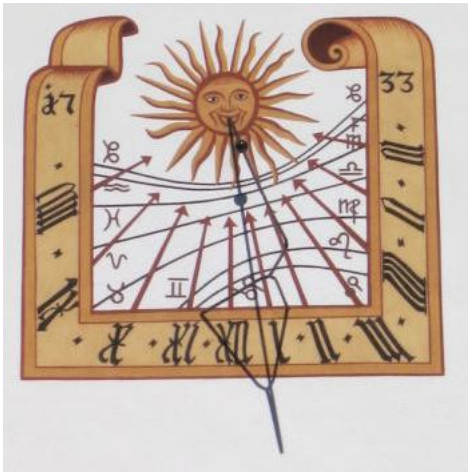


Photo 3 : Le cadran solaire du monastère d'Engelberg réalisé en 1733. L'ombre du style indique l'heure locale vraie, celle de la petite boule la position du Soleil dans le zodiaque

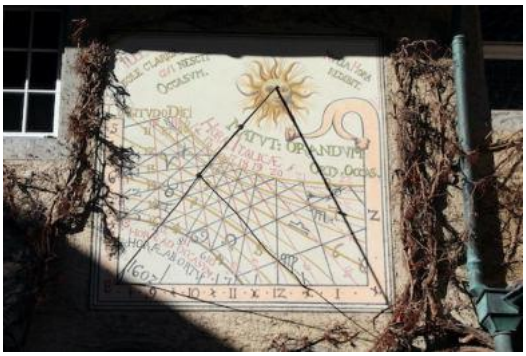


Photo 4 : Cadran solaire du cloître du couvent des Capucins Wesemlin à Lucerne

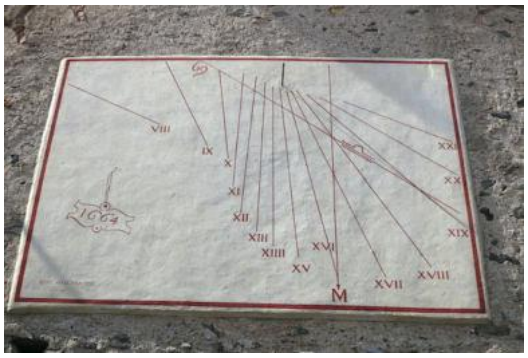


Photo 5 : Cadran solaire à heures italiques à Arosio

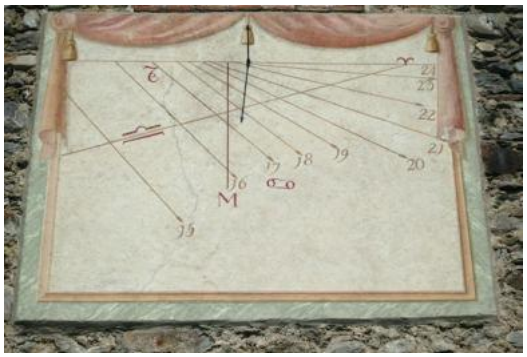


Photo 6 : Cadran solaire à heures italiennes à Mugena



Photo 7 : Cadrans solaires jumeaux de Curio



Photo 8 : Méridienne dans l'ancien collège des Jésuites à Porrentruy



Photo 9 : Cadran solaire du bâtiment polyvalent de Flüeli-Ranft

Après des études d'ingénieur en électrotechnique à l'ETH de Zurich et quatre années de recherche dans l'industrie et un doctorat, Louis-Sepp Willimann (louis.willimann@margret.ch) a été nommé professeur de mathématiques au Centre technique intercantonal de Rapperswil, aujourd'hui Haute école spécialisée OST. Depuis la retraite, il se consacre à des conférences et publications sur des sujets liés aux mathématiques avec un accent sur les cadrans solaires. Site personnel : www.louis-sepp.ch

L'APPLICATION SOLAR INFO

César Busto

Normalement, lorsqu'une personne voit un cadran solaire, sa première réaction est de regarder sa montre-bracelet pour constater.... qu'elle n'indique pas la même heure ! Tout le monde suppose généralement qu'il y a une différence d'une heure et, bien qu'il existe un tableau ou une courbe avec les valeurs de l'équation du temps, très peu font les calculs nécessaires pour vérifier la précision du cadran solaire.

L'objectif initial de l'application Solar Info était de créer un widget qui, de manière simple et rapide, permettrait à quiconque de connaître l'heure solaire vraie locale et, par conséquent, de vérifier le fonctionnement d'un cadran solaire sans devoir effectuer des calculs compliqués. Je crois que vérifier le fonctionnement des choses permet de s'y intéresser, d'en approfondir la connaissance et de finir par les aimer…

J'ai commencé à créer les routines et algorithmes nécessaires, pour calculer la position du Soleil et ses éphémérides, en consultant le livre *Astronomical Algorithms* de Jean Meeus. A partir de là, après avoir passé de nombreuses heures à concevoir des représentations intuitives, à taper du code et à effectuer de nombreux tests, la version actuelle de Solar Info a été créée ; elle ne sera pas la dernière !

PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES DE L'APPLICATION

- Sur l'écran d'accueil, en un coup d'œil, vous avez accès aux informations de localisation, aux coordonnées, à la correction de la longitude et à la correction par rapport à l'UTC, à la position du Soleil (en coordonnées horizontales), au temps solaire vrai local et à l'équation du temps. On accède également à une représentation graphique des différentes manières de mesurer le temps : temps solaire vrai, temps solaire moyen, temps légal, crépuscules, heure babylonique, heure italique, heure temporaire, temps sidéral local et position du Soleil dans le zodiaque.
- Le menu coulissant permet d'accéder aux différents modules de l'application.
- Les modules "Ephémérides" et "Liste des éphémérides" permettent d'obtenir les éphémérides les plus importantes du Soleil dans un écran qui peut être exporté comme un document pdf, ou dans un tableau qui peut être exporté comme un classeur Excel pour une manipulation ultérieure. Dans les deux cas, il est possible de modifier la date, l'heure et le lieu pour lesquels elles sont calculées.
- Les modules "EdT" et "Courbe en 8" offrent deux représentations différentes de l'équation du temps. Le module "EdT" permet de faire défiler la courbe pour obtenir la valeur de l'équation du temps et de voir graphiquement si le « soleil vrai » est en avance ou en retard sur le « soleil moyen ».
- Avec le module "Localisation", vous pouvez sélectionner le lieu pour lequel les calculs sont effectués de plusieurs façons : en saisissant les coordonnées manuellement, en sélectionnant un point sur la carte ou en saisissant le nom d'une ville.
- Le module "Événements" calcule le moment où soit une hauteur ou un azimut du Soleil, soit une heure (temps solaire vrai) se produira. Le smartphone peut être programmé pour fournir une notification à ces moments-là.
- Le module "Horloge astronomique" affiche la même horloge que l'écran d'accueil, mais il est alors possible de modifier la date et l'heure pour voir les différents types de mesures horaires et la position du Soleil sur l'écliptique.
- En outre, il est possible d'ajouter des widgets à l'écran du smartphone qui permettent d'accéder à une grande partie de ces informations sans avoir à ouvrir l'application.

Solar Info essaie d'être une aide pour les amateurs de gnomonique et j'aimerais qu'il puisse éveiller la curiosité des gens sur l'astronomie et les phénomènes naturels, qui se répètent chaque jour, mais dont nous n'avons souvent que peu conscience.

C'est une application gratuite, pour Android, qui peut être téléchargée depuis https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tempusumbra.solarwidget&hl=fr



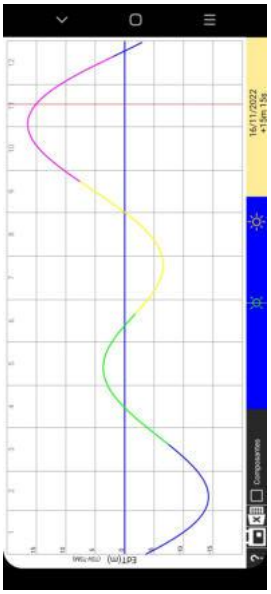
Écran d'accueil



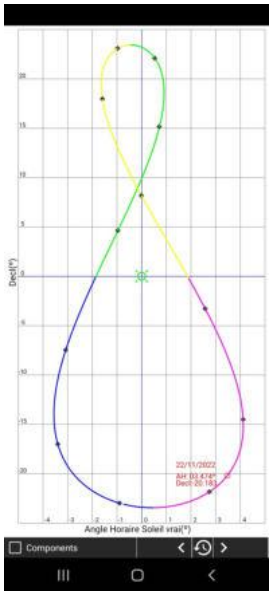
Menu coulissant



Module Éphémérides



Module EdT



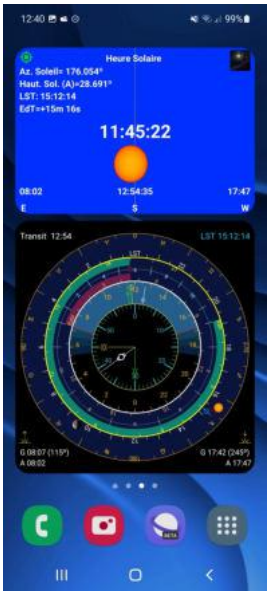
Module Courbe en 8



Module Horloge astronomique



Module Évènements

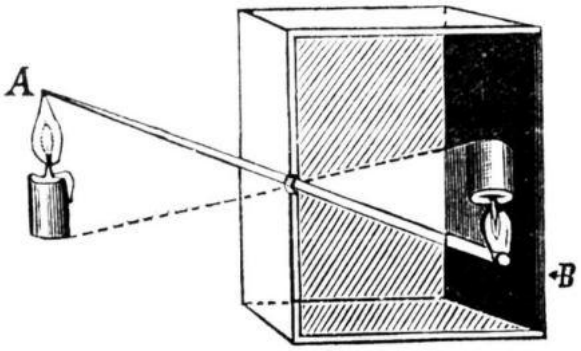


Widget sur l'écran d'accueil

César Busto (cbusto1@gmail.com) est né à Logroño (Espagne), a étudié l'ingénierie aéronautique et travaillé dans la maintenance des installations de navigation aérienne. Depuis sa retraite, il se consacre au développement d'applications gnomoniques, à la construction de cadrans solaires et à la rédaction d'articles sur les cadrans solaires.

UNE CAMERA OBSCURA SUR SOI !

Yves Opizzo



Principe de la camera obscura *(chambre noire)*

L'ami Roger a déjà fort bien parlé du principe de la *camera obscura* dans ce magazine[1].

Le principe est totalement naturel et nous allons en profiter pour nous en servir à toute occasion. Il est naturel, tout simplement parce que n'importe quelle plante dans un jardin quelconque peut facilement servir de camera obscura.

Il suffit pour cela que la lumière du Soleil, ou de la Lune, ou de quelque autre objet d'ailleurs passe entre les feuilles de la plante ou de l'arbre et se projette sur un support quelconque. Si ce support est un plan perpendiculaire au rai de lumière, alors une fidèle image (mais inversée) de l'objet lumineux sera produite de façon naturelle.

Pourquoi, alors que les trous entre les feuilles ne sont pas du tout circulaires ?

Cela provient d'une particularité de la lumière. Si le trou est suffisamment petit (ou si le support en question est suffisamment éloigné), alors ce trou se comporte pour la lumière comme une lentille réfractrice. On notera que le bord de l'image est légèrement flou (il l'est d'autant moins que le trou est plus petit) mais c'est sans importance pour le phénomène que nous voulons observer.

Cette « camera obscura naturelle » a créé parfois des situations jugées de nos jours cocasses, mais qui ont pourtant eu une influence majeure sur la société. Il est ainsi rapporté que des brigands se seraient cachés dans une grotte, en Grèce, pour échapper à leurs poursuivants. Et les brigands, dans le noir de la grotte, virent soudain sur une des parois l'image inversée des gens à leur poursuite ! Ils ignoraient tout d'un petit trou au sommet de la grotte, laissant passer juste la lumière nécessaire pour obtenir une camera obscura parfaitement naturelle. Et des formes humaines marchant la tête en bas ne pouvaient évidemment qu'être des dieux, vivant dans le ciel ou dans des sphères bien supérieures à la nôtre. Que se passa-t-il ensuite ? Les brigands se convertirent-ils ? Devinrent-ils des sages, des prêtres, des enseignants ? Peut-être bien ! Car la grotte, qui abritait des dieux, devint probablement un lieu de culte.

Quoi qu'il en soit, vous pouvez facilement utiliser ce principe pour observer le Soleil en toute impunité avec vos propres mains !

Une seule main suffirait d'ailleurs, pour peu que vos doigts soient suffisamment souples. Et vous n'aurez plus jamais à craindre d'observer une éclipse de Soleil, même en plein désert à midi vrai, car vous tournerez le dos à notre étoile. Placez simplement vos deux mains l'une sur l'autre (et donc formez un trou par exemple entre pouce et index) et mettez vos mains en plein soleil. Sur le sol, vous verrez une tache de lumière, voire une dizaine de taches de lumière, représentant le Soleil « actuel ».

[1] Cadrans solaires à chambre obscure - Roger Torrenti - Cadrans solaires pour tous n 3 - Printemps 2022*



Autrement dit, si la Lune se trouve actuellement devant le Soleil, ce dernier sera éclipsé et vous verrez l'éclipse au sol (ou sur une feuille blanche perpendiculaire au rai de lumière, pour obtenir un « cercle éclipsé » plutôt qu'une ellipse. Et si un nuage – mais oui ! – passe devant le Soleil, vous le verrez !

Affirmons ici que cette méthode totalement naturelle et intuitive permet d'observer le Soleil sans le plus petit danger !

Par contre, il est absolument nécessaire de jeter au rebut tout filtre dit « solaire » fourni avec des instruments astronomiques de bas de gamme (pas forcément mauvais par ailleurs). Ces filtres solaires sont un désastre, un danger effroyable, qui coûte la vue à nombre de personnes chaque année. En théorie, le filtre atteindra la température du Soleil, soit environ 5 000 °C, et le filtre explosera très vite, laissant passer toute la lumière solaire, et détruisant l'œil définitivement.

Ce n'est pas un jeu du tout ! Le thème est si important que je proposerai bientôt un petit atelier pour confectionner soi-même un bon filtre solaire à placer devant l'objectif et non pas derrière. La réalisation n'est pas très difficile et l'objet obtenu sera très sûr.



L'observation du Soleil : attention danger !

Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires. En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires. Il est également l'auteur de nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : http://opizzo.de/

TRACER UN CADRAN SOLAIRE EN QUELQUES CLICS !

Roger Torrenti

Vous voulez obtenir le tracé précis d'un cadran solaire et êtes à la recherche d'une solution simple évitant le recours à des formules ou méthodes que vous maîtrisez insuffisamment ou à un logiciel installé sur votre ordinateur dont le mode d'emploi ne vous est pas ou plus familier ? Yvon Massé[1] a une solution pour vous ! Il vient de mettre en ligne l'application gratuite TRACAD, bâtie à partir de son logiciel CALCAD https://gnomonique.fr/calcad/ bien connu des amateurs et professionnels des cadrans solaires. L'utilisation de TRACAD est très facile et permet d'obtenir le tracé précis de cadrans solaires (verticaux, horizontaux, équatoriaux, polaires…) en quelques clics. Nous saluons cette initiative, qui s'inscrit dans la lignée des applications de tracé en ligne « pour tous » qui commencent à se développer[2].

Prenons un exemple pour montrer la simplicité d'utilisation de TRACAD. Supposons que vous vouliez tracer un cadran horizontal, destiné à orner une terrasse de votre maison ou appartement, ou consistant en un objet grâce auquel votre entourage, vos enfants ou petits-enfants, vos élèves, etc. découvriront la magie des cadrans solaires, comprendront mieux pourquoi et comment un tel instrument permet de mesurer le temps.

Avant de commencer le tracé il est nécessaire bien entendu de connaître l'emplacement du lieu où sera installé ou utilisé votre cadran solaire, plus précisément la longitude et la latitude de ce lieu. Ayez recours pour cela à Google Maps https://www.google.fr/maps (qui donne, dans la barre de navigation, les coordonnées géographiques d'un emplacement sur lequel vous cliquez) ou à une application telle que *Boussole* sur votre téléphone.

Le lien https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?f=2&t=151 vous permet d'accéder à TRACAD (voir illustration 1 ci-dessous).

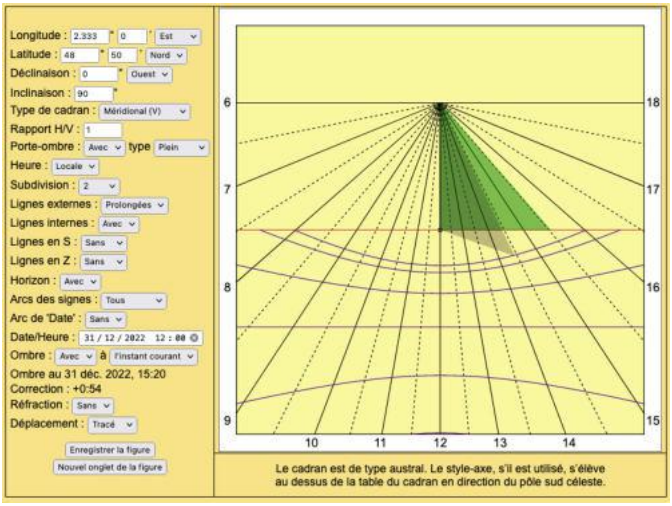


Illustration 1

Sur cette page, entrez alors les valeurs de la longitude et de la latitude (les deux premières rubriques du menu situé à gauche). Vous noterez, si vous avez accepté que l'application utilise votre localisation, que ce sont les coordonnées du lieu où vous vous trouvez qui apparaissent par défaut dans ces cases.

Dans notre exemple d'utilisation nous allons saisir les valeurs 7°E et 43°50'N.

Attention, vous pouvez saisir soit des valeurs entières pour les degrés et les minutes, par exemple 48° et 50' pour la latitude, soit des valeurs décimales, par exemple 2.333° pour la longitude, mais utilisez bien alors un point et non une virgule !

Pour TYPE DE CADRAN choisissez HORIZONTAL, pour PORTE-OMBRE choisissez SANS, et pour OMBRE choisissez également SANS. Vous pouvez alors ajuster le tracé avec votre souris en plaçant son curseur sur le tracé : le clic maintenu permet de déplacer le tracé et la molette permet de zoomer/dézoomer (ces fonctionnalités sont aussi disponibles dans le cas d'un pavé ou d'un écran tactile avec le glisser d'un ou deux doigts). Vous obtiendrez alors le tracé représenté par l'illustration 2 page suivante.

[1] *Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/*

[2] *Voir notamment* l'article CADSOL disponible en ligne ! *de Jean-Luc Astre paru dans le numéro 5 de ce magazine*

Il ne vous reste qu'à appuyer sur le bouton NOUVEL ONGLET DE LA FIGURE tout au bas du menu afin d'accéder au tracé seul (sans menu) que vous pouvez imprimer depuis votre navigateur. En moins de 2 minutes montre en main, vous avez donc obtenu le tracé très précis adapté au lieu d'utilisation !

Mais il s'agit d'équiper votre cadran solaire d'un style ! Il vous suffit de suivre la même procédure et d'imprimer un nouveau tracé en choisissant, pour le PORTE-OMBRE, SEUL (et PLEIN) au lieu de SANS. Vous obtenez alors l'illustration 3 sur laquelle apparaît seulement un triangle vert. Ce triangle, une fois imprimé selon la même procédure (nouvel onglet), donne les mesures précises de votre style :

- Si vous choisissez un style plein, il vous suffira de découper le triangle vert et de le placer perpendiculairement au cadran, le côté renforcé d'une ligne noire contre le cadran et le petit cercle de l'illustration 3 sur celui de l'illustration 2.
- Si vous choisissez d'équiper votre cadran d'un gnomon, prenez-le d'une longueur égale au second côté (sans renforcement) du triangle vert et contenant le petit cercle. Placez-le perpendiculairement au cadran au niveau du petit cercle que l'on aperçoit sur l'illustration 2.

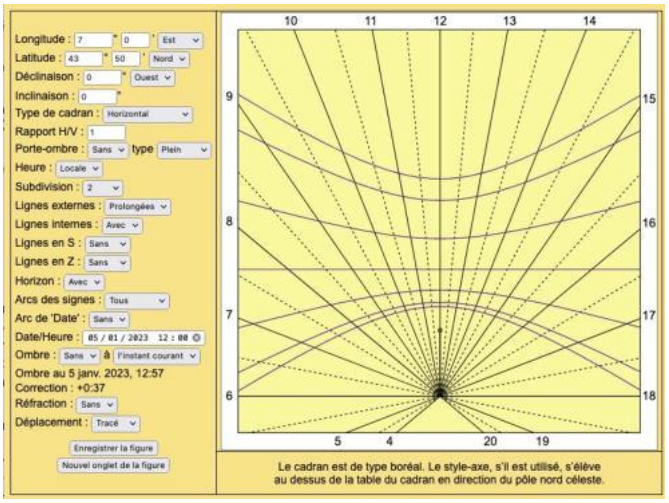


Illustration 2

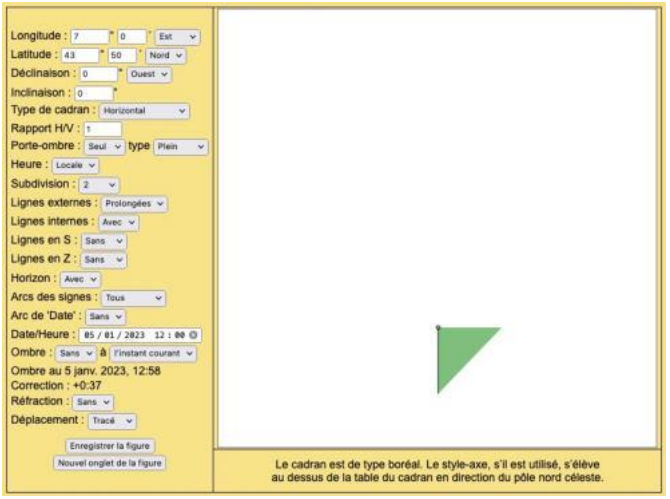


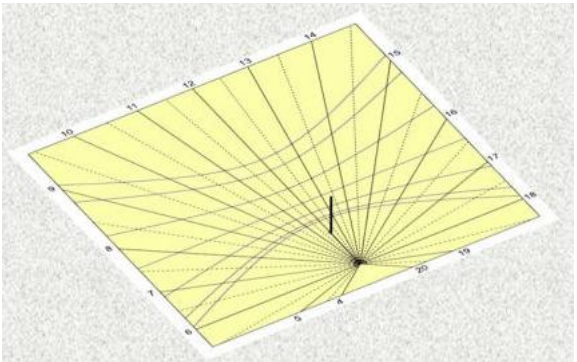
Illustration 3

Dans les deux cas, c'est l'extrémité du gnomon ou du porte-ombre plein qui indiquera l'heure solaire et la date précises. Dans le cas où le porte-ombre est plein, l'ombre de son arête indiquera aussi les heures avec l'intérêt qu'elles seront indiquées plus longtemps.

Il vous faudra au préalable avoir installé votre cadran sur une surface bien horizontale et l'avoir orienté correctement : le nord se trouve (dans l'hémisphère nord) vers le haut du tracé, dans la direction de la ligne horaire de 12 h. Et si vous voulez déduire l'heure légale de la lecture de l'heure solaire, vous devrez bien entendu recourir à la formule bien connue que vous pouvez retrouver à l'adresse https://bit.ly/3WUJuSP.

Les moins pressés pourront, au cours de la procédure, appuyer sur ENREGISTRER LA FIGURE plutôt que sur NOUVEL ONGLET DE LA FIGURE. Ils obtiendront alors un fichier de type .svg qu'ils pourront modifier si nécessaire (changer les couleurs, déplacer les graduations, ajouter/supprimer des lignes, ajouter une devise, etc.) avec un logiciel gratuit tel qu'Inkscape https://inkscape.org.

Bien entendu, comme indiqué en introduction, TRACAD vous permet de modifier de nombreuses caractéristiques d'un tel cadran et de tracer des cadrans de différents types. Parcourez les différentes rubriques du menu proposé pour découvrir ce qu'il est possible de réaliser. Des info-bulles, apparaissant lorsque la souris passe au-dessus de chaque rubrique, vous aideront, au-delà du mode d'emploi accessible à la page d'accueil de TRACAD.



Un cadran horizontal à gnomon vertical préparé en quelques clics et imprimé sur une feuille bristol : prêt à l'emploi !

Roger Torrenti roger@torrenti.net est l'auteur du MOOC (cours en ligne gratuit) Cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info/ et le responsable éditorial du présent magazine

LES CADRANS SOLAIRES DE GALICE

Relojes de sol en Galicia[1]

La Galice est située au nord-ouest de la péninsule ibérique, à l'extrême-ouest de l'Europe continentale, et en raison de son climat, elle ne bénéficie que d'une moyenne de 2 000 heures d'ensoleillement par an. Pour cette raison, il peut être surprenant de voir le grand nombre de cadrans solaires présents dans cette région.

Cela pourrait s'expliquer principalement par deux facteurs : la Galice compte près de la moitié des agglomérations de toute l'Espagne (30 246), et dans les zones rurales, où il y a une plus grande présence de cadrans solaires, il n'est pas difficile de trouver quelqu'un qui avait un voisin ou un ancêtre tailleur de pierre, surtout dans la province de Pontevedra.

Certes, le *Camino de Santiago* (chemin de Compostelle) et la forte présence ecclésiastique au cours des siècles pourraient également avoir influencé l'introduction et le développement de la gnomonique en Galice.

Des cadrans datant de différentes époques (du XVI^{e} au XXI^{e} siècle) coexistent, bien que l'on puisse affirmer que la période de plus grande splendeur se situe aux XVIII^{e} et XIX^{e} siècles. On a cependant récemment découvert un cadran canonial qui pourrait dater du XII^{e} ou XIII^{e} siècle, devenant alors le plus ancien cadran solaire de Galice.

Actuellement, il y en a plus de 2 800 localisés, bien que de nombreux continuent à apparaître. Leurs emplacements peuvent être consultés sur la carte réalisée par Reloxos de sol[2].

La grande majorité des cadrans solaires de Galice sont des méridiennes verticales, mais l'on trouve en fait une grande variété de types : cadrans verticaux déclinants, cadrans multifaces (dont ouest, est ou nord), cadrans horizontaux (certains avec un canon intégré), ou cadrans polaires, dont un qui était à sa construction le plus grand de toute l'Europe[3]. Des cadrans équatoriaux, analemmatiques ou d'autre type complètent la large gamme de cadrans que l'on peut trouver en Galice.

Parmi tous les cadrans solaires existants, il faut souligner les anthropomorphes, qui sont généralement couronnés par une tête humaine ou font partie d'une statue, et qui prolifèrent dans toute la Galice et le nord du Portugal. En Galice seule, il y a environ 200 spécimens. Je crois qu'il n'y a pas de concentration aussi importante de tels cadrans à la morphologie aussi particulière dans aucune autre région du monde.

Pratiquement tous les cadrans solaires galiciens sont en pierre, plus précisément en granit, bien que dans la partie la plus orientale de la Galice, il y en ait beaucoup en ardoise ou en d'autres matériaux tels que le quartzite ou le schiste. Il existe également des réalisations en céramique, béton ou métal.

La plupart des cadrans solaires se trouvent dans des *hórreos (*greniers), des maisons et en particulier des *pazos* (maisons traditionnelles galiciennes), des églises ou des monastères mais aussi dans des lieux aussi atypiques que des *cruceiros* (croix de pierre), des *petos de ánimas* (oratoires), des colombiers, des moulins, des fontaines ou encore des bornes royales.

Au musée provincial de Lugo se trouve ce qui pourrait être la plus grande collection de cadrans solaires en pierre au monde, avec 42 exemplaires.

1 - https://linktr.ee/relojesdesolgal
2 - https://reloxosdesol.wordpress.com/mapa-relojes-de-sol-galicia
3 - https://www.farodevigo.es/deza-tabeiros-montes/2011/03/13/europa-mira-hora-lalin-17770619.html



Nombre de cadrans par province
(Relojes de sol en Galicia, 2022)



Vigo (Pontevedra)



Miño (A Coruña)



Vedra (A Coruña)



Melón (Ourense)



Cerdedo (Pontevedra)



Cangas (Pontevedra)



A Veiga (Ourense)



Pol (Lugo)



Hórreo en Ponte Caldelas
(Pontevedra)



Cruceiro en Santiago de
Compostela (A Coruña)

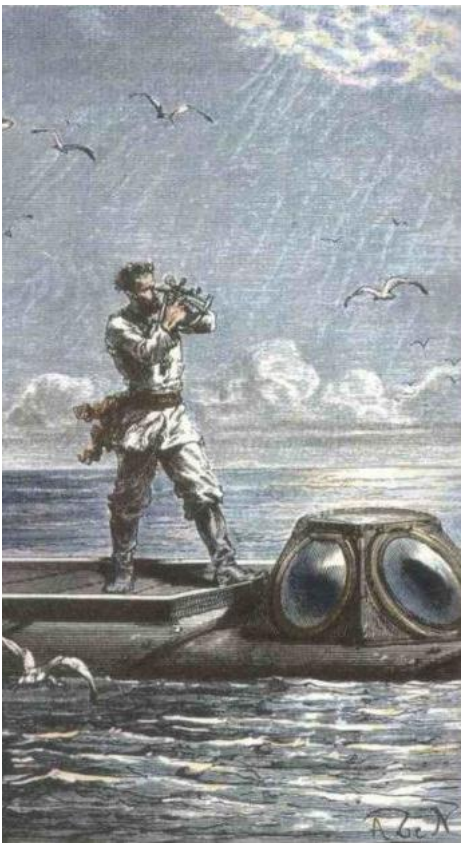


Museo Provincial de Lugo
(Lugo)

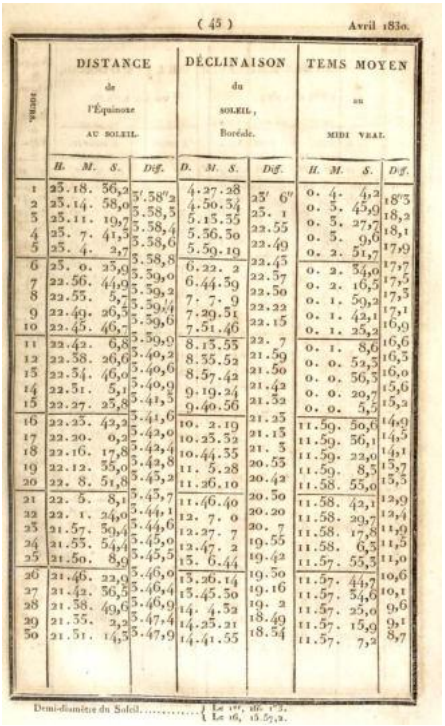
Bibliothèque sommaire sur les cadrans solaires de Galice
- Relojes de piedra en Galicia (2003) - José L. Basanta. ISBN 978-84-95892-16-4
- Sus canteros y sus relojes de sol (1997) - Jozef Van Linthoudt. VG 874-1997
- Relojes de Sol en el patrimonio construido (2020) - Antonio J. Cañones y José M. Yáñez. ISBN: 978-84-9812-355-5

LE POINT AU SOLEIL AU XIXE SIÈCLE

Yvon Massé



Le Capitaine Nemo faisant le point au Soleil dans Vingt mille lieues sous les mers *(Jules Verne)*



(45) Avril 1830.

JOURS	DISTANCE de l'Équinoxe AU SOLEIL. H. M. S.	Dif.	DÉCLINAISON du SOLEIL, Boréale. D. M. S.	Dif.	TEMS MOYEN du MIDI VRAI. H. M. S.	Dif.
1	25.18. 56,2	5'58"2	4.27.28	25' 6"	0. 4. 4,2	18"3
2	25.14. 58,0	5.58,5	4.50.54	25. 1	0. 5. 45,9	18,2
3	25.11. 19,7	5.58,4	5.15.35	22.55	0. 5. 27,6	18,1
4	25. 7. 41,3	5.58,6	5.56.30	22.49	0. 5. 9,6	17,9
5	25. 4. 2,7	5.58,8	5.59.19	22.45	0. 2. 51,7	17,7
6	25. 0. 25,9	5.59,0	6.22. 2	22.57	0. 2. 34,0	17,5
7	22.56. 44,9	5.59,2	6.44.59	22.50	0. 2. 16,5	17,3
8	22.55. 5,7	5.59,4	7. 7. 9	22.22	0. 1. 59,2	17,1
9	22.49. 26,3	5.59,6	7.29.51	22.15	0. 1. 42,1	16,9
10	22.45. 46,7	5.59,9	7.51.46	22. 7	0. 1. 25,2	16,6
11	22.42. 6,8	6.40,2	8.13.55	21.59	0. 1. 8,6	16,5
12	22.38. 26,6	6.40,6	8.55.52	21.50	0. 0. 52,1	16,0
13	22.34. 46,0	6.40,9	8.57.42	21.42	0. 0. 36,1	15,6
14	22.31. 5,1	6.41,3	9.19.24	21.32	0. 0. 20,7	15,2
15	22.27. 23,8	6.41,6	9.40.56	21.25	0. 0. 5,5	14,9
16	22.23. 42,3	6.42,0	10. 2.19	21.15	11.59. 50,6	14,5
17	22.20. 0,3	6.42,4	10.23.52	21. 5	11.59. 36,1	14,1
18	22.16. 17,8	6.42,8	10.44.55	20.55	11.59. 22,0	13,7
19	22.12. 35,0	6.43,2	11. 5.28	20.42	11.59. 8,3	13,3
20	22. 8. 51,8	6.45,7	11.26.10	20.30	11.58. 55,0	12,9
21	22. 5. 8,1	6.44,1	11.46.40	20.20	11.58. 42,1	12,4
22	22. 1. 24,0	6.44,6	12. 7. 0	20. 7	11.58. 29,7	11,9
23	21.57. 39,4	6.45,0	12.27. 7	19.55	11.58. 17,8	11,5
24	21.53. 54,9	6.45,5	12.47. 2	19.42	11.58. 6,3	11,0
25	21.50. 8,9	6.46,0	13. 6.44	19.30	11.57. 55,3	10,6
26	21.46. 22,9	6.46,4	13.26.14	19.16	11.57. 44,7	10,1
27	21.42. 36,5	6.46,9	13.45.30	19. 2	11.57. 34,6	9,6
28	21.38. 49,6	6.47,4	14. 4.52	18.49	11.57. 25,0	9,1
29	21.35. 2,2	6.47,9	14.23.21	18.34	11.57. 15,9	8,7
30	21.31. 14,3		14.41.55		11.57. 7,2	

Demi-diamètre du Soleil..... { Le 1er, de 15'. Le 16, de 15'5,2.

Éphémérides du Soleil pour 1830 extraites de La Connaissance des temps, publiée par le Bureau des longitudes

Dans l'histoire de la navigation en haute mer, plus particulièrement celle du point astronomique au Soleil, il y eut une période où le principe employé pour connaître sa position reposait sur les propriétés du bâton magique qu'Yves O. et Roger T. nous ont présentées dans le n°5 de ce magazine, p. 22. Cette période se situe vers le milieu du XIXe siècle et, pour mieux la comprendre, nous allons commencer notre visite historique au siècle précédent, le XVIIIe, qui est généralement présenté comme le siècle qui a su résoudre le problème des longitudes.

En effet, s'il est facile de trouver sa latitude, nous verrons de quelle façon, la détermination de la longitude avec une précision suffisante, disons une à deux dizaines de minutes d'angle, est longtemps restée un problème complexe qui a mobilisé les plus grands savants et n'a pu trouver de solution qu'avec l'évolution de la précision des instruments de mesure angulaire et des garde-temps. N'oublions pas aussi les éphémérides astronomiques mais celles-ci, notamment celles du Soleil, étaient déjà bien établies depuis longtemps.

Pour s'imprégner du problème qui se posait aux navigateurs de cette époque il suffit de s'imaginer en pleine mer, loin de tout repère terrestre et sans aucune communication possible avec le reste du monde. Comment, dans cette situation, pouvoir déterminer sa position en observant son environnement qui se limite, en quelque sorte, à la sphère céleste ? C'est bien sûr la position des astres et, pour ce qui nous intéresse, celle du Soleil qui apporte une information précieuse. On ne pouvait malheureusement pas utiliser l'azimut du Soleil car la seule référence possible de direction était la boussole qui, bien que très pratique pour maintenir un cap, n'est pas suffisamment fiable et précise dans ce cas. Il ne reste donc plus qu'une grandeur qu'il est possible de mesurer : la distance angulaire du Soleil à l'horizon c'est-à-dire sa hauteur.

L'instrument qui, en mer, a permis de porter la précision de cette mesure à quelques minutes d'angle est l'octant qui deviendra ensuite le sextant par l'augmentation de l'angle mesuré de 90° à 120°. Le principe a été proposé en 1731 par l'anglais John Hadley et la configuration optique restera inchangée jusqu'à nos jours. Notons qu'à cette époque le besoin de cet instrument était tel que des propositions similaires ont été imaginées indépendamment par plusieurs personnes parmi lesquelles l'américain Godfrey et un Français dont le nom nous est familier : Grandjean de Fouchy.

Le second instrument nécessaire pour obtenir la longitude, l'horloge ou garde-temps, arriva plus tard car il demandait une grande ingéniosité et beaucoup de talent pour atteindre la précision nécessaire : une dérive, en mer, inférieure à la minute par mois. L'anglais Harisson y parvint en 1761 après 40 ans de recherches expérimentales. En France deux horlogers, Le Roy et Berthoud, se disputèrent âprement la paternité des techniques qui permirent de réaliser les horloges adaptées.



Sextant

Les premières furent réalisées successivement en 1766 par Le Roy et en 1768 par son concurrent. Il fallut toutefois attendre encore une cinquantaine d'années pour que la fiabilité et le coût de ces mécanismes, qui seront ensuite appelés chronomètres, soient compatibles avec une utilisation plus généralisée.

Nous voici donc arrivés au début de la période qui nous intéresse. Schématiquement, le calcul de la position se faisait alors en 2 étapes :

- Au milieu de la journée, un peu avant midi au Soleil, on suivait son ascension pour déterminer la hauteur h de sa culmination. Connaissant la déclinaison du Soleil d par les éphémérides, on en déduisait la latitude φ à laquelle on se trouvait. Dans la zone tempérée de l'hémisphère nord φ = 90 + d – h (voir formule du magazine n°2 p. 29).
- Plus tard dans la journée, avec la latitude obtenue à midi et corrigée par la route parcourue entre temps, il était possible de définir virtuellement, par calcul, un cadran solaire de hauteur. La mesure de la hauteur du Soleil permettait en effet d'obtenir le temps vrai Hv du bateau à une heure HO indiquée par le chronomètre. Celui-ci avait été réglé, au départ du bateau, sur l'heure moyenne du méridien de référence. En corrigeant HO de l'équation du temps extraite des éphémérides, on obtenait alors l'heure vraie HvO du méridien de référence au moment de la mesure. La longitude à laquelle on se trouvait se déterminait enfin par le simple calcul de la différence entre Hv et HvO.



Chronomètre de marine

Nous savons en effet que si on considère par exemple Paris et Strasbourg qui ont une différence de longitude de 5,415°, quand il est disons 15 h 30 au Soleil à Paris, on doit ajouter 5,415/15 h soit environ 22 min pour obtenir au même instant l'heure au Soleil à Strasbourg, soit 15 h 55. Le calcul de la longitude est simplement l'opération faite dans l'autre sens. Ce sont les savants du XVIIIe siècle qui avaient mis au point cette méthode et qui, en attendant la généralisation de l'emploi des horloges, avaient aussi imaginé de leur suppléer une horloge astronomique : la position de la Lune par rapport aux étoiles ou au Soleil[1]. Les calculs correspondants étaient toutefois complexes et demandaient une sérieuse érudition.

Les méthodes qui seront utilisées après celle présentée ici seront imaginées par les navigateurs eux-mêmes confrontés aux réelles conditions de navigation. La mesure à l'instant précis de midi présentait une contrainte car le Soleil pouvait être caché à ce moment-là. C'est fortuitement que l'américain Sumner constata en 1837 que pour une seule mesure de hauteur, l'ensemble des positions possibles du bateau constituait une droite sur la carte[2]. C'est bien plus tard, en 1875, que Marcq Saint-Hilaire proposa une méthode pour tracer cette droite avec un adroit dosage de géométrie sur la carte et de calculs qui s'en trouvaient simplifiés. Elle sera universellement utilisée jusqu'à l'avènement des GPS à la fin du XXe siècle.

BIBLIOGRAPHIE

F. Marguet. Histoire générale de la navigation. Paris. 1931.
On peut trouver une numérisation de cet ouvrage de référence ici :
http://www.devill.net/Infos/navigation/histoire_nav_marguet.pdf

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine.

Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/

1 – Voir : https://www.navigare-necesse-est.ch/files/1431355351-49-astronavigation-distances-lunaire-225.pdf
2 - Voir : http://navastro.free.fr/histoire_dh.htm

EXPLOITER LE TIME LAPSE D'UN GNOMON EN CLASSE

Joël Petit

Après avoir suivi les indications de l'article *Time lapse de l'ombre d'un gnomon en classe*, pages 10 et 11 du n°6 (Hiver 2022-2023) de ce magazine, vous disposez d'un time lapse que vous souhaitez exploiter en classe.

Vous pouvez également utiliser une vidéo du type de celle-ci https://urlz.fr/kqfk ou la simulation de l'ombre d'un gnomon ici (pour le 21 mars) https://urlz.fr/kqfb et là (pour le 21 juin) https://urlz.fr/kqfc. Ces vidéos ont été prises à Blois (France), ville dont la longitude est proche de 0°. Si vous refaites l'expérience à des longitudes non proches de 0°, ne vous étonnez pas de ne pas voir le minimum de l'ombre à 12 h UTC comme dans ces vidéos. En effet, une longitude différente engendre un décalage du midi solaire dépendant du lieu (correction de longitude). Seuls les observateurs situés proches du, ou sur le méridien de Greenwich (0°) peuvent donc observer un minimum de l'ombre à 12 h UTC.

Voici, présentée dans cet article, une liste non exhaustive d'activités pédagogiques qui peuvent être proposées en exploitation d'une vidéo de time lapse de gnomon.

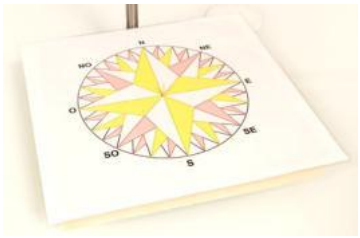
1 - Simuler le mouvement apparent du Soleil dans le ciel au cours de la journée

Matériel nécessaire



Une lampe torche

Un gnomon équipé d'une rose des vents



Que faire ? Proposez, après visionnage de la vidéo, de :

- Reproduire à l'aide de la lampe torche le mouvement apparent du Soleil dans le ciel qui permet de reproduire l'évolution de l'ombre d'un gnomon au cours de la journée.
- Répondre à un quiz ou à une série de questions telles que :
    - Dans quelle direction le Soleil se lève-t-il ?
    - Dans quelle direction le Soleil se couche-t-il ?
    - A quel moment de la journée l'ombre du gnomon est-elle la plus courte ? Dans quelle direction le Soleil se trouve-t-il alors ?
    - Lorsque le Soleil « monte » dans le ciel, l'ombre du gnomon augmente ou diminue-t-elle ?
    - Lorsque le Soleil « descend » dans le ciel, l'ombre du gnomon augmente ou diminue-t-elle ?
    - L'ombre du gnomon est-elle toujours opposée ou dans la même direction que le Soleil ?

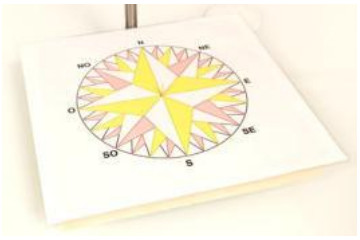
2 - Étudier la « relativité » du mouvement

Matériel nécessaire



Une lampe torche fixée sur un support

Un gnomon équipé d'une rose des vents fixé sur une plaque mobile



Que faire ? Proposez, après visionnage de la vidéo, de relever un « défi » : faire bouger convenablement la plaque sur laquelle le gnomon est fixé devant la lampe fixe afin de reproduire le déplacement de l'ombre du gnomon observé au cours d'une journée.

L'objectif de ce « défi » est de montrer que les « variations de direction et de taille » de l'ombre du gnomon perçues, par un observateur terrestre, comme dues au mouvement du Soleil dans le ciel peuvent être reproduites en « inversant » le mouvement. C'est-à-dire en conservant le Soleil fixe tout en mettant convenablement le gnomon en mouvement.

Ce « défi » permet de discuter sur la notion de relativité d'un mouvement. Il permet en outre d'introduire l'activité suivante.

3 - Reproduire le mouvement de rotation diurne de la Terre à l'aide d'une maquette

Matériel nécessaire



Une lampe torche fixée sur un support

Un globe terrestre équipé d'un mini gnomon sur rose des vents



Que faire ? Proposez, après visionnage de la vidéo de :

- Placer et orienter convenablement le gnomon sur le globe au lieu de l'observation. Se repérer et repérer les points cardinaux.
- Observer qu'il est possible de reproduire les « variations en direction et en taille » de l'ombre du gnomon par une simple mise en rotation du globe devant la lampe fixe. Dans quel sens faut-il, alors, faire tourner la Terre ? D'ouest en est ou bien d'est en ouest ?
- Placer le gnomon sur l'Australie. Quelles sont les directions prises par l'ombre du gnomon : le matin, à midi et le soir ?

4 - Comparer la « hauteur » du Soleil selon les saisons

Que faire ? Proposez, après visionnage de la vidéo et en utilisant le même matériel que pour l'activité 1 de :

- Déterminer à quelle date le Soleil est au plus haut dans le ciel à midi.
- Comparer la durée d'éclairement du gnomon à différentes dates.

Et, avec le même matériel que pour l'activité 3 :

- Utiliser le mini-gnomon placé sur le globe et la lampe sur support pour trouver comment observer l'ombre la plus courte du gnomon à midi.

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

UN CADRAN SOLAIRE QUI A DE LA MINE...

Jasmin Gauthier



Le cadran solaire dont je vais traiter ici n'a rien de particulier au point de vue gnomonique. Il s'agit d'un cadran horizontal répertorié sous le numéro 337 dans le répertoire de la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CSSQ). Il a comme coordonnées : latitude: 47° 28′ N ; longitude: 79° 26' O.

Le titre de l'article vous interpelle ? Voici l'explication.

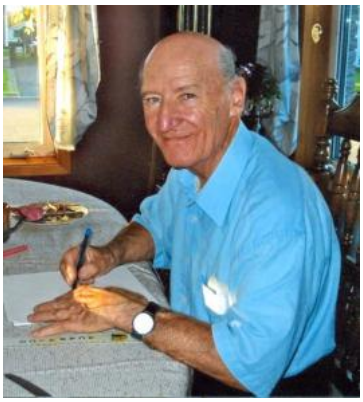
Ce cadran solaire a été installé dans une région de l'ouest du Québec riche en minéraux exploitables qui se nomme l'Abitibi-Témiscamingue[1]. Je connais bien l'endroit car j'y ai vécu ma jeunesse. Durant les années cinquante, plusieurs prospecteurs parcouraient le territoire pour réserver leurs droits à l'extraction des métaux. Ils revendiquaient leurs droits en plaçant des piquets de bois sur des lopins de terre. Ces piquets, avec leur inscription de métal attachée, étaient connus comme des « claims ».

Lorsque nous étions enfants, nous allions à la pêche, mes frères et moi, à un endroit appelé « la mine » qui était situé sur les bords du lac Témiscamingue à quelques kilomètres de chez nous. Nous pêchions sur un grand cap de roche pentu qui disparaissait dans l'eau du lac. À une centaine de mètres de nous, il y avait le site abandonné de la mine de Guigues.

Pour nous les jeunes pêcheurs, il nous arrivait de nous approcher du *shaft* (puits) de la mine et de regarder à l'intérieur. Un œil collé sur l'interstice entre les planches, nous pouvions voir à la base un grand trou rempli d'eau. L'eau, c'était normal, car la mine était située tout près du lac et elle n'était plus en opération depuis des lunes.

Un jour, les gens du Comité d'embellissement de la municipalité de Saint-Bruno-de-Guigues, sous la présidence de M. Bertrand Guimond et de Mme Marie Chartier, lancèrent le projet de faire un cadran solaire. Pour le réaliser, ils contactèrent M. André Beaulieu de la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CSSQ).

M. Beaulieu (photo ci-contre) se rendit sur place et demanda aux gens du comité de décrire une particularité de leur municipalité.



[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Abitibi-Témiscamingue

Les gens ont dit « Nous avons à Saint-Bruno-de-Guigues la plus vieille mine d'argent du Canada ! Du minerai de plomb et d'argent avait été découvert dès 1668, et la mine, redécouverte en 1850, fut en opération de 1877 à 1952 ».

De notre temps, elle a toujours été connue comme étant « la mine de plomb ». On disait même que le plomb aurait servi dans les canons de la Première Guerre mondiale. Une partie de chez nous se retrouvait peut-être dans les Flandres…

M. Beaulieu dit aux gens du comité « Voilà votre projet, ce sera un cadran qui prendra la forme de la mine la plus ancienne du Canada ! ». Le gnomon sera la pente de la bâtisse et les heures seront affichées sur des claims.

Il fallait trouver un site qui mettrait le cadran en valeur. Un village québécois a toujours en son milieu une église et le presbytère où réside le curé. Après consultation, le curé s'empressa d'offrir une partie du terrain devant sa résidence pour l'installation de cette œuvre.

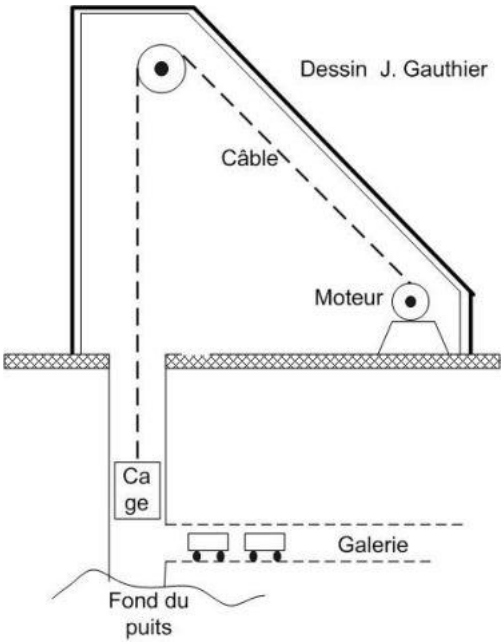


Schéma d'un shaft de mine

M. Beaulieu fabriqua une maquette chez lui à Montréal et alla la présenter aux membres du comité à Saint-Bruno-de-Guigues. Vue l'ampleur de la structure, on demanda à Monsieur le curé la permission d'enlever un arbuste et de bouger une statue. Permission vite accordée.

L'ensemble allait prendre la forme des bâtiments d'une mine du nord-ouest québécois. Ces bâtiments couvrent le trou par où descendent les mineurs et par où le minerai est amené à la surface. Ils couvrent aussi le moteur et le câble qui servent à monter et descendre la cage de l'ascenseur (voir ci-dessus le schéma du shaft de mine).



Détail du cadran solaire installé : on remarquera notamment que les chiffres horaires sont fixés sur des claims.

Pour une description complète de ce cadran, consulter en ligne[1] le catalogue de la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ) au numéro 337-ABTM-002.

[1] https://sites.google.com/site/ccsq2015/337

Jasmin Gauthier (ccsq2015@gmail.com) a passé l'essentiel de sa carrière professionnelle comme technicien aux automatismes chez Hydro-Québec et a été le dernier président de la Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ). Il demeure à Trois-Rivières, au Québec.

ChatGPT et les cadrans solaires…

Roger Torrenti

Lancée officiellement fin 2022, l'application ChatGPT (prononcer à l'anglaise *tchatt djipiti* si vous ne voulez pas que votre interlocuteur sursaute…) conçue par la société américaine OpenAI fait aujourd'hui le buzz dans les médias : instantanément un élève peut obtenir la réponse à une question posée dans un devoir à la maison ou un professeur le plan d'un cours qu'il doit préparer, un avocat préparer sa plaidoirie ou un journaliste la base de son article, un geek avoir les lignes de codes qu'il souhaite, etc. !

ChatGPT est devenu le symbole de cette « intelligence artificielle » (abrégé en IA en français, AI en anglais) dont l'avenir est loué par certains et redouté par d'autres. Afin de vous faire une idée, nous avons testé ChatGPT https://chat.openai.com (pour l'instant gratuite) sur des questions relatives aux cadrans solaires et à la gnomonique. Les questions et les réponses ont été rassemblées page suivante. Nous avons par ailleurs testé la version « illustrations » de OpenAI https://labs.openai.com qui permet, en décrivant une scène imaginaire, d'obtenir (instantanément également) une illustration conçue à partir de cette description. Quelques scènes imaginaires et les illustrations obtenues ont elles aussi été rassemblées page suivante.

Alors, que pensez-vous des résultats obtenus ? Faites-vous votre propre opinion avant de lire la suite de cet article…

Les personnes ayant testé ChatGPT sont le plus souvent épatées, bluffées par le fait qu'instantanément, on obtienne un texte cohérent et bien construit, dans un français correct. Même réaction au niveau des illustrations « magiques » d'OpenAI. Bravo aux scientifiques, ingénieurs et techniciens ayant mis au point ces applications en ligne !

Mais si l'on y regarde de plus près, on s'aperçoit que le texte n'aborde pas tous les aspects de la question posée, qu'il comporte des incorrections, voire des erreurs, sans parler de problèmes de droits d'auteurs (on a l'impression de trouver des phrases ou parties de phrases déjà lues). Des spécialistes de la théorie, de l'histoire, et de la construction de cadrans solaires, invités à vérifier les textes obtenus, feraient beaucoup de corrections… Ces textes ne sauraient en fait remplacer ou même résumer un bon livre ou un bon cours en ligne sur les cadrans solaires. Même chose pour les illustrations : même si elles sont « sympas », que penser du cadran solaire que regarde le chat ou de ceux autour desquels s'affairent des enfants ? Des cadrans solaires, vraiment ?

Gardons bien à l'esprit que ce que l'on appelle « intelligence artificielle » n'est autre qu'un ensemble d'algorithmes et de données (pour ChatGPT un grand nombre de textes indexés sur le Web ou les réseaux sociaux). Elle a été rendue possible par les progrès des ordinateurs repose sur les spécifications initiales, les compétences des concepteurs d'algorithmes et le nombre / la qualité des données (est-elle garantie pour ChatGPT ?).

Déjà il y a plus de 60 ans, les « systèmes experts » (une voie de développement de l'IA) étaient promis à un avenir brillant, remplaçant à terme les médecins, les ingénieurs, ou tout autre expert… Depuis les progrès de l'informatique (et de l'Internet) ont permis de réaliser des applications encore plus efficaces mais l'avenir de ces applications reste le même : elles (ne) seront (que) de plus en plus utiles comme aide à la décision, comme une des « sources » répondant à une question donnée. Mais seules l'analyse et la réflexion (« l'intelligence humaine ») pourront donner un avis définitif solide.

Un professeur, à qui l'on demandait s'il allait interdire ChatGPT à ses élèves a répondu qu'au contraire il allait adapter son enseignement et soumettrait la réponse de ChatGPT à la question qu'il souhaite poser à ses élèves, leur demandant de faire une analyse critique de cette réponse… Sage attitude !

Question : qu'est-ce qu'un cadran solaire ?
Réponse de ChatGPT

Un cadran solaire est un dispositif permettant de mesurer l'heure en utilisant les rayons du soleil. Il est généralement composé d'une plaque plane et d'une flèche, appelée gnomon, qui projette une ombre sur la plaque en fonction de la position du soleil dans le ciel. Les heures peuvent être déterminées en lisant l'emplacement de l'ombre sur la plaque graduée. Les cadrans solaires peuvent être simples ou complexes et peuvent inclure des indications pour les jours de l'année et les saisons.

Question : quelle est l'histoire des cadrans solaires ?
Réponse de ChatGPT

Les cadrans solaires sont des instruments utilisés pour mesurer le temps en fonction de la position du Soleil dans le ciel. Ils ont été inventés il y a plus de 2 000 ans et ont été utilisés par les peuples antiques tels que les Babyloniens, les Grecs et les Égyptiens. Au Moyen Âge, les cadrans solaires étaient couramment utilisés pour mesurer l'heure dans les églises et les bâtiments publics, car ils étaient simples à construire et à utiliser. Avec l'avènement de la montre mécanique au XVIIIe siècle, l'utilisation des cadrans solaires a commencé à décliner, mais ils sont encore utilisés de nos jours dans certaines régions rurales et pour des raisons esthétiques.

Question : quels sont les différents types de cadrans solaires ?
Réponse de ChatGPT

Il existe plusieurs types de cadrans solaires, notamment :

- Cadran solaire horizontal : il est installé sur une surface plane et orienté vers le nord.
- Cadran solaire vertical : il est installé sur un mur ou une colonne et orienté vers le sud.
- Cadran solaire analemmatique : il est composé d'une ligne qui représente le méridien et d'une courbe qui représente les mois de l'année.
- Cadran solaire cylindrique : il est installé sur un cylindre et utilise les ombres projetées par une verticale pour déterminer l'heure.
- Cadran solaire sphérique : il est installé sur une sphère et utilise les ombres projetées par une verticale pour déterminer l'heure.

Question : pourquoi les Grecs et les Romains ont-ils construits tant de cadrans solaires?
Réponse de ChatGPT

Les Grecs et les Romains ont construit de nombreux cadrans solaires pour mesurer le temps et synchroniser leurs activités quotidiennes. À l'époque de la Grèce antique et de la Rome antique, il n'existait pas d'horloges fiables, et les cadrans solaires étaient une méthode précise pour mesurer le temps.

De plus, les cadrans solaires étaient considérés comme des œuvres d'art et des symboles de la culture et de la civilisation. Les Grecs et les Romains étaient fiers de leur savoir-faire en matière de géométrie et de sciences, et les cadrans solaires étaient un moyen pour eux de montrer leur habileté dans ces domaines.

Enfin, les cadrans solaires étaient également utilisés pour la navigation et pour déterminer la position géographique. Les cadrans solaires pouvaient être utilisés pour déterminer la direction du nord, ce qui était important pour les voyageurs et les navigateurs.

En résumé, les Grecs et les Romains ont construit de nombreux cadrans solaires pour mesurer le temps, montrer leur savoir-faire en matière de géométrie et de sciences, et pour la navigation.

Enfants construisant un cadran solaire sur un terrain de basket



Chat regardant un cadran solaire la nuit dans la forêt

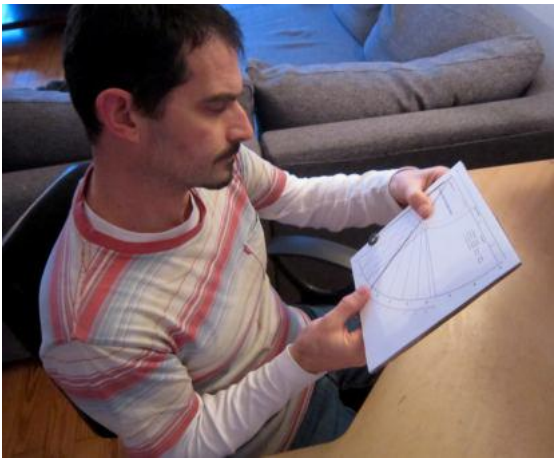


Enfants dans la forêt regardant un cadran solaire sous la pluie



Roger Torrenti roger@torrenti.net est l'auteur du MOOC Cadrans solaires www.cadrans-solaires.info et le responsable éditorial du présent magazine.

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



Mon intérêt pour l'astronomie a commencé avec ma participation à une école d'été d'astronomie organisée par le CLEA[1]. J'ai tout de suite été attiré par les instruments astronomiques anciens (cadrans solaires, astrolabes, nocturlabes).

La possibilité d'intégrer les lois du mouvement des astres dans les tracés d'un instrument tenant dans la main ne laisse pas de me fasciner. Après m'être procuré le livre *Les cadrans solaires*[2], qui donne quelques formules simples, j'ai commencé à utiliser divers outils informatiques pour réaliser les calculs de cadrans solaires classiques. Geogebra, Python, Inkscape, LaTeX... Les outils gratuits et performants ne manquent pas pour mener à bien ces projets.

À la même période, j'ai pris contact avec le fablab de l'université proche de chez moi, ce qui m'a permis de réaliser des instruments astronomiques en bois avec une découpeuse laser, et de faire découvrir la gnomonique aux autres utilisateurs du fablab. Qui sait, un cadran solaire ornera peut-être un jour les abords de l'université ?

J'ai aussi produit quelques tracés d'instruments à imprimer sur papier ou sur bristol[3]. L'idée est de proposer une sélection de cadrans que l'on puisse utiliser assez correctement avec la rigidité du bristol, ou en collant le papier sur un support plus rigide (carton, canette cylindrique...). Miser sur des matériaux facilement accessibles permet une plus large diffusion. Les personnes intéressées peuvent télécharger les documents et suivre les instructions pour imprimer, découper, coller et utiliser leur propre cadran, notamment via des activités avec des enfants. Bien entendu, il faut prévoir des cadrans solaires tracés pour différentes latitudes, ce qui ne présente pas de difficultés avec l'outil informatique.



L'apprentissage de la gnomonique en autonomie est chose facile, grâce à de nombreuses ressources en lignes et à des ouvrages dédiés. Il faut cependant souligner l'intérêt du partage avec d'autres passionné·es, via des forums[4] et des revues[5].

DAVID ALBERTO
Professeur de physique-chimie en lycée
https://www.astrolabe-science.fr/

1 - Comité de liaison enseignants astronomes : www.clea-astro.eu
2 - Les cadrans solaires – Tout comprendre pour les construire. Denis Savoie. Belin, 2015.
3 - Voir Cadrans solaires pour tous, n°1 et n°3.
4 - Par exemple, celui de Yvon Massé : https://gnomonique.fr/forum/
5 - Cadrans solaires pour tous, bien sûr ! Mais aussi Cadran-Info : https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/

LA PAROLE À UN CADRANIER

Le grand-père d'Antoine Mazziotti avait une carrière de travertin (en latin *tibertinus*), cette roche sédimentaire calcaire qui doit son nom à Tibur, aujourd'hui Tivoli, près de Rome, où l'on en trouve les principales carrières. En juillet 1948, il dit à son petit-fils âgé de 9 ans « Tu viendras apprendre le métier de tailleur de pierres » et c'est ce que le jeune Tony fit, jusqu'à ses 19 ans, avant de s'installer en France et de devenir agent de maîtrise dans le bâtiment.

Mais son aïeul ne lui avait pas seulement appris à tailler les pierres : après le travail, il passait une heure, le soir, à lui apprendre comment réaliser un cadran solaire, et faire naître ainsi chez Tony une passion des cadrans solaires qui n'allait plus le quitter.

Pendant ses années d'activité professionnelle, « joignant l'utile à l'agréable », et après sa retraite, il a en effet continué à tailler, graver et peindre la pierre afin de créer des cadrans solaires, pour lui, ses amis ou des clients, s'initiant tout seul à la gnomonique, notamment via le fameux ouvrage de François Bedos de Celles, paru en 1760, qu'un ami boulanger avait déniché pour lui.

Antoine Mazziotti compte aujourd'hui à son actif des dizaines de réalisations de cadrans solaires de tout type (du traditionnel cadran vertical au bloc gnomonique), en France et à l'étranger (Italie, Suisse, Portugal, Etats-Unis d'Amérique).



Antoine Mazziotti devant l'une de ses réalisations



Lorsqu'on le rencontre, il est intarissable sur la grande et la petite histoire des cadrans solaires, évoquant le vieux pâtre qu'il croisait dans les alpages et qui plantait son bâton pour connaître l'heure, ou certains cadrans de l'Ubaye de grande dimension afin que les bergers puissent lire l'heure de loin…

Antoine Mazziotti est membre de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France et réside à Saint-Étienne-des-Oullières dans le Rhône (France).

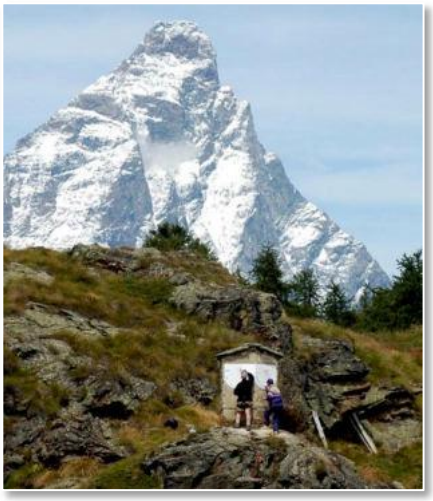
Son site https://www.cadransolaires.com permet notamment de découvrir un grand nombre de réalisations.

Bloc gnomonique réalisé par Antoine Mazziotti

ZOOM SUR...

UN CADRAN SOLAIRE

C'est indiscutablement l'un des cadrans solaires les plus hauts d'Europe… C'est en fait un double cadran restauré en 2008 par Ricardo Anselmi et Alberto Carlon. Il est situé à 2 193 m d'altitude dans la Vallée d'Aoste en Italie (on aperçoit le Cervin - *Matterhorn* - en arrière-plan), plus précisément à l'Alpe di Gilliarey, dans la commune de Torgnon. Une belle idée de randonnée pour l'été prochain ?



UNE CARTE POSTALE

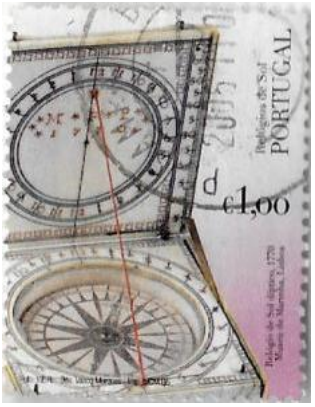
Un peu d'humour d'époque, autour du cadran solaire de l'église de Saint-Saulge (Nièvre, France), sur cette carte postale ancienne en vente sur eBay pour quelques euros :

- *Not' biau cadran solaire va s'rouiller Mossieu le Maire*
- *J'y songeons bien, aussi j'y faisons mettre un auvent*



UN TIMBRE

En vente sur le site delcampe.net pour moins de 2 € un timbre du Portugal de 2005 présentant un cadran solaire diptyque de 1770 exposé au musée de la Marine de Lisbonne.

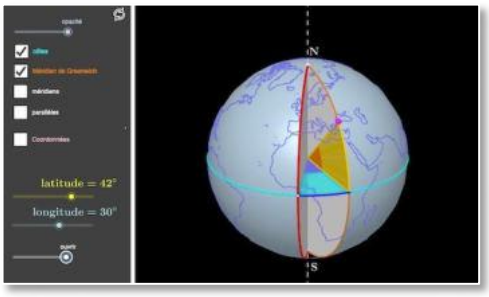


UNE VIDÉO

En 5 min le gnomoniste Denis Savoie parcourt l'histoire de la gnomonique du Moyen-Âge à nos jours, en Europe, à l'occasion de la sortie de son ouvrage *Une histoire des cadrans solaires en Occident*. La vidéo est accessible ici https://bit.ly/3vDaCu4 ou en flashant le QR code ci-contre.



ZOOM SUR...



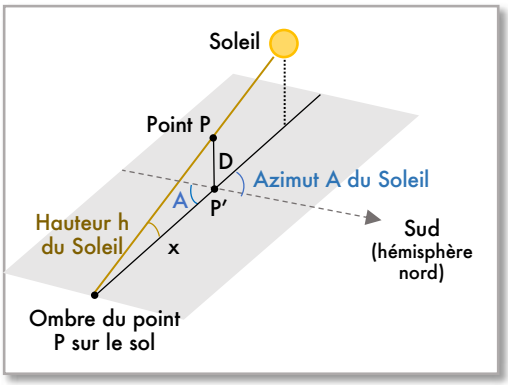
UN LOGICIEL

Une animation Geogebra (logiciel libre) proposée par Vincent Pantaloni, pour expliquer de façon très simple et visuelle à des enfants ou des élèves la longitude et la latitude d'un lieu.
https://www.geogebra.org/m/cuteaa3j



UN LIVRE

La SCG https://www.gnomonica.cat/, société catalane de gnomonique, compte un nouvel ouvrage dans sa collection, celui de Eduard Farré i Olivé consacré à la grande horloge de Perpignan : *El grand rellotge de Perpinya - L'hora urbana al segle XIV*. Ceux qui ne sont pas familiers avec le catalan pourront néanmoins admirer les nombreuses photos et illustrations.



UNE FORMULE

La formule donnant la position de l'ombre d'un point P quelconque (la pointe d'un gnomon, le sommet d'un arbre, l'antenne d'un bâtiment, etc.), situé à une hauteur D d'un plan horizontal. Le schéma ci-contre permet de déduire (facilement pour les matheux) que l'ombre est située à une distance x de la projection P' de P sur le plan horizontal égale à D / tan h, dans une direction faisant un angle A avec la direction nord-sud (se référer à la rubrique *Zoom sur* du n°3 de ce magazine pour trouver les formules donnant l'azimut A et la hauteur h du Soleil).



UNE DEVISE

Une fière devise sur le cadran solaire de l'église Saint-Chaffrey à Baratier (Hautes-Alpes, France) : *Pauvres mais fiers et bons cœurs* (1992).

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

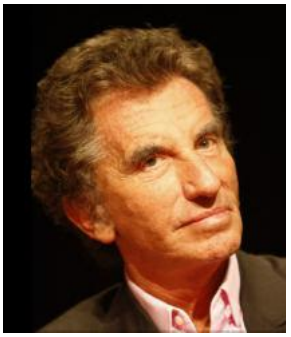
TROP DE CADRANS SOLAIRES ?

A l'occasion d'une lecture récente, Roger Torrenti est tombé sur la citation suivante : « Alors que désormais la ville est (malheureusement) remplie de cadrans solaires, la plupart des gens se traînent, desséchés par la faim ». Qui a dit cela ?

- Emmanuel Macron lors du mouvement des Gilets jaunes, en visite à Saint-Véran ?
- Un auteur de l'Antiquité ?
- Jack Lang, alors ministre de la Culture, lors des Journées du patrimoine ?







UNE ÉNIGME

POURQUOI UN DOUBLE CADRAN ?

Yves Opizzo avait installé, lorsque ses enfants étaient jeunes, un double cadran dans son jardin, composé d'un cadran analemmatique et d'un cadran horizontal sans style. Que proposait-il à ses enfants et à leurs amis de faire avec ce double cadran ?

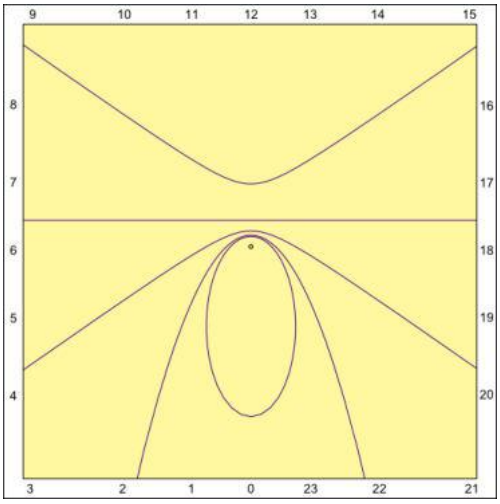


JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

OÙ SE SITUE CE CADRAN ?

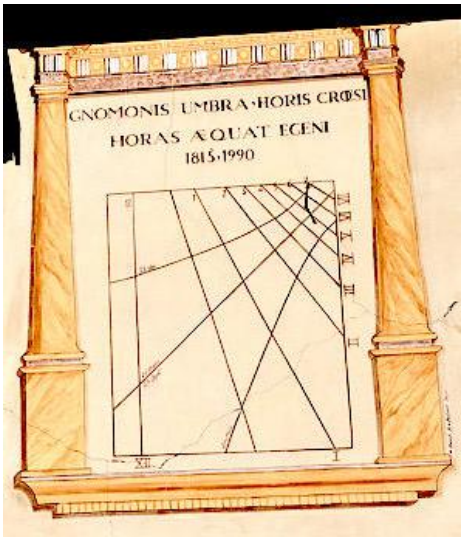
La figure ci-dessous vous rappelle probablement ces arcs d'hyperboles et droites dessinés sur le sol par l'extrémité d'un gnomon vertical. Mais Yvon Massé pose la question : où doit se situer un tel cadran solaire pour que la course journalière de l'extrémité du gnomon à l'entrée de chaque signe du zodiaque (c'est-à-dire pour des déclinaisons du Soleil de 0°, ±11,5°, ±20,2° et ±23,5°), se traduise, en plus de la droite des équinoxes, par une ellipse, une parabole et une hyperbole « complète » comme représenté ci-dessous ?



UN TEST RAPIDE

TROP DE LIGNES !

Un test rapide proposé par Roger Torrenti : sur ce beau cadran vertical situé à Thorame-Haute dans les Alpes-de-Haute-Provence (France), le gnomoniste ou le cadranier, emporté peut-être par son enthousiasme, a représenté des lignes horaires inutiles : saurez-vous identifier lesquelles ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Cette phrase n'a pas été prononcée par un homme politique français… Elle est extraite d'une comédie attribuée à Plaute (né en Ombrie, Italie, au milieu du IIIe siècle av. J.-C.). Le personnage de la pièce, un pique-assiette, se plaint en fait moins du nombre de cadrans solaires dans la ville que du fait qu'un cadran solaire impose les heures auxquelles on peut manger… En somme, un réquisitoire contre une vie trop réglée sur les horloges (solaires)… Ci-dessous l'extrait complet du texte, traduit par Michèle Tillard. Pour plus de détails voir https://philo-lettres.fr/latin/plaute/plaute-la-beotienne-fragment/

Que les dieux perdent le premier qui inventa les heures
et qui le premier installa ici un cadran solaire !
Car il m'a brisé ma journée en mille morceaux, malheureux que je suis.
En effet, depuis mon enfance, mon seul cadran solaire était mon ventre,
de loin le meilleur et le plus vrai de tous ceux-là,
Quand il t'avertissait, tu mangeais, sauf quand il n'y avait rien à manger.
Maintenant, même quand il y a de quoi, on ne mange pas, sauf si cela plaît au Soleil.
Du coup, alors que désormais la ville est remplie de cadrans solaires,
la plupart des gens se traînent, desséchés par la faim.

UNE ÉNIGME

Yves Opizzo avait en fait conçu ce double cadran (avec deux échelles graduées) afin que ses enfants et leurs amis puissent… mesurer leur taille ! En effet, l'enfant devait tout d'abord se placer à la bonne date sur l'échelle des dates du cadran analemmatique et lire l'heure solaire dans la direction de son ombre. Puis il devait se placer sur l'échelle des tailles du cadran horizontal afin que l'ombre du sommet de sa tête indique la même heure et il lisait alors sa taille sur l'échelle… En effet, sur un cadran horizontal sans style, il est facile de placer une échelle au sol (voir schéma ci-dessous) afin que, quelle que soit la taille de l'observateur, il puisse lire l'heure à l'ombre du sommet de sa tête.

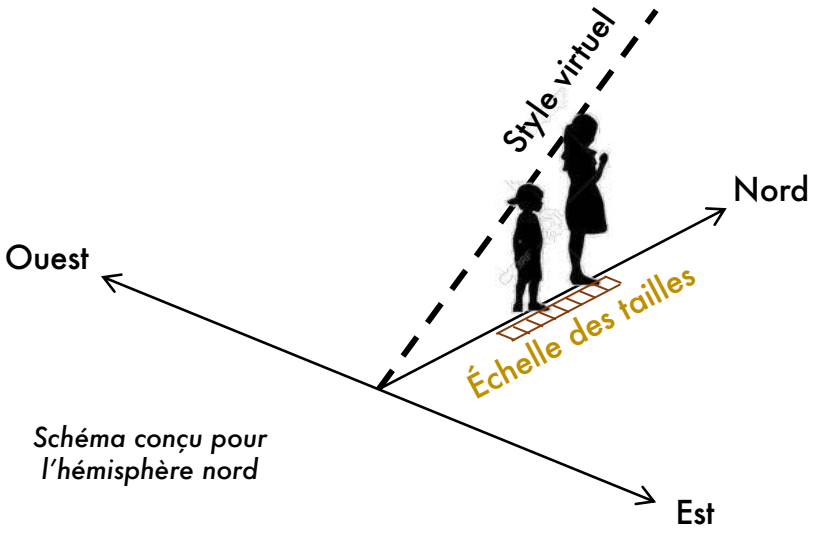


Schéma conçu pour l'hémisphère nord

SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

Un problème gnomonique

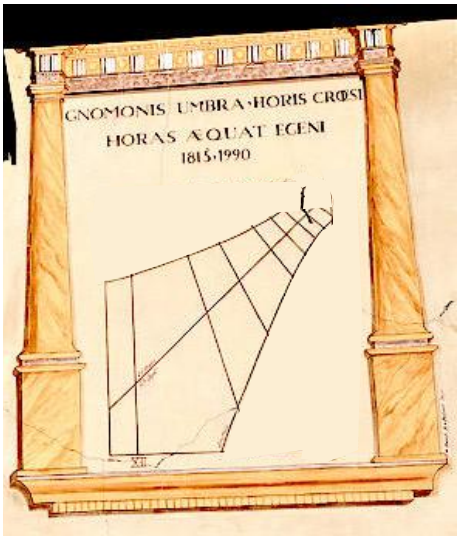
Pour obtenir une ellipse, il faut que le Soleil ne se couche pas pendant une journée entière. Le cadran doit donc être situé dans les zones polaires. La parabole s'obtient quand le Soleil tangente l'horizon à minuit solaire. Enfin, pour obtenir une hyperbole complète, c'est-à-dire deux branches d'hyperbole symétriques, il faut que le Soleil se lève pendant les journées qui correspondent à deux déclinaisons de valeur identique et de signe contraire. Ces déclinaisons doivent donc être de ±11,5° pour que la déclinaison de ±20,2° puisse correspondre à la journée où le Soleil tangente l'horizon et celle de ±23,5° à la journée où le Soleil ne se couche pas. Les lieux qui répondent à notre énigme sont donc ceux où le Soleil est au niveau de l'horizon à minuit solaire avec une déclinaison de ±20,2°: ils sont situés sur les parallèles de latitude ±(90° - 20,2°) c'est-à-dire 69,8°N ou 69,8°S.



Tromsö, dans le nord de la Norvège, située à environ 69,8°N de latitude…

Un test rapide

On remarque que ce cadran solaire est équipé d'un style perpendiculaire à la table du cadran : c'est donc uniquement l'extrémité de ce style qui indique l'heure solaire. Comme de toute évidence, le cadranier a représenté les deux hyperboles des solstices (et la droite des équinoxes), les lignes au-delà de ces hyperboles sont inutiles puisque l'ombre de l'extrémité du style ne franchira jamais ces arcs. En outre, si l'on trace une ligne horizontale passant par le pied du style (où il est fixé sur le mur), aucune ombre ne saurait être utilisée pour lire l'heure au-dessus de cette ligne puisque c'est la ligne d'horizon. Le cadran solaire ainsi « épuré » est reproduit ci-dessous.

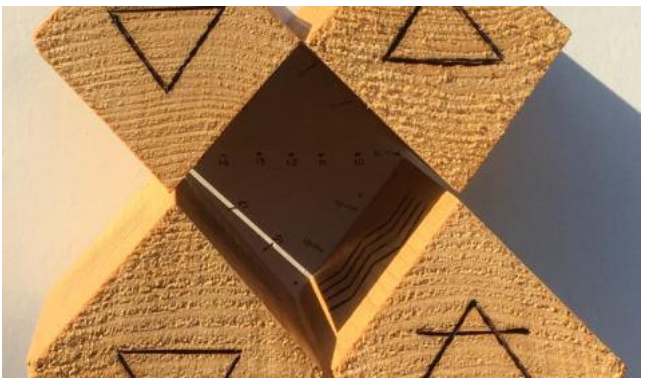


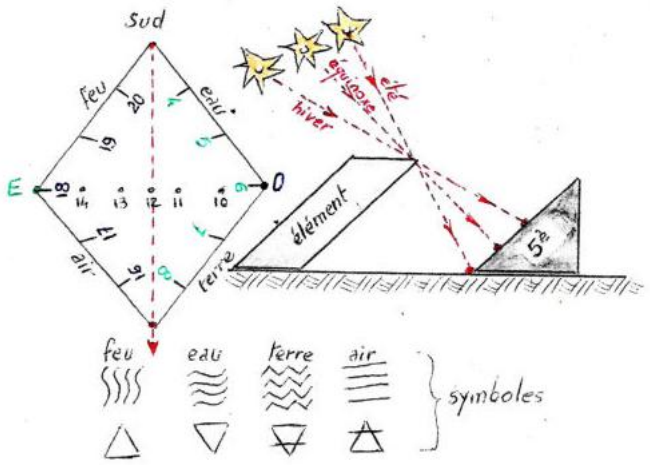
LE CINQUIÈME ÉLÉMENT

Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Claude Gahon rend bien entendu hommage par la création présentée ici au film de Luc Besson sorti il y a déjà 25 ans et que probablement peu de lecteurs de ce magazine n'ont pas encore vu…

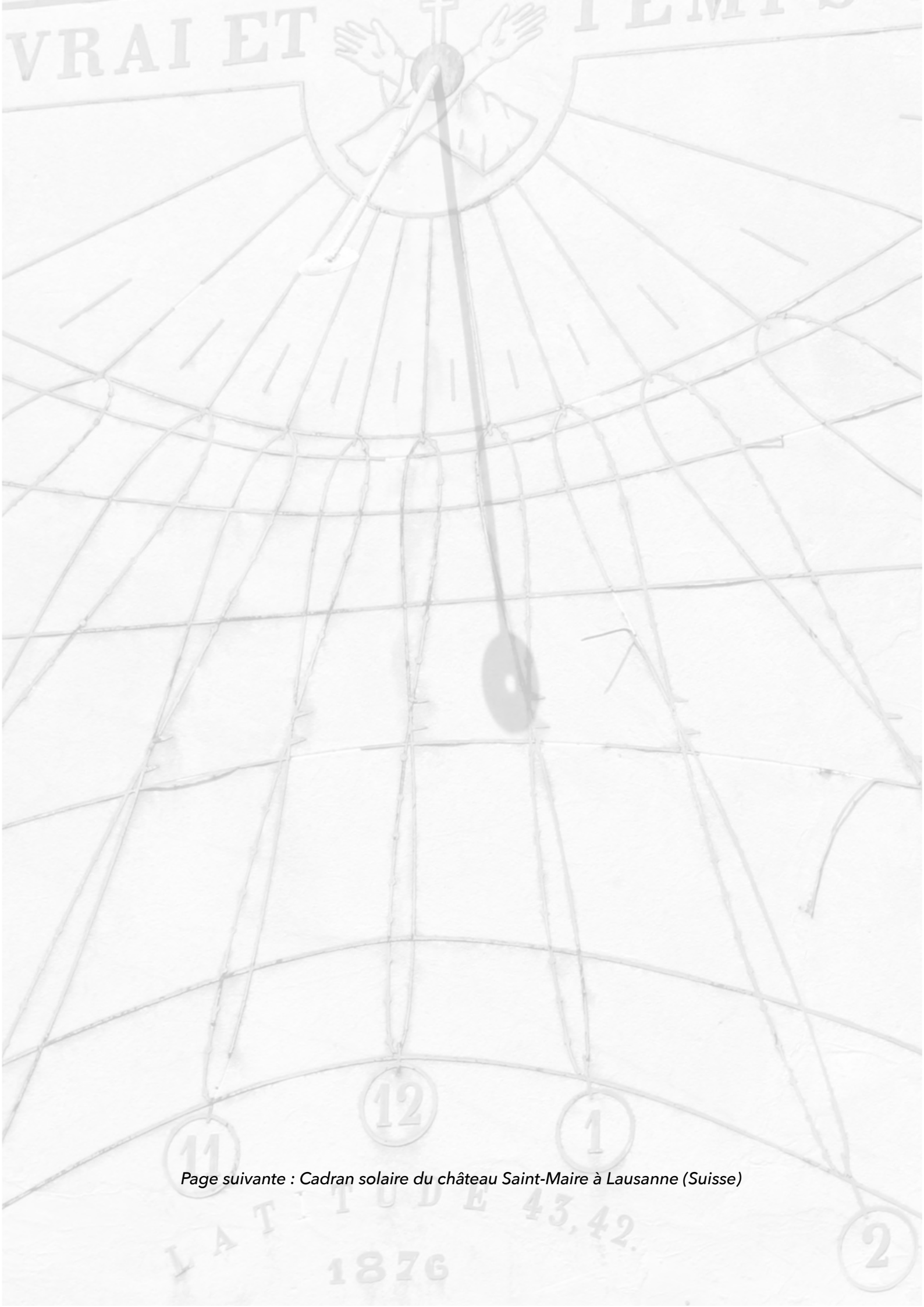






Cadran de type horizontal
Inspiré par les pierres du film "Le Cinquième Elément"
4 éléments inclinés suivant la latitude du lieu et séparés par un léger espace servant de "fente" pour le passage des rayons solaires.
Ces rayons marquent les heures solaires sur la partie centrale où sont gravés les repères horaires.
Les indications sont données alternativement d'une fente à l'autre au cours de la journée:
**** la fente E (Est) indique les heures de 3 à 9h,***
**** la fente S (Sud) indique les heures de 9 à 15h,***
**** la fente O (Ouest) indique les heures de 15 à 21h.***
A midi solaire, le rayon lumineux "traverse" tous les éléments et se projette sur le 5e élément.
Sur cet élément sont gravés les points qui marquent l'extrémité du rayon lumineux aux solstices et à l'équinoxe.

c.gahon



Page suivante : Cadran solaire du château Saint-Maire à Lausanne (Suisse)



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 8 - Été 2023 - 11€

Photo de couverture : « Cenit » (zénith), une photo de Manuel Pizarro (Espagne) qui est le lauréat de notre Concours 2023 (voir p. 8 et 9). La photo a été prise à Saragosse (Zaragoza) en Espagne, à midi solaire, le jour de l'équinoxe de printemps 2023. Le photographe s'est placé sur la ligne de midi solaire et a mis en valeur l'imposant gnomon de ce cadran horizontal monumental conçu par J.A. Lasierra *en 2009 (coordonnées 41°39'15" N 0°51'38" O). Le gnomon mesure 46 mètres de long, et s'élève à une hauteur de plus de 30 mètres. Il projette une ombre mesurant jusqu'à 500 mètres de longueur, dont l'extrémité se déplace jusqu'à 7 mètres par minute, ce qui rend son mouvement visible à l'œil nu. La précision de lecture est d'environ 15 secondes.*

Photo page suivante : la Terre, le plus grand cadran solaire du monde… Sur cette photo, centrée sur le méridien de Greenwich, on n'aperçoit aucune zone obscure. Tout cadran solaire situé sur ce méridien indiquerait donc midi solaire !



SOMMAIRE

Crédits photos et illustrations	4
Éditorial	5
Actualités	6
Résultats du Concours 2023 – Comité éditorial	8
Et les Romains découvrirent le cadran solaire… - Michèle Tillard	10
Construction d'un astrolabe planisphérique - Pierre-Louis Cambefort	12
Un projet nommé PY 3.14 - Marc-André 2 Figueres	14
Les cadrans solaires d'Autriche - Kurt Descovitch (GSA)	16
Gnomonique et précision - Yves Opizzo	18
Deux cadrans solaires classiques, mais originaux - John Gueulette	20
Mini-tour d'Europe (1/2) - Alix Loiseleur des Longchamps	22
Les cadrans solaires du Portugal - Ana Correia (Relógios de Sol)	24
Le latin des cadrans solaires – Michel Griffe	26
À quelle heure vivrons-nous demain ? – Roger Torrenti	28
La parole à un gnomoniste - John Gueulette	30
La parole à un cadranier - Marc-André 2 Figueres	31
Zoom sur…	32
Jeux et énigmes	34
Solution des jeux et énigmes	36
Ariane 3000 et Passe Temps - Claude Gahon	38

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Manuel Pizarro
- Page 2 : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo NASA
- Pages 6 et 7 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Page 9 : Photos des auteurs mentionnés
- Pages 10 et 11 : Document Wikipedia d'après Wikimedia Commons (Auteur : Cassius Ahenobarbus – Fichier : Comitium-map.png - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0)
- Pages 12 et 13 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Lewis Hulbert - Fichier : Persian astrolabe at the Saint Louis Art Museum.jpg - Licence CC Attribution-Share Alike 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Aubry Gérard - Fichier : Astrolabe OTP complet.png - Licence CC BY-SA 4.0) – Photos Pierre-Louis Cambefort
- Pages 14 et 15 : Documents Marc-André 2 Figueres
- Pages 16 et 17 : Documents GSA
- Pages 18 et 19 : Photo extraite du site de Michel Lalos http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/ - Photos Yves Opizzo.
- Pages 20 et 21 : Illustration John Gueulette d'après un document Wikimedia Commons (Auteur : Marianne Casamance - Fichier : Cadran solaire à Saint Michel.JPG - Licence CC Attribution-Share Alike 3.0) - Photo John Gueulette
- Pages 22 et 23 : Photos Alix Loiseleur des Longchamps
- Pages 24 et 25 : Photos Ana Correia (Relógios de Sol)
- Pages 26 et 27 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Alpes de Haute Provence - Fichier : Cadran solaire à Thorame-Haute.jpg - Licence CC Attribution 2.0) – Document Les Belles Lettres
- Pages 28 et 29 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Falk Oberdorf - Fichier : Modifizierte Karte auf Grundlage von https://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Time_zones_of_Europe.svg - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : TimeZonesBoy - Fichier : World Time Zones Map.png - Domaine public) - Illustration Roger Torrenti
- Page 30 : Photo John Gueulette
- Page 31 : Documents Marc-André 2 Figueres
- Page 32 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Alexandre Vial - Fichier : Bifilaire.png - Licence CC Attribution-Share Alike 2.5) – Copies d'écran des sites mentionnés.
- Page 33 : Copie d'écran du site mentionné - Document John Gueulette - Illustration Roger Torrenti - Copie d'écran du fil Twitter mentionné
- Page 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Hugues Mitton Hugovoyages - Fichier : Medaillon Arago97A.jpg - Licence CC BY-SA 2.5) - Illustration Roger Torrenti d'après Google Maps
- Page 35 : Photos et illustrations Roger Torrenti
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Artiste : Charles de Steuben - Fichier : François Arago by Carl von Steuben.jpg – Domaine public) - Illustration Roger Torrenti d'après le document Wikimedia Commons (Auteur : TimeZonesBoy - US Central Intelligence Agency - Fichier : World Time Zones Map.png - Domaine public)
- Page 37 : Illustration Roger Torrenti d'après photo NASA
- Page 38 : Photos et illustrations Claude Gahon
- Page 39 : Photo Roger Torrenti
- Page 42 : Photo Serge Durand

ÉDITORIAL

Voilà 2 ans que nous avons décidé de lancer un magazine grand public consacré à l'histoire, à la construction et au développement des cadrans solaires, ainsi qu'à la vulgarisation de leur science, la gnomonique. Une telle publication, libre et gratuite, manquait à notre avis et devait s'avérer utile pour élargir le cercle des curieux et des spécialistes.

Nous sommes heureux que ce magazine ait rencontré son public, puisque sa diffusion est en constante progression chaque trimestre et qu'on l'estime déjà à plus d'un millier dans le monde francophone et au-delà.

Cela fait donc près de 100 articles (dont la liste peut être consultée à l'adresse rappelée ci-dessous) qui constituent, au fil des trimestres, une base de connaissances de plus en plus solide sur des sujets tels que « Ressources pédagogiques », « Comment construire un cadran solaire », « Les bases de la gnomonique », « L'histoire du développement des cadrans solaires », « Témoignages de gnomonistes et de cadraniers », etc.

Je remercie toutes celles et ceux qui ont contribué à ces articles, et tous ces lecteurs qui nous font part périodiquement de leur satisfaction de pouvoir disposer d'un tel magazine et nous prodiguent des encouragements si importants dans la poursuite de notre aventure bénévole. Je remercie également, bien entendu, tous les membres du comité éditorial sans lesquels ce magazine ne pourrait se développer.

Nous sommes résolus à poursuivre dans la direction que nous avons prise tout en tenant sans cesse compte de vos remarques et suggestions afin que ce magazine corresponde le plus possible à vos attentes.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit, Michèle Tillard et Roger Torrenti.



Dépôt légal : juin 2023 - ISSN 2824-057X
Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

Le fil Twitter associé au MOOC cadrans solaires (@MOOC_CS) permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

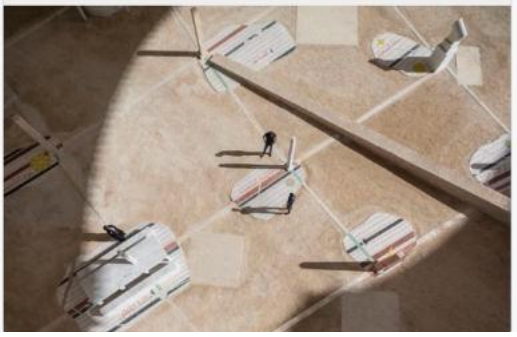
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 4 avr.
C'est un beau cadran solaire et il mérite peut-être d'être éclairé la nuit
Ceci étant, un cadran solaire peut être utilisé au clair de lune ! Voir l'article du n°2 du magazine "Cadrans solaires pour tous" cadrans-solaires.info/wp-content/upl

> **Hervé Naquot** @hcorteggiani · 29 mars
> Cultiver le paradoxe !!! Un cadran solaire de nuit !



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 3 avr.
Une intéressante réalisation, jeu d'ombres et de lumière, de l'architecte Fatima Nickahdar (Arabie saoudite) en référence aux cadrans solaires utilisés dans les mosquées pour indiquer les heures de prière

> **World Architecture** @WACommunity · 24 mars
> Civil Architecture installs a sundial making our sense of time more understandable: worldarchitecture.org/architecture-n.. #saudiarabia #installation



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 29 mars
Malheureusement c'est une coïncidence car les cadrans canoniaux n'ont pas été conçus pour indiquer l'heure solaire...

> **Andrew Ziminski FSA** @natchjourneyman · 19 mars
> I popped an improvised gnomon into this mass dial, the indents are half hour increments. The time on my phone was 1545, Amazing how accurate is still is after a few hundred years of use..



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 22 mars
Nice sundial and nice picture Thanks for sharing

> **Ed Lamon** @ed_lamon · 20 mars
> Sundial on Parnidis Dune, Curonian Spit, in Lithuania



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 9 mars
Une oeuvre éphémère de "land art" de l'artiste @DanielArsham au pied du Cervin (Matterhorn) : un hommage à la course du Soleil fait de neige et de glace (plutôt qu'un "cadran solaire" car l'œuvre n'est pas conçue pour donner l'heure) @chilled_wizard

> **Creapills** @creapills · 8 mars
> L'horloger de luxe Hublot a fait appel au land artist Daniel Arshamn pour sculpter un cadran solaire enneigé de 20 m de large à 2583 mètres d'altitude au cœur des Alpes



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18 févr.
Un beau cadran équatorial (sphère armillaire simplifiée) avec analemme à Oslo. La photo le fait paraître monumental mais il est placé sur un socle et sa hauteur n'est "que" de 1,5 m environ.

> **VisitOSLO** @VisitOSLO · 2 févr.
> In the Vigeland Sculpture Park, keep going past the Monolith to find this sundial and the "Wheel of Life" at the top of the hill #VisitOslo #GustavVigeland



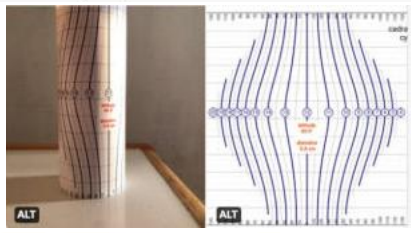
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 8 févr.
Un intéressant dodécaèdre (polyèdre régulier à 12 faces) en grès dont une face sert de table à un cadran solaire a priori à style polaire. Il daterait des années 1500

> **History of Science Museum** @HSMOxford · 3 févr.
> This intriguing stone is a 12-sided sundial. Popular from the 1500s, multi-sided (polyhedral) dials were rarely made in stone, & they're trickier to date. Stone was more usual in outside dials, although this one is portable.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 1 févr.
Très belle réalisation ! Merci pour le partage

> **David ALBERTO** @David_Alb_astro · 31 janv.
> Un cadran solaire cylindrique d'azimut. La limite d'ombre sur le cylindrique indique l'heure solaire.
> À imprimer et coller sur canette longue (5.8cm diamètre).
> Pour télécharger selon votre latitude :
> astrolabe-science.fr/cadran-cylindr...
> avec notice et script #Python.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 30 janv.
Oui il y a relativement peu de cadrans solaires commémoratifs mais tous sont émouvants...

> **Celtic Wizard** @chilled_wizard · 28 janv.
> Je viens de découvrir la triste histoire de ce magnifique Cadran Solaire. Il s'agit du mémorial du crash du Alaska Airlines 261.
> @MOOC_CS



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 19 janv.
À San Francisco, un "monument cadran solaire" dont la longue structure effilée culmine à plus de 20 mètres, conçu par l'artiste Hiroshi Sugimoto, devrait bientôt voir le jour. A priori, il devrait jouer au moins le rôle d'une méridienne.

> **Art + Socialmedia & Technology** @artsocialtech · 14 janv.
> Moving the needle: San Francisco to unveil Hiroshi Sugimoto's towering sundial monument this Maydlvr.it/Sgt8fX #Art #ArtLovers



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 7 mars
Les élèves indiens aussi s'initient à l'astronomie grâce aux cadrans solaires, même si l'explication donnée ("des distances égales pour les heures") manque quelque peu de rigueur... 😇

> **Shivam Sir** @Shivamstalent · 1 mars
> Its our ancient concept of knowing the Time but today's generation has lost it. so on #NationalScienceDay lets pledge to bring all the nature based concepts among our classrooms.
> #Sundial
> #Time is Money



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 1 févr.
Thanks for sharing this interesting and surprising mosaic Dr Hay ! Has it been found in Pompeii ?

> **Dr Sophie Hay** @pompei79 · 23 janv.
> Looking up at the sundial that reads 8pm, & in his haste to 'run to dinner' as the Greek inscription describes, the detail of the man losing his sandal is just glorious. He's interpreted as an uninvited guest & the man behind seems to respond by saying 'ill-timed!' #MosaicMonday



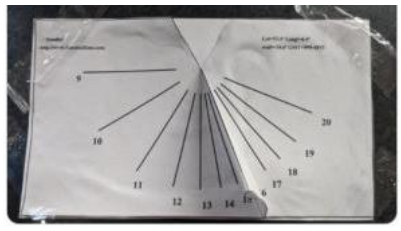
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Un objet au design original, avec pour base un cadran solaire équatorial 😎

> **Massimo** @Rainmaker1973 · 20 avr.
> Undial Sundial is a modern design of an ancient timekeeping device. It has no dial underneath, instead the hours are laser etched into clear acrylic such that the time appears projected within the cast shadow
>
> [source:buff.ly/3LyPx9J]



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Oui, cette application en ligne (sundialzone.com) permet de réaliser rapidement, ou faire réaliser notamment par des enfants, des cadrans horizontaux ou verticaux sur papier cartonné

> **David Curran** @iamreddave · 22h
> Sundial down from the wall. Entirely successful other then the minor issue of telling the correct time



RÉSULTATS DU CONCOURS 2023

Comité éditorial

En mars dernier, nous lancions notre « Concours cadrans solaires 2023 » qui faisait suite à celui lancé en 2022, qui appelait des candidatures relatives au cadran solaire « le plus petit », « le plus écologique », « le plus gourmand », ou « le plus simple ».

Cette année, le concours paraissait a priori plus « facile » puisqu'il s'agissait d'un concours photo. Oui mais… il était précisé que les photos devaient être prises en 2023 et seraient jugées « sur leur originalité et leur qualité esthétique et non sur les qualités ou caractéristiques du cadran solaire apparaissant dans sa totalité ou pas ». Ce qui était beaucoup plus exigeant qu'un concours photo visant par exemple à alimenter une base de données photographiques sur les cadrans solaires.

Nous avons été heureux, malgré cette « exigence », de recevoir de nombreuses candidatures de France et d'autres pays (Allemagne, Belgique, Espagne, Etats-Unis d'Amérique, Japon, Maroc, Portugal, Royaume-Uni) et remercions très chaleureusement toutes celles et ceux ayant participé à ce concours.

Le jury, composé des membres du comité éditorial, n'a pas eu la tâche aisée pour établir un classement, compte tenu du nombre et de la qualité des candidatures… C'est en définitive le classement suivant qui a été retenu à l'unanimité :

1. La photo de Manuel Pizarro (Espagne), intitulée « Cenit », en couverture de ce numéro du magazine et présentée en page 2. Manuel Pizarro manolopizarro@hotmail.com recevra donc, outre nos plus sincères félicitations, le trophée réservé au premier prix du Concours 2023, le cadran solaire *Ariane 3000* conçu par le cadranier Claude Gahon (voir p. 38).
2. La photo de Serge Durand (France), intitulée « Le Monégasque », en quatrième de couverture de ce numéro et présentée en p. 39. Serge Durand sergedurand03@yahoo.fr recevra donc, outre nos plus sincères félicitations, le trophée réservé au second prix du Concours 2023, le cadran solaire *Passe Temps* conçu par le cadranier Claude Gahon (voir p. 38).

Le jury a également tenu à mettre en valeur quatre autres photos reçues :

- Celle d'Evan Boxer-Cook (Etats-Unis d'Amérique) www.thornographer.com, intitulée « Hibernation », prise le 13 janvier 2023 au Bates College de Lewiston dans le Maine (photo 1 ci-contre) et accompagnée du commentaire suivant (extrait) : « *Qu'il soit endormi par manque de soleil ou obscurci par une couche de neige, un cadran inactif réaffirme que le fait de mesurer l'heure est une communication avec la nature* ».
- Celle d'Abd Bendahhou (Maroc), intitulée « L'heure humaine », prise le 13 mai 2023 au Collège Taha Hcine à Boujdour (Maroc), dont un groupe d'étudiants, encadré par Abd Bendahhou, a décidé, à l'issue d'un atelier sur l'astronomie, de former avec leur corps, sur le sol, le style et les nombres romains d'un cadran solaire (photo 2).
- Celle d'Esteban Martinez (Espagne) www.relojandalusi.org, prise le 13 janvier 2023 à l'église de San Juan Bautista de Hinojosa del Duque en Andalousie (photo 3). Intitulée « Horror gargola dixit », elle montre une gargouille semblant s'exclamer « Horreur ! » en apercevant dans le coin inférieur gauche de la photo, un cadran solaire mal conçu (il a le tracé d'un cadran méridional mais est étrangement installé de biais, et en outre placé sur un mur déclinant vers l'Est et équipé d'un gnomon perpendiculaire au mur !).
- Celle de J. Mike Shaw (Royaume-Uni) intitulée « Obscured time » et représentant un héliochronomètre Gunning sous la neige (mais au soleil !) photographié le 10 mars 2023 dans l'un des beaux jardins de Wirral, au nord-ouest de l'Angleterre (photo 4).

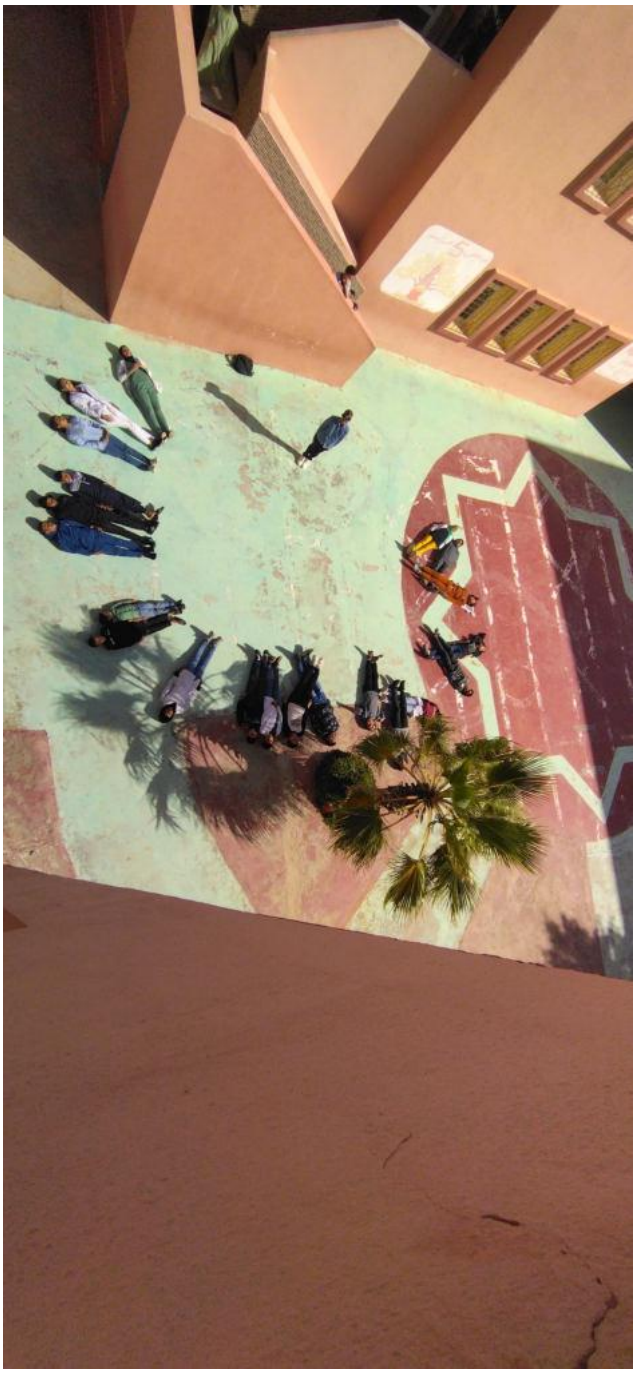
1

2

3

4









ET LES ROMAINS DÉCOUVRIRENT LE CADRAN SOLAIRE…

Michèle Tillard

Rome se passa longtemps de cadrans solaires. Dans cette société essentiellement rurale, on se levait et on se couchait avec le Soleil ; on mangeait un peu le matin, un morceau vers le milieu de la journée quand le besoin s'en faisait sentir, et l'on prenait le repas principal le soir, après le travail, et avant que la lumière soit complètement tombée : il fallait économiser les lampes à huile… L'essentiel n'était pas l'heure, mais le moment adéquat dans l'année pour semer, récolter, préparer les vendanges… et depuis bien longtemps, on savait pour cela se fier à la course des astres. En ville, cependant, la vie citadine imposait ses rythmes, le commerce ou la justice exigeaient des rendez-vous plus précis, tout comme les rites religieux. Quant à la vie militaire, elle aussi voulait que l'on divisât les tours de garde de manière équitable, y compris la nuit : c'est l'origine de la division en quatre « veilles ».

On commença par se repérer, le jour, au mouvement du Soleil, pour distinguer quatre moments : *mane* (le matin), *meridiem* (midi, le moment où le Soleil est au plus haut), *uesper* (le coucher du Soleil) et *nox* (la nuit). Les divisions de la nuit étaient moins nettes : *conticinium* (ou *conticinnum*, *conticium*, *conticuum*) pour le début de la nuit ; *media nox* (minuit), *nox intempesta*, *gallicinium* (le chant du coq, l'aurore). À noter que la première partie de la nuit s'appelait aussi *concubium*, qui désigne aussi… le devoir conjugal ! On se repérait grâce au lever et au coucher des étoiles, en particulier sur l'écliptique (la trajectoire dessinée par la course apparente du Soleil sur la voûte céleste) : les mouvements des planètes avaient été décrits au IIIe siècle av. J.-C. par le Grec Aratos de Soles dans ses *Phénomènes*, un poème didactique qui connut un extraordinaire succès, notamment à Rome : Cicéron, puis Germanicus en donnèrent une traduction latine.

Le jour, on se fiait à des « tables d'ombres » : c'est-à-dire un tableau donnant approximativement la longueur de l'ombre d'un gnomon selon le mois de l'année et l'heure de la journée. Si l'on en croit Pline l'Ancien (Livre VII, 60), l'heure « officielle » était « criée » par un appariteur, dans un lieu particulièrement important dans la ville : le *Comitium*. Avant les travaux engagés par César (forum julien, *Curia Julia*) il se situait « dans un espace actuellement délimité au nord par le *forum iulium*, à l'ouest par l'arc de Septime Sévère et à l'est par la *Curia Iulia*. La limite sud est clairement identifiable grâce à une démarcation linéaire. »[1]. Le faible espace entre la Graecostasis et les Rostres permettait de déterminer exactement l'heure de midi, à la manière d'une méridienne.

Il fallut donc attendre le milieu du IIIe siècle avant J.-C. pour que le premier cadran solaire soit installé à Rome, et que la journée soit officiellement divisée en heures. Ce n'était pourtant pas le plus ancien sur le sol italien : on a en effet retrouvé un exemplaire en Ombrie, portant des inscriptions étrusques et datant du IIIe - IIe siècle avant J.-C., ce qui peut laisser penser que les Étrusques connaissaient cette technique. Cela ne saurait nous surprendre, tant leurs relations étaient étroites avec les Grecs ; or ceux-ci passaient pour avoir utilisé le cadran solaire dès le VIe siècle (av. J.-C.). Commerçants et navigateurs, les Étrusques avaient une vie urbaine très développée, que l'on imagine mal sans un moyen de déterminer l'heure… Par ailleurs, un fragment de la Béotienne de Plaute, qui nous est parvenu grâce à Aulu-Gelle, montre que les cadrans solaires étaient connus à Rome dès le IIIe siècle avant J.-C. :

> *Que les dieux perdent premier qui inventa les heures*
> *et qui le premier installa ici un cadran solaire !*
> *Car il m'a brisé ma journée en mille morceaux, malheureux que je suis.*
> *En effet, depuis mon enfance, mon seul cadran solaire était mon ventre,*
> *de loin le meilleur et le plus vrai de tous ceux-là,*
> *Quand il t'avertissait, tu mangeais, sauf quand il n'y avait rien à manger.*
> *Maintenant, même quand il y a de quoi, on ne mange pas, sauf si cela plaît au Soleil.*
> *Du coup, alors que désormais la ville est remplie de cadrans solaires,*
> *la plupart des gens se traînent, desséchés par la faim.*

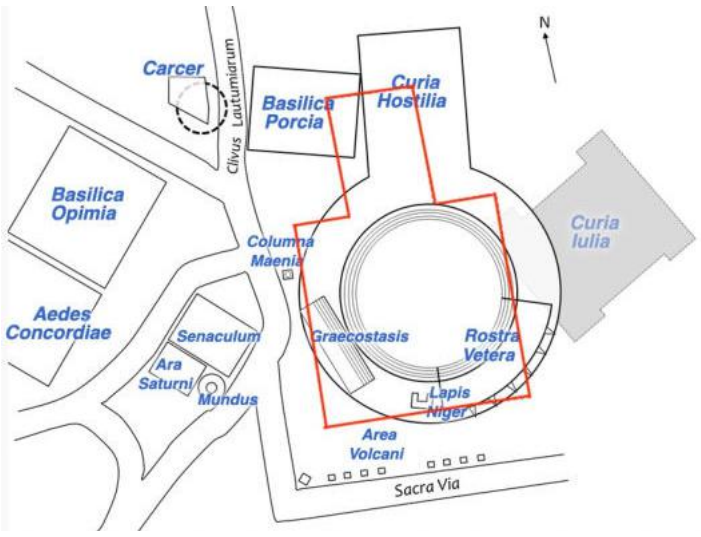
Bien entendu, il faut tenir compte de l'exagération comique ; mais le texte montre à la fois que l'introduction de l'objet était relativement récente, et qu'il tendait à devenir d'usage courant.

Le tout premier cadran solaire public fut donc installé sur le forum, probablement dans le *Comitium*, d'après Pline l'ancien :

> *Le premier qui installa un cadran solaire, onze ans avant la guerre de Pyrrhus, près du temple de Quirinus, fut L. Papirius Cursor, selon le vœu de son père, selon le récit de Fabius Vestalis ; mais il n'indique ni la manière dont ce cadran était disposé, ni l'artisan, ni d'où le cadran avait été apporté, ni dans quel auteur il avait lu ce fait. M. Varron rapporte que le premier cadran établi en public le fut auprès des Rostres, sur une colonne, lors de la première guerre punique, par M. Valerius Messala, consul, après la prise de Catane en Sicile. Il fut donc apporté de là 30 ans après la date assignée au cadran de Papirius, l'an de Rome 490. Mais les lignes qui y étaient tracées ne concordaient pas avec les heures. Cependant on s'en servit quatre-vingt-dix-neuf ans, jusqu'à ce que L. Martius Philippus, qui fut censeur avec L. Paulus, en fit poser près de l'autre un mieux approprié ; et parmi les actes de sa censure ce fut un des mieux reçus.*

L'on voit qu'il y a un doute sur la datation du premier cadran solaire de Rome : 291 avant J.-C., soit « onze ans avant la guerre de Pyrrhus », ou 263 avant J.-C., après la prise de Catane par les Romains, une trentaine d'années après ? Quoi qu'il en soit, l'objet est rapporté comme un trophée après une victoire militaire, et placé dans un endroit stratégique de la cité romaine, au cœur même de la vie politique : les rostres, qui servirent de tribune, se trouvaient sur le Comitium. Ensuite, ce cadran… était faux ! L'anecdote est célèbre, mais doit être relativisée. En effet, comme le Comitium avait été auparavant utilisé comme méridienne, et que l'objet était placé sur une colonne près des Rostres, donc sur un axe Nord-Sud, on peut penser qu'il indiquait exactement midi. Cependant, du fait de son déplacement de Catane à Rome, il n'était sans doute plus adapté ; mais l'erreur n'était probablement pas si gênante… Il suffisait, en effet, que l'ensemble de la communauté s'accorde sur l'heure indiquée par le cadran. Enfin, un cadran « juste », c'est-à-dire adapté à la latitude de Rome, fut installé en 154 av. J-C…

Les premiers cadrans solaires furent donc publics, et attachés au nom d'un prestigieux donateur, qui travaillait ainsi à asseoir sa propre gloire. Ce fut le début d'un long mouvement, aussi bien à Rome que dans les provinces : le cadran solaire était un objet de prestige, visible de tous et utile à tous, et surtout plus pérenne que, par exemple, des jeux.



Plan du Comitium républicain (avant César)

En rouge le tracé du Comitium archaïque

[1] *Jérôme Bonnin, La Mesure du temps dans l'Antiquité, éditions Les Belles Lettres, Paris, 2015, p. 66.*

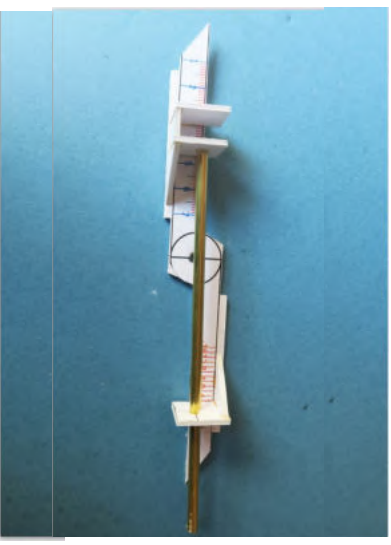
Michèle Tillard michele.tillard@gmail.com, ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de plusieurs ouvrages et de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (voir https://philo-lettres.fr/).

CONSTRUCTION D'UN ASTROLABE PLANISPHÉRIQUE

Pierre-Louis Cambefort



Astrolabe perse du début du XVIII^e siècle



L'alidade réalisée

Comment construire un astrolabe, instrument d'apparence très complexe qui n'est pas un cadran solaire au sens propre, ou plutôt qui est plus qu'un cadran solaire ? Le document téléchargeable depuis le lien https://bit.ly/3MmPi4Z vous dévoile les secrets de la théorie de l'astrolabe et de ceux de sa construction et de son utilisation ! Le présent article en constitue un condensé qui vous donnera envie, nous l'espérons, d'en savoir plus sur cet instrument et pourquoi pas d'en construire un !

Un astrolabe est un instrument :

- de mesure, car il permet de déterminer la hauteur d'un astre (une étoile la nuit, le Soleil le jour). Attention ne jamais regarder le Soleil de face mais utiliser par exemple son ombre grâce à un tube : tenant l'instrument vertical dans le plan de l'astre et utilisant le pourtour du dos, gradué en degrés de hauteur, et l'alidade, qui est équipé de 2 pinnules de visée.
- de calcul astronomique : principalement, heures solaires en fonction de la date et de la hauteur de l'astre, en utilisant la face avant de l'instrument. Principe : une araignée portant l'écliptique graduée en longitudes à partir du point vernal, sur laquelle est positionné le Soleil pour la date considérée (point solaire), mobile autour du centre du tympan sur lequel sont représentés l'horizon, les cercles de hauteur nommés « almicantarats », les cercles d'azimut, les tropiques et l'équateur. En positionnant le point solaire sur le cercle de hauteur correspondant, l'heure solaire est lue sur le limbe en périphérie.

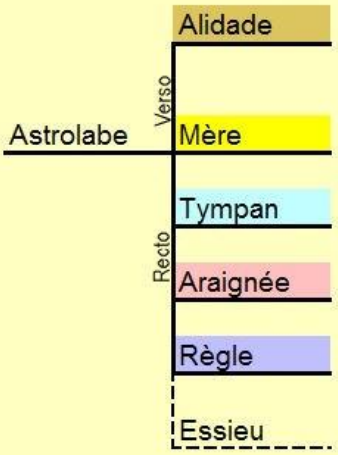
L'astrolabe décrit ici, est un astrolabe « moderne », donnant :

- La valeur de l'équation du temps en fonction de la date, permettant ainsi, si nous connaissons la longitude du lieu d'observation, de transformer l'heure solaire en heure légale.
- Les indications des longitudes écliptiques du Soleil entrant dans chacune des constellations zodiacales (13) en lieu et place des signes zodiacaux (12).

Éléments constitutifs d'un astrolabe





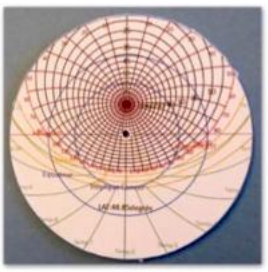


C'est un astrolabe planisphérique, obtenu par projection stéréographique de la sphère céleste sur le plan de l'équateur céleste, à partir du pôle Sud (pour utilisation dans l'hémisphère Nord). Son tracé dépend de la latitude du lieu d'observation, un astrolabe n'étant donc utilisable que pour une latitude donnée.

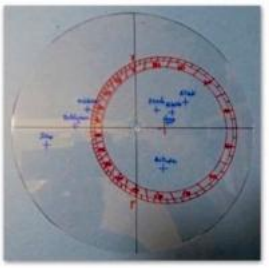
L'astrolabe qui est présenté a été conçu à partir du logiciel VBA Excel ; ses différentes parties ont été réalisées en les mettant toutes à la même échelle à partir des calculs effectués et ont été imprimées via une imprimante standard n'acceptant que des formats A4. Ceci a donc limité la taille du diamètre extérieur maximum de l'astrolabe à 19 centimètres. Les détails précis de construction et un mode d'emploi détaillé sont donnés dans le document cité en introduction. C'est un instrument complexe mais dont la construction et l'utilisation sont passionnantes !



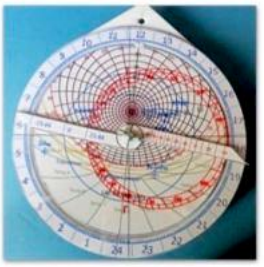
Mère



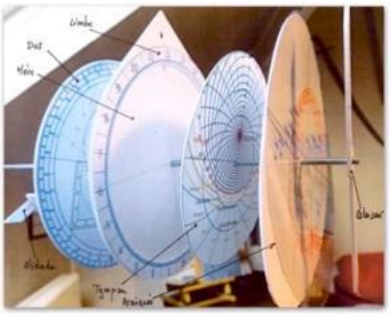
Tympan



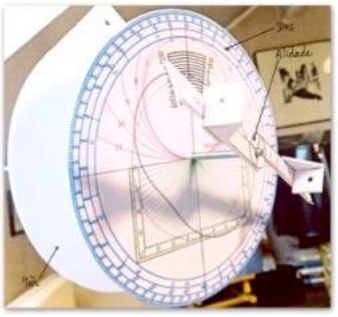
Araignée



Face avant réalisée



Face avant



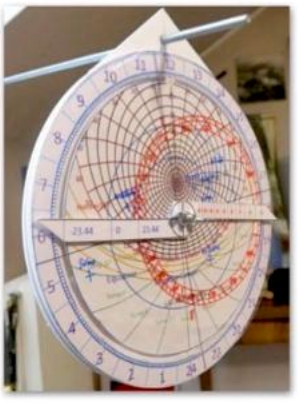
Dos



Calendriers



Mesure hauteurs



Calculs

Calendriers : de manière à éviter d'avoir la partie du dos à l'intérieur du limbe trop faible pour la quantité d'informations qu'elle doit contenir, nous avons séparé la détermination de la longitude écliptique du Soleil en fonction de la date (nécessaire à l'utilisation de l'araignée) du dos de sa partie inférieure, créant ainsi un 2° astrolabe, annexe du principal, pour calculer cette longitude.

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr est ingénieur, artiste et gnomoniste.

UN PROJET NOMMÉ PY 3.14

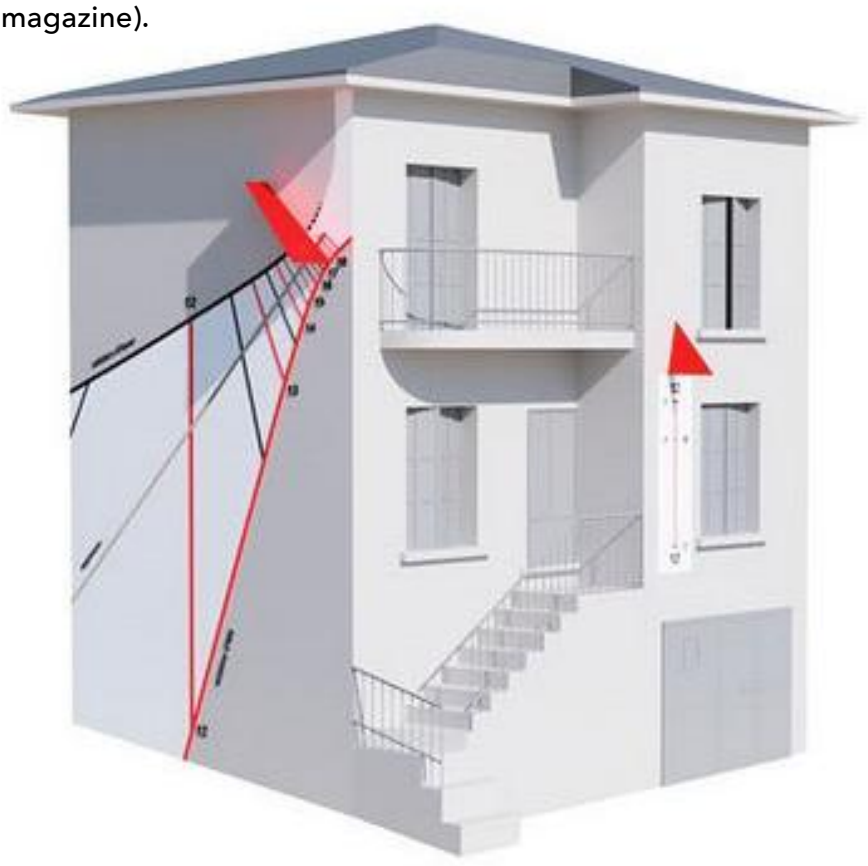
Marc-André 2 Figueres

Le 24 juin prochain sera inauguré à Py (Pi de Conflent en catalan), petit village des Pyrénées-Orientales, ma dernière réalisation de « cadran solaire monumental », un projet labellisé par l'UNESCO dans le cadre de la « Journée internationale de la lumière 2023 ». Le programme de la journée peut être téléchargé ici https://bit.ly/3MyJ4zu.

Py est le village où j'ai, enfant, passé toutes mes vacances, dans ce pays catalan qui m'est si cher, et j'ai été logiquement très heureux lorsque j'ai appris qu'un projet de restauration d'une méridienne était à l'étude avec le soutien précieux des villageois et du conseil municipal.

> *« C'est l'Association Culturelle Catalane de PY qui a émis l'idée il y a plusieurs années de restaurer un ancien cadran solaire qui se trouvait autrefois sur la façade de la maison Bardi. La conception de ce cadran est passée par de nombreuses phases. Sera-t-il comme tous les autres : classique, en pierre, en Dibond, en poterie ? Mais un jour l'artiste MA2F, qui comme tout artiste est un passionné, nous en a offert une version très différente. Ce charmant village, qui a su rester traditionnel, se retrouve donc avec le contraste très saisissant d'une sculpture artistique, non seulement contemporaine mais même un peu futuriste. Ce cadran est important pour notre petit village - 90 habitants à l'année ! - perdu dans la montagne à 1000 m d'altitude et le label UNESCO nous donnera une visibilité 'mondiale' avec un passage de touristes et connaisseurs qui profitera aux quelques commerces et éleveurs du village. »*
>
> *Francoise Elliot, Maire de Py*
> *Avril 2023*

D'un coût total de 45 000 euros, le projet a été financé à 80% par des subventions de la Fondation du patrimoine, de la région Occitanie et du Département des Pyrénées-Orientales et à 20% grâce à des dons privés (dont, outre Groupama, ceux des villageois). Il a bénéficié du soutien précieux de Monsieur Didier Benoît, gnomoniste et rénovateur réputé de cadrans solaires (et auteur de l'article *La restauration de cadrans solaires* dans le n°2 de ce magazine).



Cette réalisation, à laquelle j'ai donné le nom de PY 3.14, se compose d'une méridienne sur sa façade Sud, d'un cadran sur sa façade Ouest (en fait légèrement orientée Sud), l'ensemble des façades ayant été repeintes d'un « blanc immaculé ». Dans cette vidéo https://bit.ly/3mlY8G3, on peut suivre, tout au long d'une journée, le magnifique jeu d'ombres et de lumière provenant de l'évolution de l'éclairement du bâtiment, du cadran déclinant et de la méridienne.

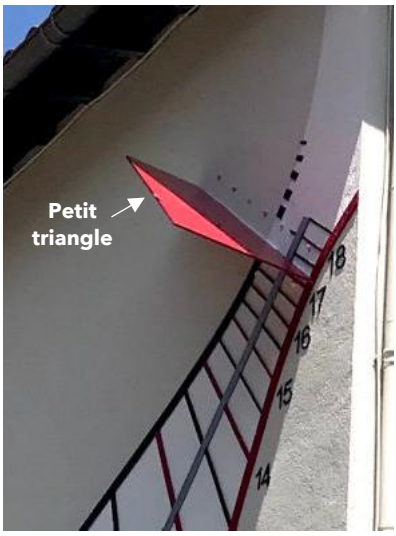


Photo 1
Style du cadran déclinant

Le cadran déclinant, de 8,6 m de haut et 4,5 m de large, est un cadran à style « polaire et ponctuel », de forme trapézoïdale. Il indique l'heure solaire par l'ombre de son arête extérieure et par celle d'un petit triangle au centre de cette arête (photo 1) qui permet en outre de suivre sur la façade la course hyperbolique de l'ombre de la pointe du triangle au cours d'une journée, entre les deux hyperboles extrêmes des solstices, colorées en rouge et noir (la droite des équinoxes étant également tracée).

La méridienne (photo 2), dotée d'un style plein triangulaire indique midi solaire grâce à l'ombre de son arête supérieure, parallèle à l'axe de rotation terrestre (et à celle de la pointe du triangle). La ligne de midi est délimitée par 2 traits horizontaux, correspondant à la position de l'ombre de la pointe du triangle aux solstices, un troisième trait indiquant la position de l'ombre aux équinoxes.

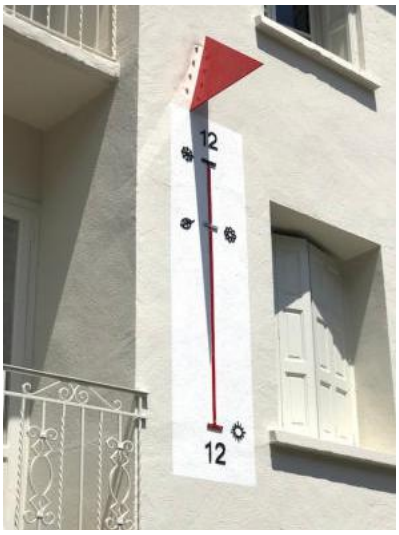


Photo 2
Méridienne de la façade Sud

	JANVIER	MAI	SEPTEMBRE
5	56 min	47 min	49 min
10	58 min	47 min	47 min
15	60 min	47 min	45 min
20	1h 01 min	47 min	44 min
25	1h 02 min	47 min	42 min
30	1h 04 min	48 min	40 min
	FEVRIER	JUIN	OCTOBRE
5	1h 05 min	49 min	39 min
10	1h 04 min	50 min	37 min
15	1h 04 min	51 min	36 min
20	1h 04 min	52 min	35 min
25	1h 03 min	53 min	34 min
30		54 min	34 min
	MARS	JUILLET	NOVEMBRE
5	1h 02 min	55 min	34 min
10	60 min	56 min	34 min
15	59 min	56 min	35 min
20	58 min	57 min	36 min
25	56 min	57 min	37 min
30	55 mon	57 min	39 min
	AVRIL	AOUT	DECEMBRE
5	53 min	56 min	41 min
10	51 min	56 min	43 min
15	50 min	55 min	45 min
20	49 min	54 min	48 min
25	48 min	52 min	50 min
30	47 min	51 min	53 min

Le tableau ci-contre a enfin été préparé pour permettre à l'observateur lisant l'heure solaire d'en déduire l'heure légale par l'ajout d'une seule valeur intégrant la correction de longitude (celle de PY est d'environ 2° 21' E) et l'équation du temps. En période « heure d'été », il convient bien entendu d'ajouter 1 h !

Un « point expérientiel » complète la réalisation : il s'agit d'un cercle en marbre blanc de Py, incrusté dans le sol près du bâtiment (photo 3), dont le diamètre est égal à 20 fois le nombre Pi, soit 62,8 cm environ. Le spectateur se plaçant au centre utilise simultanément ses sens pour lire le temps en 5 expériences : les cloches, l'horloge de l'église, le cadran Ouest, le cadran Sud et, en se retournant, vers le Nord, le « Roc de Campanassos » qui servait de repère du midi aux anciens du village.



Photo 3
Avec l'évêque de Perpignan près du « point expérientiel »

Marc-André 2 Figuières (ma2f@ma2f.com) est un artiste plasticien, docteur en Art et sciences de l'art de l'Université de Paris 1 - Sorbonne, qui s'est spécialisé depuis le début des années 2010 dans la réalisation de cadrans solaires monumentaux. Il est présenté dans la rubrique « Parole à un cadranier » de ce numéro du magazine, en page 31.

LES CADRANS SOLAIRES D'AUTRICHE

Kurt Descovitch (GSA)

On compte près de 4 000 cadrans solaires assez régulièrement répartis sur le territoire autrichien, comme l'illustre la figure 1. Cette carte est en fait une synthèse du travail d'inventaire du GSA – le Groupe autrichien des cadrans solaires - qui, depuis sa création, s'est donné notamment pour mission de développer un catalogue le plus exhaustif possible des cadrans solaires autrichiens. Ce catalogue, produit à l'origine en format papier est, depuis 2006, accessible en ligne (https://gnomonica.at/GSA/GSA.php) ce qui permet en particulier à chacun de repérer facilement les cadrans solaires à ne pas manquer lors de son séjour dans une ville ou village (les informations détaillées sur chaque cadran solaire répertorié étant cependant réservées aux membres du GSA).

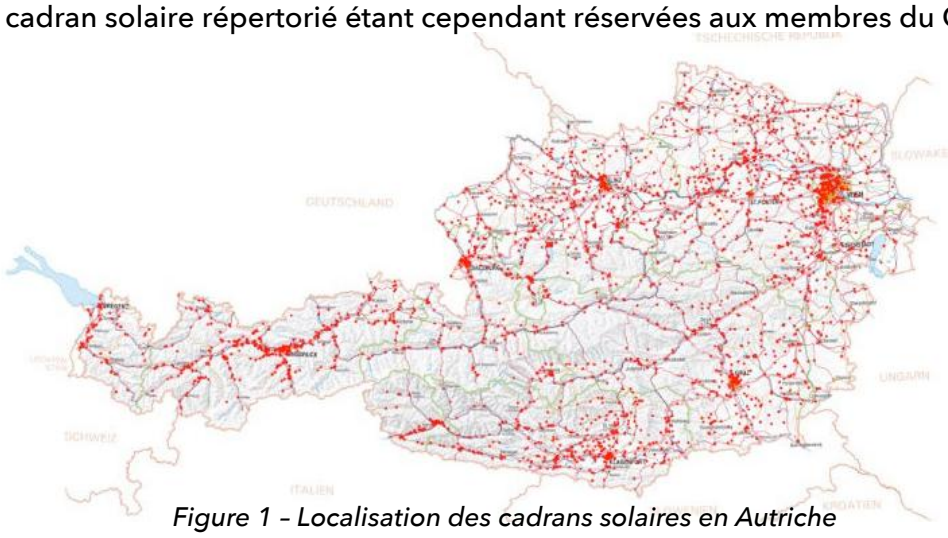


Figure 1 – Localisation des cadrans solaires en Autriche

L'analyse des cadrans répertoriés révèle en fait une large variété de cadrans, tant sur l'aspect esthétique ou historique que gnomonique dont on ne peut donner ici qu'un petit aperçu. Il y a bien entendu de nombreux cadrans solaires, anciens ou récents, donnant l'heure vraie locale (Fig. 2 et 3) ou l'heure légale (Fig. 4) et même des héliochronomètres permettant d'obtenir une précision de lecture de l'ordre de 10 s (Fig. 5). Mais l'on trouve aussi de nombreux cadrans solaires (assez courants en Autriche jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle) dont la devise, en latin le plus souvent, est un chronogramme, c'est-à-dire une devise qui a son sens propre mais qui fournit également une date (celle de l'événement évoqué par la devise) lorsque l'on ajoute les chiffres romains mis en majuscule dans la phrase (voir exemples Fig. 6 et Fig. 7).



Couverture de Sonne+Zeit (décembre 2022)

Le GSA (Gnomonicae Societas Austriaca, https://gnomonica.at/), Groupe autrichien des cadrans solaires, s'est formé en 1990, à l'initiative de Karl Schwarzinger, comme sous-groupe de l'Association astronomique autrichienne et s'est donné pour mission de stimuler dans chacun le simple regard vers le ciel, de développer une connaissance des principes de l'astronomie et de la course apparente du Soleil, donc de comprendre les « secrets » qui régissent la chronométrie des cadrans solaires. Et notamment chez les enfants : commençant à les intéresser par de simples cadrans à découper (Fig. 8), continuant, au fur et à mesure de leur développement intellectuel, avec des aspects théoriques et des technologies.

GSA compte aujourd'hui 117 membres, provenant de diverses spécialités et engagés dans un large spectre d'activités (outre l'inventaire évoqué ci-dessus) :

- Promouvoir le domaine, notamment via la publication semestrielle Sonne+Zeit (*Soleil+Temps*).
- Continuer à explorer l'histoire des cadrans solaires.
- Apporter une assistance à ceux souhaitant construire ou rénover un cadran solaire (Fig. 9).
- Développer des travaux sur la gnomonique (bibliographie, articles).

GNOMONICAE SOCIETAS AUSTRIACA

Anno MXM condita

Logo du GSA



Fig. 2 : Cadran solaire à Sirnitz (Carinthie)



Fig. 3 : Cadran solaire à Ilz (Salzburg)

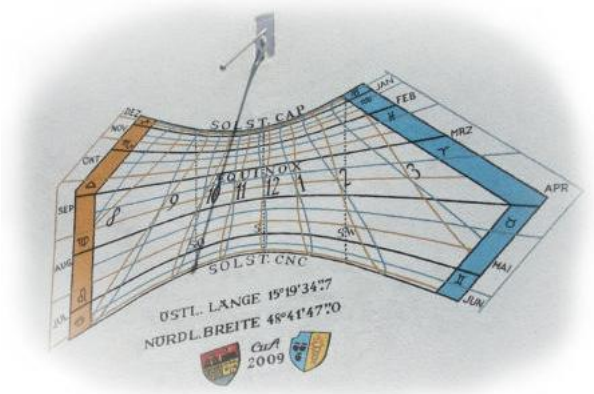


Fig. 4 : Cadran solaire à Allentsteig (Basse Autriche)



Fig. 5 : Héliochronomètre à Bad Ischl (Haute Autriche)



Fig. 6 : Cadran solaire à Tamsweg (Salzburg)
Sa devise IstIs jVstIs CIVIbVs DeVs IaCobVM serVaVIt indique l'année 1737, où seule l'église résista à un incendie, puisque
I+I+V+I+C+I+V+I+D+V+I+C+V+M+V+V+I = 1737



Fig. 8 : un groupe d'enfants pose joyeusement devant les cadrans qu'ils ont confectionnés

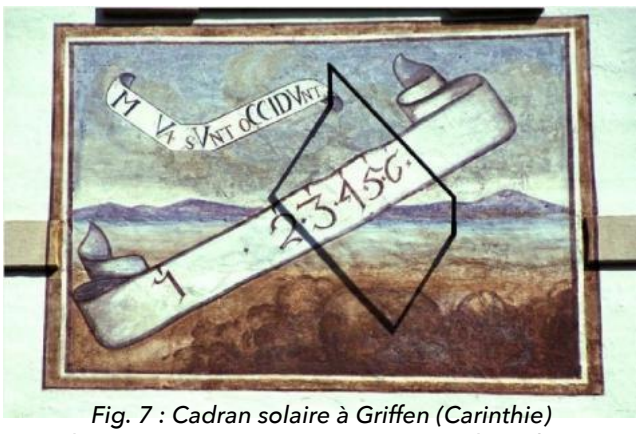


Fig. 7 : Cadran solaire à Griffen (Carinthie)
Sa devise oMnIa qVae sVnt oCCIDVnt indique l'année 1717 puisque
M+I+V+V+C+C+I+D+V = 1717



Fig. 9 : restauration d'un cadran solaire de 1546 à Allentsteig, Basse Autriche (remplacement du gnomon disparu)

GNOMONIQUE ET PRÉCISION

Yves Opizzo

Un cadran solaire peut-il atteindre une précision de l'ordre de la seconde ? La réponse est clairement oui, et pour plusieurs raisons. Tout d'abord, comme un cadran solaire est en fait une représentation de la Terre dans l'espace, sous quelque forme que ce soit – donc des milliers de variantes et variations – il est possible d'affirmer que la précision théorique d'un cadran solaire est absolue.

Ce point, hélas !, se voit infirmé par les nouvelles mesures prises internationalement, qui font que les variations naturelles de la durée du jour, en plus ou en moins, ne seront plus prises en compte officiellement, pour ne plus perturber les satellites artificiels. Cela peut paraître anodin, voire sans aucun fondement, mais aller à l'encontre de la Nature ne peut guère être productif à long terme. La revue « L'Astronomie » (Société astronomique de France) de février 2023 parle du problème, sous la plume de Denis Savoie.



Méridienne du Près-la-Rose



L'Apolyciel

En second lieu, la seconde est largement atteinte dans de nombreux cadrans solaires « hors normes », comme la fantastique méridienne du docteur Becker à Montbéliard (parc du Près-la-Rose), qui toutefois ne donne l'heure que sur une plage de temps restreinte. Le mot méridienne fait d'ailleurs sur-le-champ penser aux fameuses « méridiennes de passage », qui étaient jusque dans les années 1950 le moyen le plus précis pour contrôler les « garde-temps ».

Un tel objet (en fait une lunette astronomique) doté d'une lentille de 30 cm de diamètre, ou davantage, parfaitement aligné sur le méridien local – d'où le nom – est en mesure de déterminer le passage d'une étoile au méridien au centième de seconde près, voire mieux encore. Pour cela il faut un système optique spécial automatisé, car l'œil humain est bien incapable d'une telle performance.

Un cadran complet devrait toutefois donner l'heure tout au long de la journée, ou au moins quelques heures. Mon cadran de Balingen en Allemagne, dénommé Apolyciel, utilise une petite lentille, qui renvoie l'image du Soleil (sans aucun échauffement externe) sur un écran spécial. Le Soleil dans le ciel se déplace de son diamètre en environ deux minutes. Son diamètre apparent est de 32′ (signe ′ pour minute d'arc et ″ pour seconde d'arc) en moyenne, or 1° = 4 minutes (ou 360° = 24 heures). Il s'ensuit que 1 min = 15′ et 1 sec = 15″.

L'image du Soleil sur l'écran en question mesure un peu plus de 20 mm de diamètre. Cette image se déplace donc de 1 mm en 5 secondes environ. Il est facile de contrôler le bord du disque solaire à la seconde près, dès que le Soleil illumine la lentille, donc du lever au coucher, hors gros nuages évidemment.

Mais est-il possible d'aller au-delà sans lentille ?

La question est intéressante, parce que travailler avec une lentille impose des précautions sérieuses. N'oublions JAMAIS que la température théorique obtenue au point focal est celle du Soleil, soit plus de 5 000° C ! LE MOINDRE PROBLÈME PEUT COÛTER UN ŒIL, VOIRE LES DEUX, ET CE N'EST PAS DU TOUT UN JEU.

Et bien oui, cela reste atteignable pour les fanatiques du travail délicat.

Examinons un peu plus le principe de base. Le Soleil nous envoie une lumière immense qui passe par les interstices les plus fins. Nous venons de voir qu'une seconde d'heure (sec) est équivalente à un angle de 15''. La formule tan α = a / b peut déjà paraître rébarbative, mais elle est simple et permet de calculer notre équipement nécessaire. L'angle α doit être de 15'' (ou moins encore), soit 0,004166° et tan α = 0,00007272. C'est un angle déjà très petit, puisque si le « viseur solaire » qu'il nous faut construire, une sorte d'instrument d'astronomie sans miroir ni lentille, mesure 1 000 mm de long (la longueur b de la formule), alors la longueur a doit être de 0,072 mm (ou encore 7 mm pour b = 100 m). Il faut encore diviser par deux, car le Soleil n'est pas un point dans le ciel, et la fente entre les deux feuilles de métal doit être de l'ordre de 0,035 mm, ou environ 0,05 mm si le viseur solaire mesure environ 150 cm.

Ce n'est pas à la portée d'un travailleur manuel occasionnel, mais avec de bonnes barres d'aluminium ou mieux de laiton (qui noircira de lui-même, ce qui évitera les réflexions à l'intérieur du système), cela reste accessible, avec beaucoup de doigté et de finesse. Pour atteindre cette mini ouverture, j'ai employé cinq ou six « cales » de 0,05 mm utilisées en mécanique, par exemple pour régler les bougies de moteurs à explosion.

Et le miracle se produit ! Mon prototype, baptisé Mariposa, est fonctionnel et ne demande qu'à être encore un rien amélioré, pour obtenir un véritable chronomètre solaire ! Cela donnera peut-être lieu à un autre article, tellement c'est passionnant, et complexe, il faut le dire.

La ligne ci-dessus est en fait double ! Elle donne un angle de 15'', invisible à cette échelle. Mais vous pouvez relever le défi. Il vous faudra beaucoup de patience, de persévérance et de calme, pour réaliser ceci, ou mieux encore…



Le cadran Mariposa, en hommage à Hans-Jürgen Müller, Ténériffe

Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires. En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires. Il est également l'auteur de nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : http://opizzo.de/

DEUX CADRANS SOLAIRES CLASSIQUES, MAIS ORIGINAUX

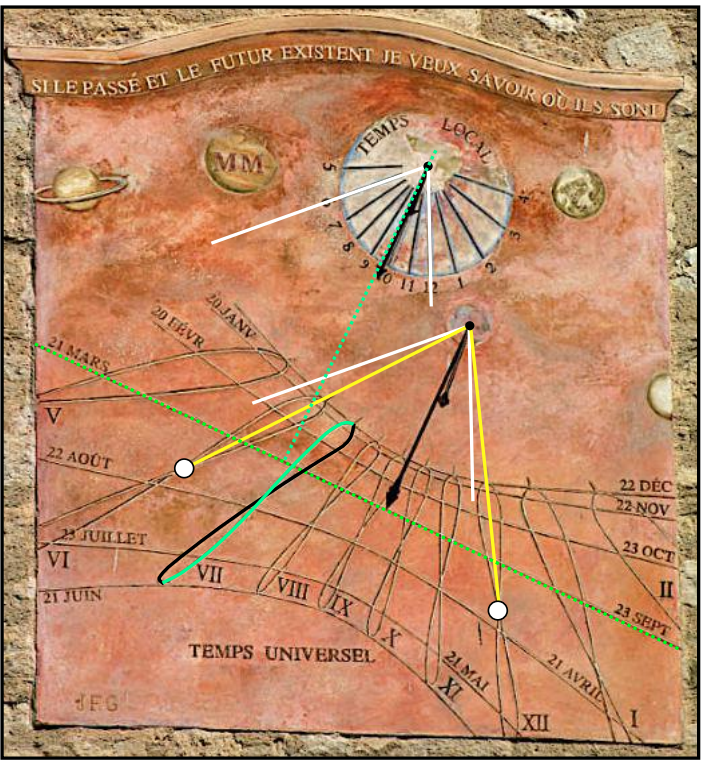
John Gueulette

LE DOUBLE CADRAN DE L'ÉGLISE SAINT-PIERRE DE SAINT-MICHEL-L'OBSERVATOIRE (FRANCE)

Saint-Michel-l'Observatoire est une petite commune de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur (43,91° N, 5,72° E), lieu de l'Observatoire de Haute-Provence ainsi que de son « Centre Astro », axé sur la diffusion de la culture scientifique. Astronomie oblige ! la commune possède de nombreux cadrans solaires, dont l'un particulièrement intéressant apposé sur le mur méridional de l'église Saint-Pierre, également dite « Église basse », au centre de la cité.

Ainsi que le montre la photo ci-dessous, il s'agit d'un cadran « double ». Le cadran supérieur est un cadran vertical déclinant classique « du matin », montrant l'heure solaire locale (c'est-à-dire l'heure solaire vraie), ce dont témoigne la verticalité de la ligne de midi (trait vertical blanc). Le cadran inférieur est le même cadran déclinant, mais dessiné à plus grande échelle, vraisemblablement pour permettre le tracé des lignes de déclinaison (équinoxes et solstices) ainsi que celui des courbes « en huit » (ou « analemmes ») indiquant les heures solaires moyennes. Nous référant aux points (blancs) où les analemmes s'entrecroisent, et où l'équation du temps est proche de zéro, on pourrait s'attendre à ce que les lignes (jaunes) reliant ces points au point d'ancrage du gnomon soient parallèles à leur homologues (blanches) du cadran supérieur, qui montrent les mêmes heures (6 h et 12 h).

Il n'en est rien : on voit que les lignes blanches et jaunes montrent un écart systématique d'environ 25 minutes ! Celui-ci est à attribuer au fait que le cadran inférieur, qui montre l'heure universelle (UT), c'est-à-dire l'heure solaire moyenne au fuseau horaire UTC+0, prend en compte la différence de longitude entre Greenwich et Saint-Michel-l'Observatoire, soit 22,9 minutes (5,72° x 4 min). Cette valeur correspond de manière satisfaisante à l'écart de 25 minutes que l'on peut évaluer à partir de la photo.



Double cadran solaire vertical de l'église Saint-Pierre. Les traits blancs, jaunes et verts sont des ajouts explicatifs dessinés par l'auteur (voir texte).

Quant à la déclinaison du cadran, celle-ci peut être estimée par application de la formule Déclinaison = arcsin [tan β / tan colatitude] (voir le manuel « Gnomonique » de l'auteur, présenté page 33), où β, soit 26,6°, est l'angle formé par la ligne de midi du cadran supérieur et la perpendiculaire à l'équinoxiale du cadran inférieur (voir les lignes blanches verticales et les lignes pointillées vertes). On obtient 28,8°, valeur de déclinaison très semblable à celle que l'on trouve en déterminant l'orientation de l'église sur Google Earth.

Par ailleurs, attirons l'attention sur le fait que la lecture des heures universelles du cadran inférieur est assez incertaine en ce sens qu'elle nécessite de savoir quel côté de l'analemme correspond au jour de l'observation. Comme le montre l'illustration ci-contre, on pourrait partiellement pallier cet inconvénient en traçant en noir sa partie montante, de juin à décembre, et en vert sa partie descendante, de décembre à juin.

LE CADRAN VERTICAL DE NAPIER (AFRIQUE DU SUD)

Napier (34,47° S, 19,90° E) est une petite commune d'Afrique du Sud à l'atmosphère rurale, faisant partie de Cape Agulhas (cap des Aiguilles), dans la province de Western-Cape (Cap-Occidental). Les dépliants touristiques annoncent qu'elle abrite « le plus grand cadran solaire - et le seul cadran vertical - d'Afrique du Sud ».

Ce cadran solaire (photo ci-dessous) fut construit en 1965 par Danie Dutoit († 1974), un fermier de la région qui se passionna pour la gnomonique. On rapporte que pour procéder au tracé des lignes horaires, l'auteur du cadran pointa l'ombre du gnomon jour après jour pendant 18 mois. On précise même que les pointages furent réalisés de 2 minutes en 2 minutes, permettant de lire l'heure avec une précision de 30 secondes !

Le cadran est un cadran vertical « plein nord » (nous sommes dans l'hémisphère sud !). Tracé pour donner l'heure solaire du fuseau UTC+2, il est corrigé pour la différence de longitude entre Napier et celle du fuseau concerné (30° E). Comme on peut le voir sur la photo ci-dessous, quand il est 12 h solaire à Napier (ligne horaire verticale rouge) le cadran indique environ 12 h 40 min, ce qui correspond bien à l'avancée théorique de 40 min 24 s ([30° - 19.9°] x 4). On obtiendra dès lors facilement l'heure légale de Napier par simple ajout de la valeur de l'équation du temps au jour de l'observation.

Le cadran est original, en ce sens qu'il ne présente pas de lignes horaires au sens habituel du terme. Les heures doivent être lues sur le limbe gradué portant les chiffres d'heures, ce qui explique la longueur du gnomon dont l'ombre doit atteindre le limbe même au solstice d'hiver (le 21 juin) lorsque le Soleil de midi est le plus bas dans le ciel.

Quel est alors le rôle des secteurs circulaires jaunes / rouges rayonnant autour du point d'attache du gnomon ? Sont-ce de purs éléments de décoration, ou des sortes d'intervalles de confiance correspondant aux différentes valeurs de l'équation du temps (dont il fallut tenir compte pour tracer le limbe) ? Mystère ! De plus, pourquoi l'auteur du cadran, pointant les ombres du gnomon « toutes les 2 minutes pendant 18 mois », n'a-t-il pas profité de sa patience et de son assiduité pour dessiner les lignes de déclinaison ?

Quoi qu'il en soit, j'ai pu contrôler par moi-même l'exactitude du cadran. C'était le mercredi 8 mars 2023, le cadran indiquait 14 h 15 alors que mon téléphone portable indiquait 14 h 26, soit une différence de 11 min. Rentré à Cape Town (Le Cap), je me précipitai sur mes livres pour connaître la valeur de l'équation du temps du jour : + 10 min 58 s ! Nous ne pouvons donc que saluer l'œuvre de Danie Dutoit et souhaitons à ce cadran solaire la visite de nombreux curieux, certains d'entre eux se découvrant peut-être une vocation et devenant les gnomonistes sud-africains de demain !



Le cadran est tracé sur un mur spécialement construit pour l'occasion. Le gnomon, dans le plan méridien, est polaire, donc incliné sur le plan horizontal d'un angle égal à la latitude de Napier.

Disposé à « hauteur d'homme », au contraire de tous les cadrans verticaux classiques, il permet une très bonne visibilité des graduations du limbe.

John Gueulette john.gueulette@gmail.com est un gnomoniste belge présenté en page 30 de ce magazine.

MINI-TOUR D'EUROPE (1/2)

Alix Loiseleur des Longchamps

Étrange, tout de même, cette attirance pour les cadrans solaires… Et vous auriez raison de le penser : je ne suis ni scientifique, ni spécialiste du sujet. C'est suite à mes posts de photos de cadrans sur les réseaux sociaux (et notamment sur mon fil Twitter @AlixLoiseleurdl) que l'équipe de *Cadrans solaires pour tous* m'a contactée, m'invitant à faire partie du comité éditorial du magazine.

La marche est le meilleur prétexte qui soit pour partir à la recherche – et à la découverte ! – d'un beau spécimen. Mais ne le sont-ils pas tous ? Au soleil ou à l'ombre, de jour comme de nuit, la même magie opère : l'objet en lui-même, son implantation, son intégration à l'architecture qui l'accueille, son orientation, la présence ou non du Soleil au moment où je me poste devant lui, ses dimensions, sa simplicité apparente alors qu'il est le fruit de savants calculs… Un bel objet, vraiment, une curiosité mathématique, utile et décorative, ou purement décorative. Un objet singulier sur lequel, parfois, l'heure n'est visible que le matin, ou bien l'après-midi, ou encore toute la journée. Un artefact qui éprouve ses limites lorsque le soleil n'est pas au rendez-vous… Sans oublier les méridiennes, verticales ou horizontales, qui n'indiquent l'heure qu'à midi juste.

A cet égard, Paris est un gisement merveilleux pour la conservation des cadrans solaires. On en dénombre près de 300, certains encore lisibles et fonctionnels, d'autres simplement décoratifs. Les régions de France ne sont pas en reste, que ce soit en ville ou chez des particuliers, du Morbihan aux Alpes, de l'Alsace aux Pyrénées… Et même, plus loin de nous, en Europe, même très au Nord, là où pense-t-on, bien à tort, que la lumière solaire serait trop faible pour que les cadrans y trouvent leur place. Je vous propose d'embarquer pour mon mini-tour d'Europe à l'heure des cadrans solaires en commençant par les cadrans parisiens. Dans le numéro suivant du magazine, je vous emmènerai dans les régions françaises et dans les pays voisins. Rien que des « coups de cœur » : n'y cherchez pas des détails trop précis ou trop techniques, vous seriez déçus. Laissez-vous porter par la grâce que dégagent ces objets magnifiques et variés, avec ou sans Soleil. Simplement « prendre le temps » en levant la tête, en se posant quelques instants, d'apprécier l'objet, son emplacement, la lumière qui le sublime.

- Commençons donc notre mini-tour parisien par le jardin des Plantes, peu après une des entrées sur le mur de l'ancienne maison de Cuvier, un cadran déclinant de l'après-midi mais ayant perdu son style (photo 1 prise le 4 mars 2019 à 16 h 34).
- On descend vers l'église Saint-Sulpice, où se trouve toujours un grand méridien central, autre moyen de vérifier l'heure à midi (photo 2 - 6 février 2023 - 13 h 44).
- On passe la Seine pour aller admirer un des plus anciens cadrans sur le transept sud de l'église Saint-Eustache, toujours aussi impressionnant à plus de 30 mètres de hauteur. En portant le regard un peu plus bas sur la gauche se trouve une méridienne qui complète cette lecture du temps (photos 3 et 4 - 27 février 2019 - 14 h 37).
- Dans une rue juste proche, passons le porche pour admirer en hauteur sur le mur de l'hôtel Dupin un cadran à décor théâtral que Jean-Jacques Rousseau, logeant souvent en ces murs, a certainement connu (photo 5 - 15 mars 2019 - 13 h 08).
- Pour finir, arrêtons-nous dans les jardins du Palais-Royal où se trouve en bonne place le fameux canon du Palais-Royal, indiquant l'heure de midi « pétante ». L'original ayant été volé dans les années 90, une copie a été replacée à l'emplacement d'origine (photo 6 - le 25 juin 2019 – 14 h 12).

C'était un petit choix parisien de ma bibliothèque d'images du temps, ce temps qui passe ou ne passe pas, qui résiste ou non... Le cadran solaire fait finalement plus que « poser un cadre » censé contenir les heures et avertir du temps qui passe. Il nous fait prendre le temps au sens propre, un objet complexe qui, depuis l'invention des montres et horloges, a été dépassé mais qui garde sa valeur et sa beauté. Une manière d'apprécier le temps qui passe, malgré tout.



1



2



3



4



5



6

Après des études de lettres modernes (jusqu'à une thèse ébauchée concernant Paul Meurice), diplômée de l'INTD-CNAM, Alix Loiseleur des Longchamps est « assez occupée par le merveilleux métier de libraire depuis plus de 30 ans ». Amatrice d'expositions, de broderies, de cuisine, parfois de photos, et de "curiosités" tels que les cadrans solaires, des objets qui la captivent « tout en restant toujours bien énigmatiques ».

LES CADRANS SOLAIRES DU PORTUGAL

Ana Correia

Le Portugal est situé au Sud de l'Europe et en raison de son emplacement, une grande partie du territoire étant près des côtes, il a été occupé par divers peuples (Ibères, Phéniciens, Celtes, Lusitaniens, Grecs, Romains, Wisigoths, Ommeyades…) avant sa fondation en tant que royaume portugais en 1143. C'est aux Romains que l'on doit les premiers cadrans solaires sur le territoire portugais. Au moins 4 exemplaires nous sont parvenus, conservés dans des espaces muséaux, dont le plus connu est le cadran romain de Conimbriga, près de Coimbra.

Pendant la période de la reconquête chrétienne entre les XII^{e} et XIII^{e} siècles (les Musulmans étaient installés dans la péninsule ibérique depuis 711), les premières communautés monastiques sont arrivées, régies par des règles strictes et avec une attention particulière au temps pour les respecter, à savoir les heures des prières. L'utilisation du cadran solaire a alors acquis une importance particulière dans la vie quotidienne monastique au Portugal. Il existe plusieurs cadrans connus installés dans les cloîtres des couvents et des monastères, la plus ancienne étant celle du couvent de São Francisco à Alenquer, datant de 1558, réalisée en marbre de Gênes et offert par Damião de Góis, considéré comme le plus grand humaniste portugais.

Au XIV^{e} siècle, les premières horloges mécaniques sont apparues, réglées pendant de nombreuses années par des cadrans solaires, les deux instruments coexistant dans de nombreux clochers d'églises. À la fin du XVII^{e} siècle, le roi Jean V de Portugal (D. João V), possédait des monastères et des couvents équipés de cadrans solaires plus élaborés et plus précis. Aux côtés des cadrans solaires apparaissent également des méridiennes, certaines réalisées au sol, d'autres en métal, qui servaient à indiquer précisément midi, grâce à un petit canon qui lançait un signal sonore quand le Soleil passait au méridien.

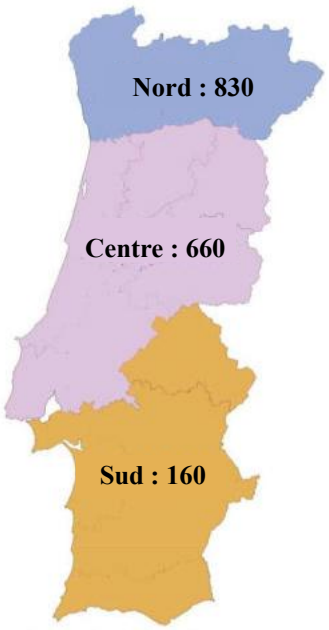
La plupart des cadrans solaires que l'on trouve encore au Portugal datent des XVII^{e}, XVIII^{e} et XIX^{e} siècles, principalement dans des bâtiments religieux, mais aussi dans des maisons et des espaces de loisirs liés à la noblesse et à la bourgeoisie. En même temps, des cadrans apparaissent aussi dans les communautés rurales comme un guide pour les tâches quotidiennes, notamment les périodes d'arrosage pendant l'été. Il n'existe pas d'inventaire officiel des cadrans solaires du Portugal, mais on en compte certainement plus de 1700, dont 50 au moins en vente chez les antiquaires et par des particuliers.

Le Portugal possède une grande variété de cadrans solaires, les plus courants étant les cadrans verticaux orientés au Sud. Il existe également des cadrans solaires verticaux orientés au Nord, verticaux déclinants, horizontaux, équatoriaux, analemmatiques et polaires sur le territoire. La plupart sont en pierre de granit, mais il y en a aussi plusieurs en marbre, en ardoise et quelques-uns plus récents en métal et en tuiles.

Dans le nord du Portugal, les cadrans en granit prédominent, beaucoup étant semblables à ceux de la Galice (au Nord du Portugal), et peuvent se rencontrer sur des greniers, des croix de pierre, ou des sanctuaires. Certains d'entre eux représentent des figures anthropomorphes, des anges, des soldats, des croix ou des fleurs. Beaucoup se trouvent également dans les manoirs et les églises. Au centre du Portugal, les cadrans les plus fréquents sont en marbre et en calcaire de Lioz, typique de la région de Sintra près de Lisbonne ; ils se trouvent principalement dans les églises, les cloîtres et les maisons riches. La zone Sud du Portugal est celle avec le moins de cadrans solaires anciens, mais où il y a plus de cadrans modernes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CORREIA, Ana Maria (2022), Relógios de Sol em Portugal, Volume I
- CRATO, Nuno; OLIVEIRA, Fernando Correia de; NÁPOLES, Suzana Metello de (2006) "Relógios de Sol". Lisboa: CTT Clube do Coleccionismo dos Correios de Portugal



Nombre estimé de cadrans solaires par zone géographique



Église Nuzedo - Valpaços (Nord)



Église Fiolhoso - Murça (Nord)



Paço Vedro - Ponte da Barca (Nord)



Vilar - Monção (Nord)



Conimbriga - Condeixa (Centre)



Église S. João Baptista - Tomar (Centre)



Méridienne au Palais de Queluz (Centre)



Monastère d'Alcobaça - Leiria (Centre)



Couvent S. Francisco - Alenquer (Centre)



Hôpital Capuchos - Lisbonne (Centre)



Estói - Faro (Sud)



Église Santiago do Cacém - Setúbal (Sud)



Cathédrale d'Évora (Sud)

Ana Maria Correia anncorreia@gmail.com, diplômée en histoire et en gestion et valorisation du patrimoine, est photographe amatrice et inventorie les cadrans solaires au Portugal depuis 10 ans. Elle s'apprête à terminer les tomes 2 et 3 de son ouvrage consacré aux cadrans solaires du Portugal et très illustré (385 photos dans le tome 1). Pour plus de détails voir https://www.facebook.com/profile.php?id=100067945131379.

LE LATIN DES CADRANS SOLAIRES

Michel Griffe



Cadran solaire de Thorame-Haute

« On peut croire que l'usage des cadrans solaires a été courant partout et de tout temps. Or il n'en est rien : le cadran solaire est un objet culturel, absent dans certaines régions et époques, pléthorique dans d'autres. On ne trouve jamais de devises sur les cadrans grecs ou romains, alors qu'à partir de la fin du Moyen Âge jusqu'à aujourd'hui les maximes en latin sont devenues une loi du genre. On proposera ici d'étudier quelques exemples remarquables de cadrans des Hautes-Alpes et de leurs inscriptions. Celles-ci sont le plus souvent empruntées aux littératures religieuses ou profanes. Mais les peintres les ont comprises et adaptées en fonction de leurs propres préoccupations et de celles de leur époque. »

Tel est le résumé du passionnant article de Michel Griffe qui peut être téléchargé depuis le site de l'École normale supérieure via le lien https://bit.ly/3LzRaaJ. Pour le présent numéro du magazine, Michel Griffe nous propose une analyse de la devise du beau cadran vertical de Thorame-Haute dans les Alpes-de-Haute-Provence (France), qui avait été l'objet d'un « Test rapide » dans le numéro précédent.

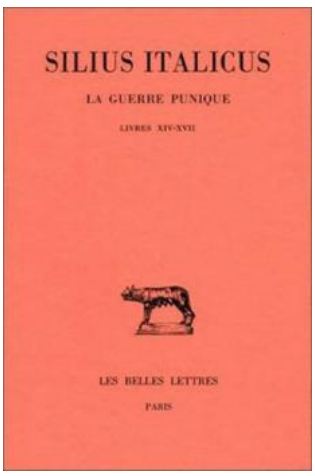
Son créateur a donné à ce beau cadran, créé en 1815 et restauré en 1990, la forme d'un temple grec avec deux colonnes doriques et un fronton à triglyphes. Un larmier le prolonge dans le bas sur toute la largeur. Comme expliqué dans le numéro 7 de « Cadrans solaires pour tous », les lignes horaires ont été inutilement prolongées au-delà de l'hyperbole des solstices et dans le haut au-dessus du stylet.

Le cadran est également intéressant pour sa maxime :

GNOMONIS UMBRA, HORIS CRŒSI

HORAS ÆQUAT EGENI

Elle se traduit par « L'ombre du gnomon rend les heures du pauvre égales à celles de Crésus ».



Dernier tome des Punica (La Guerre punique) Les Belles Lettres 1992

Sa signification n'est pas évidente pour le commun des mortels mais aussi pour le latiniste. Elle s'inspire en réalité d'une citation des *Punica* du poète romain Silius Italicus (26-101 après J.-C.), épopée en hexamètres dactyliques qui raconte les glorieux combats des armées romaines contre Carthage pendant les Guerres puniques.

Au livre XIII (211 av. J.-C.), Scipion l'Africain vient de s'emparer de Capoue en Campanie, qui avait eu le malheur de préférer les délices d'Hannibal à la rude alliance de Rome. Scipion s'offre ensuite un moment de détente en allant visiter les Enfers en compagnie de la Sibylle de Cumes à l'exemple d'Enée. Il y retrouve les membres défunts de sa famille et quelques personnages de l'histoire.

Alexandre le Grand notamment lui conseille de faire preuve d'audace : « audendo bella expedias » (c'est avec l'audace que tu peux gagner tes guerres).

Puis le roi Crésus, symbole inoxydable de la richesse, fait une brève apparition aérienne pour rappeler que les jours des riches sont aussi chichement comptés que ceux des pauvres.

> … Croesi mox advolat umbra, dives apud superos, sed mors aequarat egenis.
>
> « Bientôt l'ombre de Crésus vole vers lui (= Scipion), il avait été riche sur la terre, mais la mort l'avait égalé aux pauvres. »
>
> *Silius Italicus – Punica, livre 13, vers 776-777*

La signification de ces deux vers est claire : riches ou pauvres, nous sommes tous mortels.

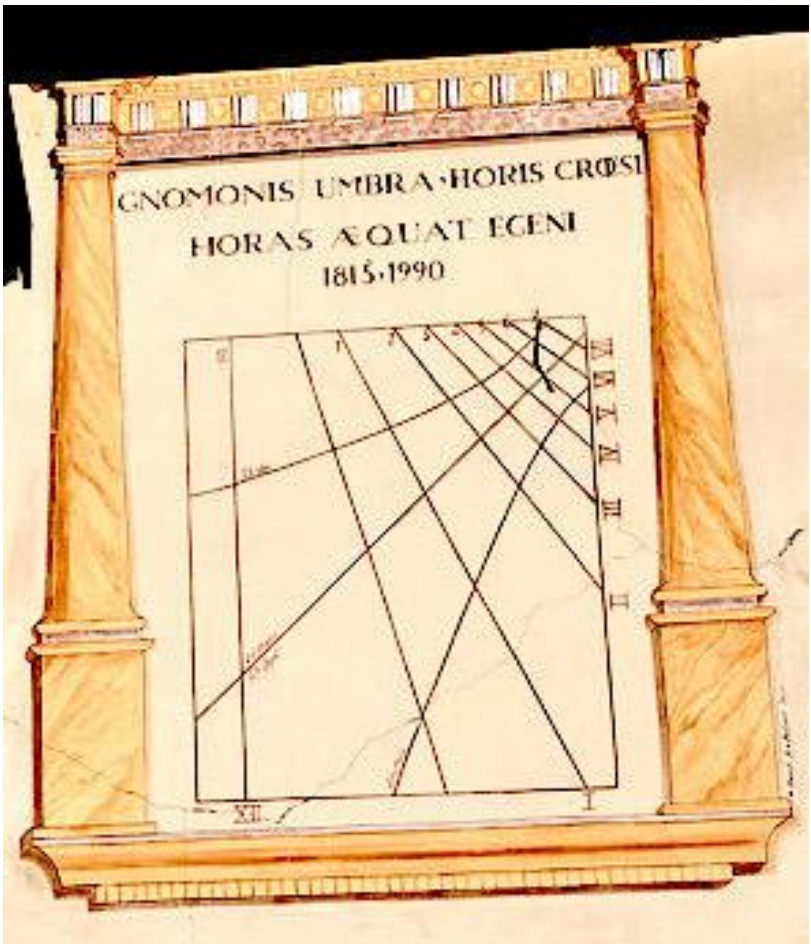
Mais il n'est pas sûr que le commanditaire du cadran ait voulu donner ce sens assez banal à sa maxime.

Si on s'en tient au mot à mot, on doit comprendre « les heures des riches sont équivalentes à celles des pauvres », ce qui est plus original. La richesse ne donne pas des heures plus longues à ses possesseurs, elles ont la même durée pour tous. À chacun d'en profiter au mieux !

Ce qui n'est pas le cas de la vie car la richesse procure sans conteste quelques avantages qui permettent parfois aux riches d'en jouir plus longtemps que les pauvres.

Les sentences latines étaient souvent un jeu pour érudits : seuls les latinistes pouvaient les traduire, seuls les fins connaisseurs de la littérature latine avaient le plaisir d'identifier leur source quand il s'agissait d'une citation.

Une sorte d'énigme à double détente !



Michel Griffe michel.griffe@free.fr est grammairien et a enseigné la langue et la littérature latines à l'Université Paul Valéry à Montpellier. Il a participé comme grammairien aux travaux du Groupe de recherche sur l'Afrique antique de l'Université Paul-Valéry, qui ont donné lieu à plusieurs publications collectives :

- *Les Flavii de Cillium. Étude du poème épigraphique du Mausolée de Kasserine, 268 p., École française de Rome, 1993*
- *Vie, mort et poésie dans l'Afrique romaine d'après un choix de poèmes épigraphiques, 397 p. + 28 clichés, Éditions Latomus, Bruxelles, 2011*
- *Passio sanctae Salsae ("La Passion de sainte Salsa"), 315 p. Éditions Ausonius, Bordeaux, 2015*
- *Parure monumentale et paysage dans la poésie épigraphique de l'Afrique romaine, 312 p. Éditions Ausonius, Bordeaux, 2016*

À QUELLE HEURE VIVRONS-NOUS DEMAIN ?

Roger Torrenti

Il fut un temps pas si lointain (jusqu'à la fin du XIX^{e} siècle en France) où nous vivions à l'heure du Soleil, à « l'heure locale » : les cadrans solaires rythmaient alors notre vie et il était midi lorsqu'il était « midi à notre porte », midi au Soleil… Une vie harmonieuse, en phase avec la nature, notamment avec la lumière prodiguée par le Soleil.

Puis est venu le temps, avec l'apparition des fuseaux horaires (et donc d'un « temps universel coordonné »), d'une « heure légale » identique pour un pays donné, comme la France métropolitaine, ou pour des zones de pays, dans le cas notamment de pays étendus en longitude (comme les États-Unis d'Amérique). Cette « heure légale » diffère de UTC±0 (écriture conventionnelle de l'heure du fuseau ayant pour méridien central celui de Greenwich) d'un nombre d'heures le plus souvent entier.

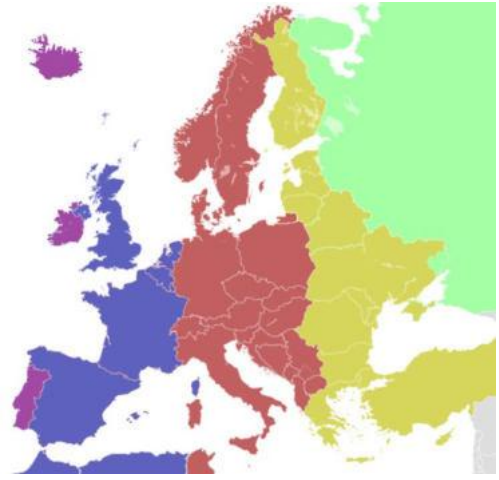


Figure 1

Si l'on considère la figure 1, représentant une répartition a priori logique des fuseaux horaires selon l'heure solaire de la majeure partie de son territoire, la France, comme l'Espagne et l'Algérie entre autres, devrait avoir pour heure légale UTC±0 (heure qu'a choisie le Royaume-Uni).

Oui mais… la France, après la Seconde Guerre mondiale a conservé pour heure légale « l'heure allemande » UTC +1 (ayant le méridien 15 °E comme méridien central). La conséquence est simple : en France métropolitaine, l'heure légale est décalée, en base, de 1 h par rapport à l'heure solaire (en fait, si l'on tient compte de la correction de longitude et de l'équation du temps, le décalage maximal est d'environ 1 h 45 min à l'extrême-ouest du pays et de 45 min à l'extrême-est).



Figure 2

Rappelons par ailleurs que UTC+1 n'est pas seulement aujourd'hui l'heure légale en France et en Allemagne mais également dans de nombreux pays européens (figure 2) qui ont en commun, pour des raisons pratiques au niveau des échanges, « l'heure normale d'Europe centrale » (*Central European Time* en anglais). Le décalage cité est dès lors encore plus sensible qu'en France dans certaines régions, comme le nord-ouest de l'Espagne par exemple (1/2 fuseau horaire, soit 30 min, de plus).

Mais ce n'est pas tout ! De nombreux pays ont mis en place, depuis plus ou moins longtemps (en France ce fut en 1976 après une première expérience de 1917 à 1945) une « heure d'été » : on ajoute alors 1 h à l'heure légale, ce « changement d'heure » ayant pour objectif de réaliser des économies d'énergie. Cette disposition a donc encore accru le décalage entre l'heure solaire et l'heure légale : de fin mars à fin octobre, la France voit ainsi son décalage maximum s'établir à 2 h 45 min à l'extrême-ouest du pays où il sera midi solaire à 14 h 45 min heure légale…

Cependant, la plupart des pays ayant choisi de mettre en place un changement d'heure l'abandonnent peu à peu ; il ne reste plus aujourd'hui que l'Europe et l'Amérique du nord, et quelques rares autres pays, à ne pas l'avoir encore fait. Les économies d'énergie se sont en effet avérées négligeables (elles représenteraient en France moins de 0,02 % de la consommation énergétique[1]), des effets néfastes étant en outre induits par le changement d'heure deux fois dans l'année sur « *la santé publique, les conditions de travail et les modes de vie, l'agriculture, la protection de l'environnement et la sécurité routière* »[2].

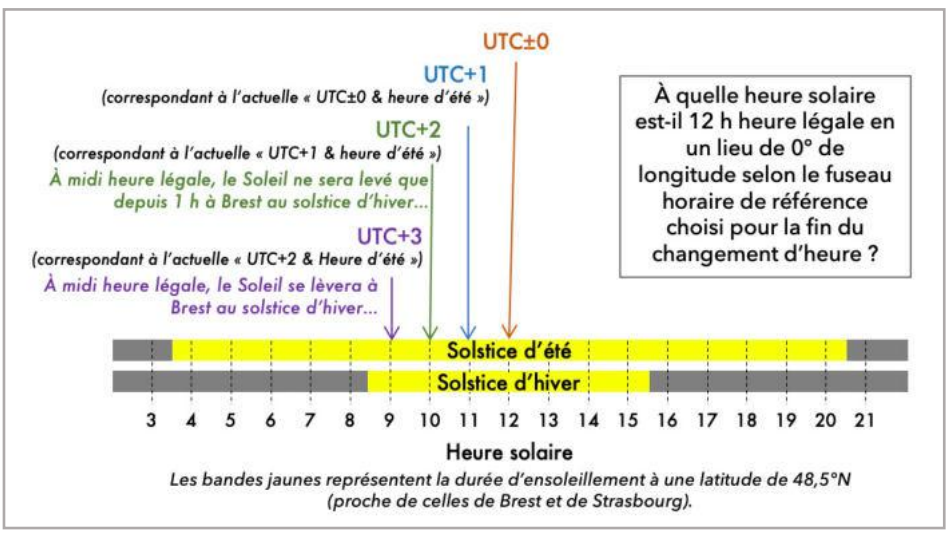
Au niveau de l'Union européenne (U.E.), le Parlement européen a finalement approuvé la suppression du changement d'heure saisonnier début 2019, s'appuyant notamment sur un sondage indiquant que 83 % des 4,6 millions de citoyens ayant pris part à ce sondage se prononçaient en faveur de cette suppression[3]. L'institution a précisé que « Les États membres garderont le droit de décider de leur fuseau horaire ». Les chefs d'État et de gouvernement doivent entériner cette décision et la rendre effective dans leur pays. Cela prend plus de temps que prévu, non seulement à cause d'autres priorités (pandémie, guerre en Ukraine) mais parce qu'il faut si possible, pour des raisons pratiques et économiques, convenir de décisions harmonisées, évitant un patchwork d'heures différentes en Europe. Et les décisions à 27 sont toujours longues…

Donc, tôt ou tard, le changement d'heure sera abandonné, mais au profit de quelle heure ? Sondés, les citoyens européens semblent préférer en majorité l'heure d'été toute l'année, mais chacun mesure-t-il bien l'impact d'un tel choix ou ne propose-t-il pas l'heure d'été parce qu'elle est associée à une saison de vacances, à un ensoleillement plus long, en deux mots à des journées plus agréables ? En outre la question est mal posée, notamment aux Français. La bonne question serait, comme l'a précisé le Parlement européen : « Quel fuseau horaire la France devrait-elle conserver toute l'année ? ». En effet, en posant la question ainsi, on ne présuppose pas qu'en France, choisir l'heure d'été toute l'année sous-entend que la référence actuelle à UTC+1 ne serait pas remise en cause, et que donc la France vivrait à l'heure UTC+2 toute l'année, c'est-à-dire qu'elle choisirait UTC+2 comme fuseau de référence !

Considérant ce qui a été présenté jusqu'ici et pour illustrer l'impact des choix possibles sur l'écart entre l'ensoleillement et notre vie de tous les jours, nous vous proposons de vous référer à la figure ci-dessous.

Si par exemple il était finalement décidé (dans un geste de « rapprochement » avec les pays d'Europe de l'Est) de choisir pour toute l'U.E. une heure correspondant actuellement à UTC+2 & heure d'été, c'est-à-dire en fait de **vivre à l'heure UTC+3 toute l'année**. Alors, à 12 h heure légale au solstice d'hiver, le Soleil commencerait à se lever à Brest[4]…

Le choix le plus en accord avec le bien-être des citoyens serait pourtant de choisir comme heure légale pour la France (et l'Espagne) UTC±0 toute l'année. Après tout, serait-ce vraiment pénalisant pour les échanges de convenir d'une répartition des fuseaux horaires conforme à la figure 1 ? L'avenir nous dira à quelle heure nous vivrons demain. En attendant il n'est pas interdit d'espérer, ni, surtout, de militer pour un choix privilégiant notre bien-être…



1 - Bilan énergétique de la France en 2014 - Insee - 2017
2 - Faut-il en finir avec l'heure d'été ? - Sénat -1997
3 - Remo Hess - Ewige Ende der Zeitumstellung nicht vor 2021 Aargauer Zeitung – 2018
4 – Compte tenu de la correction de longitude et de l'équation du temps

Roger Torrenti roger@torrenti.net est l'auteur du MOOC Cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info/ et le responsable éditorial du présent magazine

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



La ronde, qui se divise en 2 blanches, la blanche en 2 noires, puis en croches, puis encore en doubles, triples et quadruples croches ; ensuite, le point et le double point qui permettent de moduler plus avant la durée de ces figures de notes en les augmentant de leur moitié et de leur quart, fut pour moi une véritable révélation, celle de la manière de « mesurer le temps ». C'est donc tout naturellement que dès mon plus jeune âge je fréquentai l'Académie de musique de ma commune, où l'étude du solfège et du piano m'initia à l'art, cependant que – je dois l'avouer – mon esprit était plus porté sur l'aspect technico-scientifique de la chose que sur son aspect « émotionnel ». Encore que !

Je lisais beaucoup, des livres d'astronomie (j'étais fasciné par la Lune), les livres de Jules Verne et d'autres romans d'aventure, qui me donnèrent l'envie de fabriquer moi-même les instruments que les apprentis Robinson de mes livres avaient construits, dont… des cadrans solaires. Anecdote amusante : dans la foulée, j'eus le désir « impérieux » de fabriquer un hygromètre à cheveux, cheveux que ma voisine de la classe de solfège - à laquelle j'osais à peine parler (les temps étaient ainsi !) - possédait en longueur suffisante. Je finis par vaincre ma gêne pour lui demander si elle voulait bien m'en donner une mèche… qu'elle me donna, précédé d'un air éberlué suivi d'un fou rire éclatant. J'avais 11 ans. Elle s'appelait Annie. Ce fut l'amour de ma prime jeunesse.

Après mes « humanités » (mon baccalauréat comme on dit en France), j'entrepris des études musicales formelles au Conservatoire royal de musique de Bruxelles, où mon choix de l'orgue comme instrument me conduisit à une première, mais courte, carrière professionnelle de professeur de musique et d'organiste d'église. En effet, mon intérêt sous-jacent pour les sciences et techniques ne tarda pas à resurgir, si bien que j'entrepris - sur le tard - des études universitaires en sciences physiques, qui me menèrent au doctorat et à ma carrière professionnelle définitive de chercheur scientifique à l'Université catholique de Louvain, en Belgique.

La construction d'instruments de mesure et d'observation était devenue une véritable passion. Les cadrans solaires y avaient une large part, qui augmentait à mesure que la difficulté de les « calculer » croissait. Non pas que je ne « croyais » pas les logiciels, mais je souhaitais « garder la main » et comprendre ce que je faisais en imaginant mentalement comment se formaient les lignes horaires. Les choses ne cessèrent de se compliquer : si les lignes horaires du cadran équatorial étaient simples, et celles des cadrans horizontaux et verticaux un peu moins simples, celles des cadrans déclinants devinrent rapidement très compliquées, surtout quand ces cadrans étaient inclinés. Que dire alors des lignes de déclinaison, de hauteur et d'azimut, toutes à imaginer mentalement, heureusement avec l'aide de Gaspard Monge (1746-1818), inventeur de la géométrie descriptive.

La géométrie descriptive – matière que l'on n'enseigne plus aujourd'hui – fut la compagne de toutes mes réflexions. Elle me permit de déterminer graphiquement les « lignes » de toutes sortes de configurations de cadrans, tout cela au travers d'épures des plus simples aux plus complexes, mais toujours infiniment satisfaisantes pour l'esprit. Heureux d'avoir pu surmonter toutes ces difficultés, j'entrepris la rédaction du manuel « *Etude raisonnée de la construction graphique des lignes d'heure, de déclinaison, de hauteur et d'azimut pour tous les types de cadrans solaires plans* » (voir page 33), qui occupa une grande partie de mon temps de retraite, conjointement avec des séances de démonstration et des conférences au sein des sociétés astronomiques et associations dont je suis un membre assidu.

John Gueulette - john.gueulette@gmail.com

LA PAROLE À UN CADRANIER



Marc-André 2 Figueres (pseudonyme de Marc-André de Figueres) ou encore « MA2F », est né en 1959 à Perpignan, en territoire catalan, auquel il reste fortement attaché depuis sa naissance. Après des études à l'École supérieure des Beaux-arts de Perpignan, il obtient un doctorat en Art et sciences de l'art à l'Université de Paris 1 - Sorbonne.

Sa vision du monde est double : « immédiate car masculine, féminine parce qu'esprit, concevant ce qui ne peut être vu ». Il a pour objet fétiche l'entonnoir, incarnant pour lui la dualité du féminin (intérieur de l'objet) et du masculin (extérieur) et détient le record Guinness de l'entonnoir le plus grand du monde !

Artiste prolifique, il réalise et expose depuis 1988 dans de nombreuses galeries en France et en Espagne des installations, sculptures, tableaux, photographies, etc. Il a même conçu des timbres pour la poste andorrane et écrit des ouvrages remarqués comme *Le manifeste du 2isme* ou une *Théorie érotique du clocher de Collioure* !

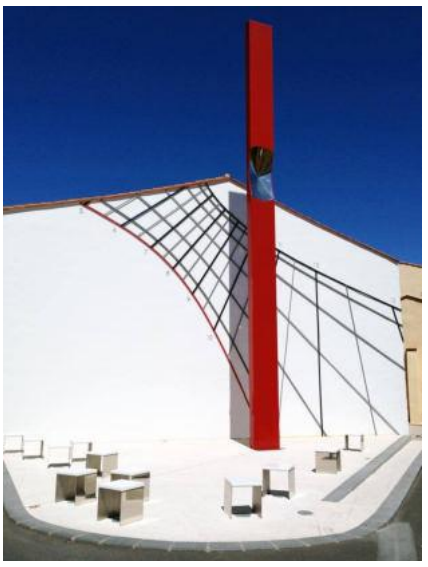
Mais depuis une dizaine d'années, MA2F est aussi connu pour la réalisation de cadrans solaires monumentaux dont les plus connus sont :

- L'impressionnant cadran horizontal à style polaire, baptisé Solart 2, installé sur un rond-point de Rivesaltes dans les Pyrénées-Orientales et labellisé par l'UNESCO à l'occasion de la Journée internationale de la lumière 2015. MA2F a notamment bénéficié de l'aide du gnomoniste Denis Savoie pour les calculs gnomoniques. Malheureusement vandalisé lors du mouvement des Gilets jaunes, il a été démonté pour des raisons de sécurité et reste en attente d'une réhabilitation… Souhaitons que cette attente soit brève !
- Un cadran solaire vertical déclinant à style virtuel (un œilleton est inséré dans un mât de 12 m de haut et permet la lecture de l'heure sur le mur), installé à Sorède dans les Pyrénées-Orientales et baptisé Himalaya, rendant hommage au Padre Himalaya, scientifique qui conçut à Sorède, en 1900, le premier four solaire des Pyrénées-Orientales.
- Une réalisation, baptisée PY 3.14 (en référence évidente au nombre Pi) comprenant un cadran vertical déclinant de grande dimension et une méridienne sur une maison de PY, petit village des Pyrénées-Orientales. Présentée en détail en pages 14 et 15 de ce magazine, PY 3.14 a été labellisé par l'UNESCO à l'occasion de la Journée internationale de la lumière 2023.

Pour plus d'informations, contacter contact@ma2f.com et visiter le site https://www.ma2f.com/.



Solart 2



Himalaya

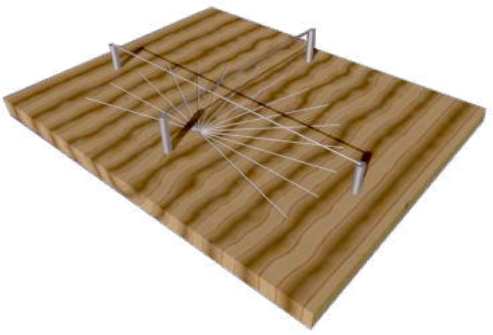


PY 3.14

ZOOM SUR...

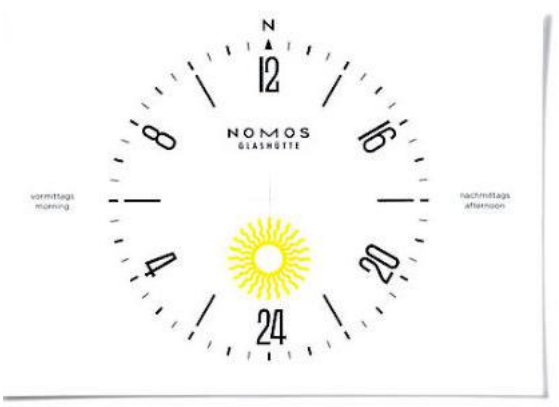
UN CADRAN SOLAIRE

C'est un cadran solaire centenaire qui est mis à l'honneur dans ce numéro du magazine puisque ce « cadran bifilaire » a été inventé en 1922 par le mathématicien allemand Hugo Michnik, qui a démontré qu'il était possible de tracer des lignes horaires d'un cadran solaire horizontal dont le style est remplacé par deux fils perpendiculaires, parallèles à la table du cadran et situés à des distances différentes de cette table. C'est l'intersection de l'ombre des deux fils qui donne l'heure.



UNE CARTE POSTALE

Une carte postale originale par son design, proposée par l'allemand Nomos (*https://nomos-glashuette.com*). On lit l'heure solaire à l'ombre d'un crayon (ou d'une tige quelconque) placé au centre du Soleil stylisé après avoir orienté la carte (la direction Nord-Sud est indiquée). Malheureusement, les chiffres répartis régulièrement autour du cadran ne permettent pas d'indiquer l'heure solaire... d'autant plus qu'il faudrait, une fois les chiffres correctement disposés, un choix de cartes postales correspondant aux différentes latitudes d'utilisation. Mais elle pourrait être utilisée comme face supérieure d'un cadran équatorial dans l'hémisphère Nord avec le crayon placé au centre du cadran !



UN TIMBRE

Un timbre de 2014, mettant en valeur un scaphé de type romain provenant de fouilles à Jérusalem, remarqué sur le site https://services.israelpost.co.il/.



UNE VIDÉO

En 1 min, faites le tour du magnifique bloc gnomonique du château de Glamis en Écosse (XIVe siècle). Tentez de dénombrer l'impressionnant nombre de cadrans solaires qui le composent ! La vidéo est accessible par le lien ci-après ou en flashant le QR code ci-contre.

https://www.youtube.com/watch?v=sirmDd2EaIc

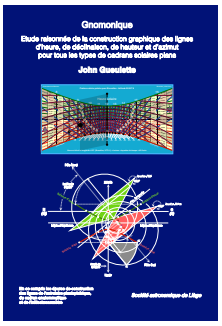


ZOOM SUR…



UN LOGICIEL

Une application en ligne repérée par David Alberto qui permet de visualiser les ombres portées par les bâtiments de Paris (et d'autres villes) tout au long d'une journée que vous choisissez. Un outil intéressant pour les architectes mais aussi pour une approche de localisation possible d'un futur cadran ou pour ceux souhaitant simplement trouver un circuit à l'ombre dans Paris…
https://jveuxdusoleil.fr/



UN LIVRE

« Etude raisonnée de la construction graphique des lignes d'heure, de déclinaison, de hauteur et d'azimut pour tous les types de cadrans solaires plans ». Un ouvrage de 200 pages, 100 figures et épures en couleur (Société Astronomique de Liège, 2022) que le gnomoniste belge John Gueulette, à qui la parole est donnée dans ce numéro (page 30), a préparé sur la base de sa longue expérience dans le domaine.

UNE FORMULE

$$\tan A = \frac{\sin H}{\sin \varphi \cos H - \cos \varphi \tan \delta}$$

A : azimut du Soleil
H : angle horaire du Soleil
δ : déclinaison du Soleil
φ : latitude du lieu

Elle donne l'azimut du Soleil en fonction de son angle horaire et de sa déclinaison, ainsi que de la latitude du lieu. On peut en déduire notamment que lorsque le Soleil est dans le plan vertical Est-Ouest (son azimut étant alors égal à - 90° ou + 90°) son angle horaire H_0 est donné par $\cos H_0 = \tan \delta / \tan \varphi$. Ce qui permet de déterminer la durée d'éclairement D d'un cadran vertical plein Sud (dans l'hémisphère Nord) $D = 2 H_0 / 15$. Intéressant, non ? Attention cependant : cela n'est valable que pour les déclinaisons positives du Soleil (entre les équinoxes de printemps et d'automne). En dehors de cette période, l'azimut du Soleil est toujours supérieur à – 90° et inférieur à 90°, la durée d'éclairement étant alors égale à la durée DJ du jour, celle-ci se déduisant de la formule $\cos (DJ/2) = - \tan \delta . \tan \varphi$



UNE DEVISE

Repérée sur le fil Twitter de @KyonyxPhoto, cette photo d'un cadran solaire situé à Saint-Seine-l'Abbaye près de Dijon, dont la sage devise latine *Utere non numera* peut se traduire par UTILISEZ LES HEURES, NE LES COMPTEZ PAS.

JEUX ET ÉNIGMES

Une devinette

Des médaillons disséminés dans Paris

Si vous flânez dans Paris, vous pourrez être étonnés de rencontrer, incrusté dans le sol, un médaillon en bronze de 12 cm portant en son centre l'inscription ARAGO ainsi que les lettres N et S. Pourquoi avoir incrusté dans les rues et jardins parisiens 135 de ces médaillons ? La réponse sera facile pour ceux qui ont lu *Da Vinci Code* de Dan Brown, ou vu son adaptation cinématographique…



Une énigme

Quel jour sommes-nous ?

Si vous êtes à la recherche d'un livre captivant et bien écrit et n'avez pas encore lu « Magellan » de Stefan Zweig, plongez-vous vite dans le récit de cette odyssée du grand navigateur et explorateur portugais Fernand de Magellan, parti en septembre 1519 de Séville à la tête d'une petite flotte de cinq bateaux, et naviguant vers l'ouest pour trouver un passage de l'océan Atlantique à l'océan Pacifique, le conduisant aux îles Moluques riches en épices. Il mourra, ainsi que de nombreux membres de l'expédition, au cours de ce voyage, après avoir découvert un passage connu aujourd'hui sous le nom de « détroit de Magellan ». Un seul bateau revint en fait au port après avoir accompli le périple (en près de 3 ans !), et avoir fait escale au Cap-Vert où se produisit un événement étrange, repéré par Yvon Massé dans ses recherches : le livre de bord, très soigneusement tenu, porte la date du 9 juillet 1522 mais les habitants de Cap-Vert affirment au contraire que la date exacte est le 10 juillet 1522… Saurez-vous résoudre cette énigme ?

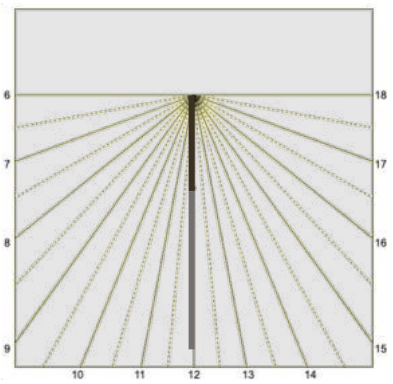


JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

OÙ CHERCHER MIDI À QUATORZE HEURES ?

L'expression « Chacun voit midi à sa porte » est encore employée de nos jours, signifiant que l'on a tendance à ne juger les choses qu'à partir de ses seuls intérêts, ses seules opinions. Elle aurait ses origines dans le fait que pendant longtemps, midi était celui indiqué par le cadran solaire au-dessus de sa porte (et pas un autre). L'expression « Chercher midi à quatorze heures » est également souvent entendue pour reprocher à quelqu'un de compliquer inutilement les choses, de « chipoter », de ne pas reconnaître la simple évidence (qu'il est effectivement midi). Cette expression est l'occasion d'un problème gnomonique classique : est-il possible de *trouver* midi (heure solaire) à 14 h (heure de nos montres et téléphones). Un problème que l'on peut par exemple formuler par la question suivante : peut-il être midi à 14 h en tout point de la France métropolitaine ?

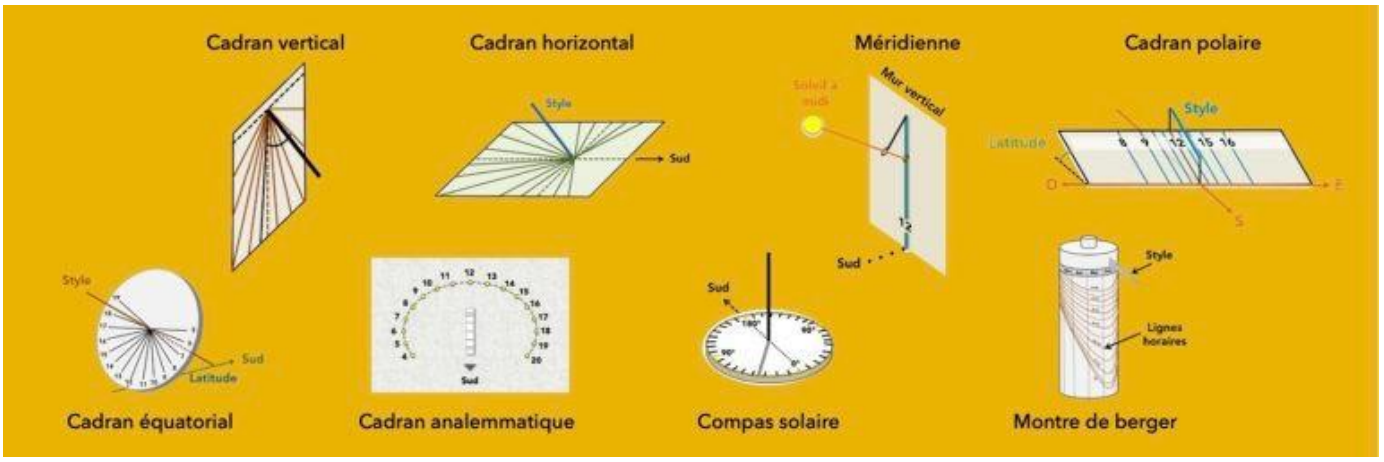




UN TEST RAPIDE

UN CURIEUX CADRAN SOLAIRE…

Un test rapide pour les amateurs de gnomonique, proposé par Roger Torrenti : quel type de cadran solaire devient curieusement équatorial aux pôles et polaire à l'équateur ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

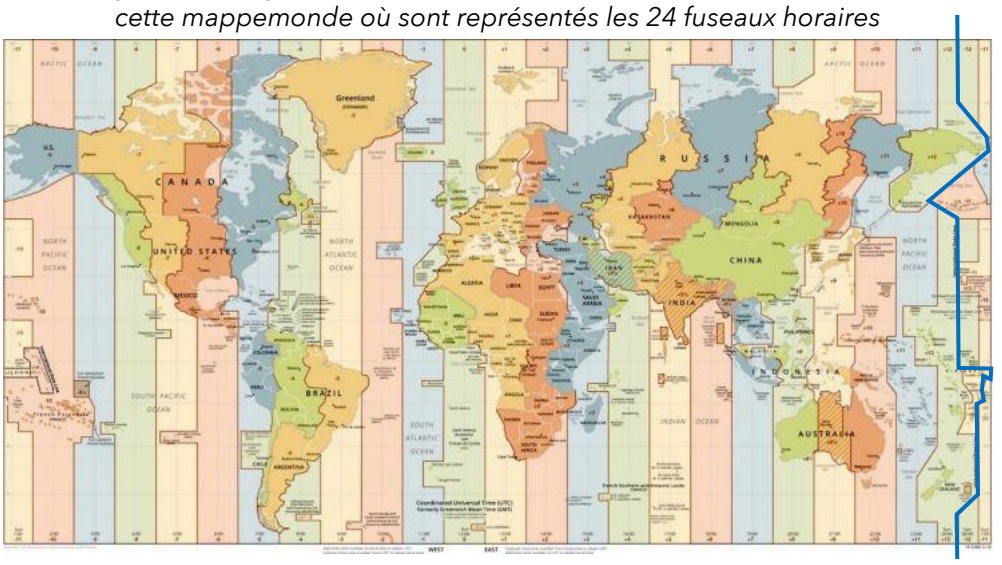
Ces médaillons constituent une œuvre de *land art* de l'artiste néerlandais Jan Dibbets réalisée en 1994 à l'initiative de l'association des amis d'Arago afin de commémorer le bicentenaire de la naissance du grand astronome, physicien et homme d'État français. Baptisée « Hommage à Arago », cette « œuvre d'art public » consiste en la dissémination de 135 médaillons (dont certains ont malheureusement disparu) le long du méridien de Paris, sur 9 kilomètres (de la porte de Montmartre au Nord à la Cité universitaire au Sud). Pédagogue et vulgarisateur, François Arago (portrait ci-dessous) affirme en introduction de son ouvrage *Astronomie populaire* : « Il est possible d'exposer utilement l'astronomie (…) sans la dégrader, de manière à rendre ses plus hautes conceptions accessibles aux personnes presque étrangères aux mathématiques ». Une ligne directrice pour notre magazine…



UNE ÉNIGME

Lorsque l'on navigue vers l'Ouest, la durée du jour que l'on peut mesurer à sa montre à deux passages successifs du Soleil au méridien du bateau est plus longue, car le bateau va dans la même direction que le Soleil (il ralentit la course apparente du Soleil). Lorsqu'on aura effectué un tour complet, on aura « perdu » un jour. On le gagnera inversement lorsque l'on fait un tour du monde en allant vers l'Est, ce qui a permis notamment à Phileas Fogg, le héros de Jules Verne, de réussir finalement son pari de faire « Le tour du monde en quatre-vingts jours ». Il existe depuis la fin du XIXe siècle un méridien de changement de date (aux antipodes de celui de Greenwich), ce qui fait que par exemple les avions partant de Tokyo vers San Francisco arrivent plus tôt qu'ils ne sont partis…

La ligne de changement de date est tracée en bleu à l'extrême droite de cette mappemonde où sont représentés les 24 fuseaux horaires



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

Un problème gnomonique

Considérons la formule ci-dessous donnant, en tout point du globe, l'heure légale à partir de l'heure solaire. Rappelons-nous que l'équation du temps varie de + 15 min à - 16 min environ au cours de l'année et que les longitudes de la France métropolitaine vont de 5,1° O vers Ouessant à 9,5° E vers Aléria, soit des corrections de longitudes respectives (15° correspondant à 1 h) par rapport au méridien de référence de la France (15° E), de + 1 h 20 min à l'extrême Ouest du territoire à + 22 min à l'extrême Est.

A l'extrême Ouest du territoire, compte tenu de + 1 h 20 min de correction de longitude, on ne pourra avoir midi à quatorze heures pendant l'heure d'hiver (la valeur de l'équation du temps atteignant au mieux + 15 min) et on dépassera systématiquement 14 h pendant l'heure d'été (la valeur de l'équation du temps étant au mieux de - 16 min).

A l'extrême Est du territoire, compte tenu de la correction de longitude de + 22 min, on ne pourra jamais avoir midi à quatorze heures…

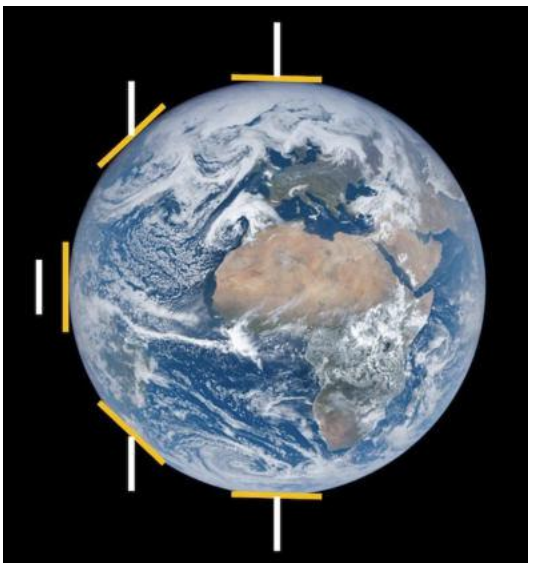
Seules des régions du territoire légèrement moins à l'Ouest ou beaucoup moins à l'Est pourront « chercher midi à quatorze heures », la formule donnée pouvant même vous permettre de déterminer les longitudes précises encadrant ces régions. Un bon exercice pour les apprenties ou apprentis gnomonistes ?

TL = TS + ET + 1h (si « heure d'été ») + CL

- TL : heure légale (celle de nos montres et téléphones)
- TS : heure solaire (lue sur le cadran)
- ET : valeur de l'équation du temps au jour considéré (à lire sur un schéma ou une table)
- CL : correction de longitude (positive si le cadran est situé à l'Ouest du méridien de référence, négative s'il est situé à l'Est de ce méridien).

Un test rapide

C'est bien entendu un cadran solaire horizontal à style polaire (c'est-à-dire parallèle à l'axe de rotation terrestre) qui devient équatorial aux pôles et polaire à l'équateur, comme l'illustre le schéma ci-dessous.

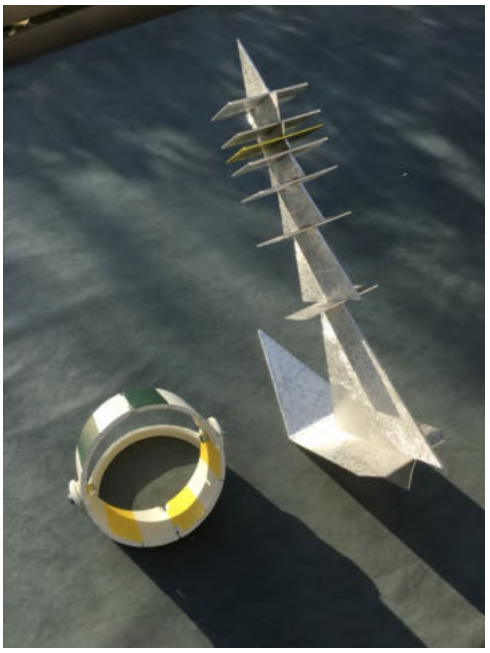


ARIANE 3000 ET PASSE TEMPS

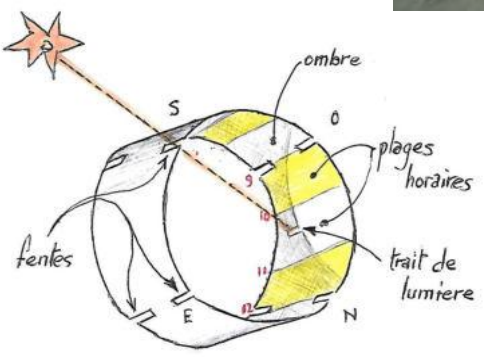
Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Pour ce numéro sont présentés les deux créations de Claude Gahon qui constituent les trophées du *Concours Cadrans solaires pour tous 2023* (voir résultats du concours en page 8) : Ariane 3000 (trophée pour le lauréat du concours), dont une présentation plus détaillée peut être téléchargée (https://bit.ly/40Dz5wn) et Passe Temps (trophée pour le lauréat de la catégorie « moins de 18 ans »).

Passe Temps

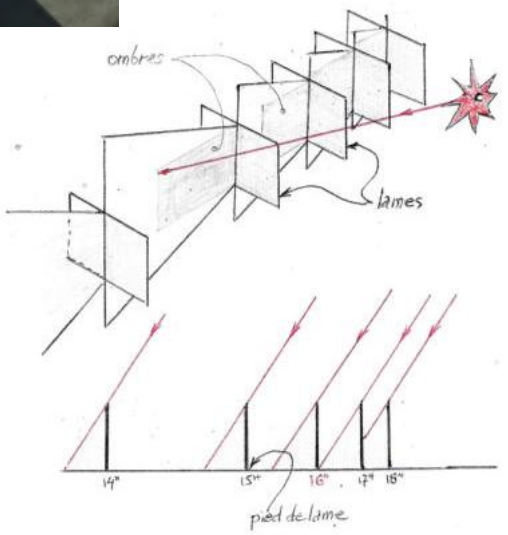


Ariane 3000



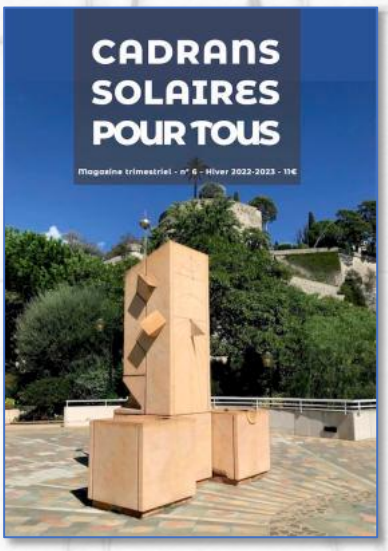
Le trait de lumière, issu d'une fente, marque l'heure solaire sur les plages horaires.
**** la fente Est marque les heures 3-4-5-6-7-8-9***
**** la fente Sud marque les heures 9-10-11-12-13-14-15***
**** la fente Ouest marque les heures 15-16-17-18-19-20-21***
Sur le dessin ci-dessus on lit 10h30 solaire.

c.gahon



Cadran de type oriental et occidental.
Chaque lame correspond à une heure solaire ronde.
Cette heure est arrivée quand le pied de la lame est atteint par l'ombre de la lame voisine.
Entre 11h et 13h les heures sont indiquées par l'ombre de la pointe sur la dernière plaque.

Sur le croquis ci-dessus on lit 16h solaire.



Page suivante : « Le Monégasque », une photo de Serge Durand (France) qui a obtenu le second prix de notre Concours 2023. Elle a été prise le 31 janvier 2023 à 14 h 30 et représente un détail du bloc gnomonique « Cadran solaire de Fontvieille » installé en 1999 sur une place publique au pied du palais princier de Monaco (sculptrice : Odile Mir - gnomoniste : Denis Savoie), une réalisation qui a été mise à l'honneur en couverture du n°6 de ce magazine (photo ci-dessus).

ISSN 2824-057X



CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 9 - Automne 2023 - 11€

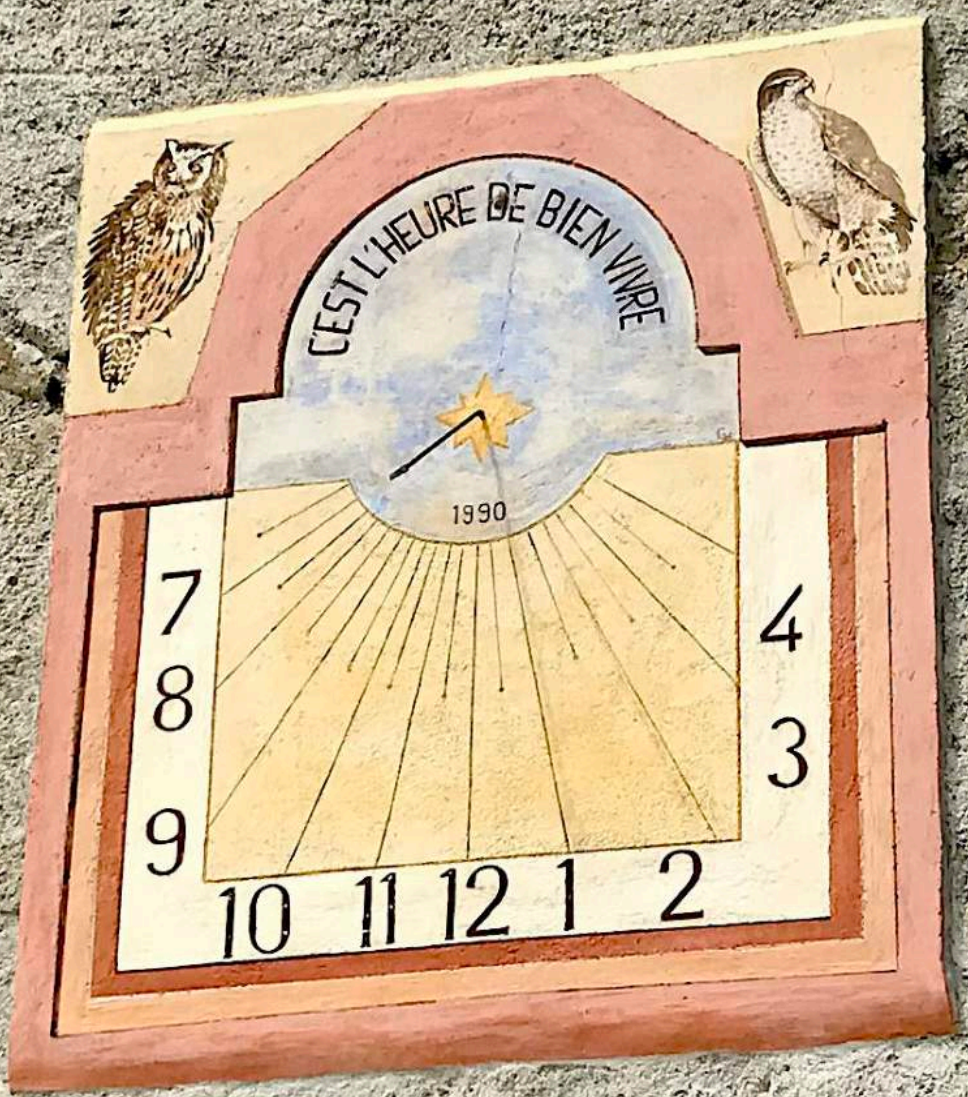




Photo de couverture : l'auberge La maison de Gaudissard, *à Molines-en-Queyras (France), accueille ses hôtes avec ce beau cadran solaire à la sage devise…*

Ci-dessus : le livre « Jeux et énigmes sur les cadrans solaires » a été publié en juin dernier. Son contenu est issu des 8 premiers numéros de ce magazine. Il regroupe plus précisément les devinettes, énigmes, problèmes gnomoniques, et tests rapides de la section « Jeux et énigmes » de chaque numéro du magazine paru à la date de publication, soit un total de 32 jeux et énigmes, accompagnés des 32 solutions. Il peut être téléchargé gratuitement ou commandé en version papier depuis https://www.cadrans-solaires.info/jeux-enigmes/. Une façon différente, ludique, de tester ou d'améliorer ses connaissances, de se familiariser avec les cadrans solaires et leur science : la gnomonique…

Photo page suivante : des gnomons ont été, et sont encore utilisés lors de missions spatiales sur la Lune et sur Mars (sur cette photo Apollo 17) afin de permettre aux astronautes et aux scientifiques de disposer d'un moyen précis d'orientation (ainsi que pour déterminer la position des échantillons et calibrer les instruments).



SOMMAIRE

Crédits photos et illustrations	4
Éditorial	5
Actualités	6
Cadrans solaires d'Andalousie - Esteban Martínez Almirón	8
Horloge sidérale solaire - David Alberto et Yvon Massé	10
Mini-tour d'Europe (2/2) - Alix Loiseleur des Longchamps	12
Gnomonique et spiritualité - Yves Opizzo	14
Le temps chez les Étrusques - Michèle Tillard	16
Cadrans solaires et transparence - Roger Torrenti	18
Création d'une horloge solaire - Francis Reymann	20
Stellarium, logiciel de simulation pour la classe (1/2) - Joël Petit	22
Le « Village du soleil » - Martine Bonifassi	24
Connaître l'heure, la nuit - Pierre-Louis Cambefort	26
Tracé de cadrans par « lancer de rayons » - Jean-Luc Astre	28
La parole à un gnomoniste - Yves Opizzo	30
La parole à un cadranier - Atelier Tournesol	31
Zoom sur...	32
Jeux et énigmes	34
Solutions des jeux et énigmes	36
Soleil en Boîte - Claude Gahon	38

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 2 : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo NASA (domaine public)
- Pages 6 et 7 : Copies d'écran du fil Twitter @MOOC_CS
- Pages 8 et 9 : Illustration et photos mises à disposition par l'auteur de l'article
- Pages 10 et 11 : Illustrations et photo David Alberto
- Pages 12 et 13 : Photos Alix Loiseleur des Longchamps
- Page 15 : Photos Yves Opizzo
- Pages 16 et 17 : Photo Michèle Tillard - Document Wikimedia Commons (Auteur : SpeedyGonsales - Fichier : Lanena knjiga (Liber linteus Zagrebiensis).jpg – Licence CC Attribution 3.0) - Photo Michèle Tillard
- Pages 18 et 19 : Illustration Roger Torrenti - Photo Roger Torrenti - Copie d'écran du site mentionné - Illustrations Roger Torrenti - Photo NASS - Copie d'écran du site mentionné
- Page 20 et 21 : Illustrations et photo Francis Reymann
- Pages 22 et 23 : Illustrations Joël Petit
- Page 24 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jpchevreau - Fichier : Vue automnale du village de Coaraze depuis le chemin du Calempaou.jpg – Licence CC BY-SA 4.0) – Photo Roger Torrenti
- Page 25 : Photos Martine Bonifassi, Michel Lalos et Roger Torrenti
- Pages 26 et 27 : Illustrations Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Trex - Fichier : Astro signs fr.svg– Licence CC BY 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Till Credner - Fichier : Zodiac Constellations.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 29 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Page 30 : Photo Yves Opizzo
- Page 31 : Photos Atelier Tournesol
- Page 32 : Photo Susanna Rodríguez Peralta – Photo Roger Torrenti – Document Jersey Post – Copie d'écran de la vidéo citée
- Page 33 : Copie d'écran du site cité – Photo Roger Torrenti – Illustration Roger Torrenti – Photo du site http://michel.lalos.free.fr
- Page 34 : Illustration Roger Torrenti d'après http://michel.lalos.free.fr - Document Wikimedia Commons (Fichier : D'après Maurice Quentin de La Tour, Portrait de Voltaire (c. 1737, musée Antoine Lécuyer).jpg – Domaine public)
- Page 35 : Photo Roger Torrenti – Montage Roger Torrenti d'après document Wikimedia Commons (Auteur : luherath - Fichier : Spirada night sky.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 36 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Osama Sarm - Fichier : Street in Babylon.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 37 : Illustration Roger Torrenti d'après document Wikimedia Commons (Auteur : luherath - Fichier : Spirada night sky.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 38 : Photo et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Photo Roger Torrenti

ÉDITORIAL

Début juin, Michel Lalos nous quittait et la communauté française et internationale des cadrans solaires perdait l'un de ses membres les plus éminents. Il avait préparé, il y a un an, pour le n°4 de ce magazine, un article[1] qui commençait par ces quelques lignes : « Comment est né mon intérêt pour les cadrans solaires et la gnomonique ? Difficile de répondre, il n'y a pas eu de coup de foudre mais une succession de petits évènements et de belles rencontres ».

Il était surtout connu par les amateurs et professionnels des cadrans solaires et de la gnomonique par son site http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/ qui était, comme nous l'avons déjà écrit dans ce magazine, « une véritable mine d'or », tellement riche qu'il est impossible, en quelques lignes, d'en résumer les innombrables rubriques.

Je l'utilise systématiquement lorsque (entre autres) je recherche une information fiable sur un cadran solaire donné (près de 40 000 sont répertoriés). Nous ne pouvons que vous inviter à le visiter ou le revisiter fréquemment (des actions sont en cours pour en assurer la pérennité).

C'était un homme aimable et discret. Il avait choisi de mettre en exergue sur la page d'accueil de son site une devise « La vie fuit comme l'ombre ». Oui, Michel, mais ta mémoire restera très longtemps parmi nous.

Nous te dédions ce numéro, Michel, et souhaitons à chaque lecteur « une succession de petits évènements et de belles rencontres ».

Roger Torrenti
Responsable éditorial

[1] De petits évènements et de belles rencontres – Michel Lalos/

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit, Michèle Tillard et Roger Torrenti.



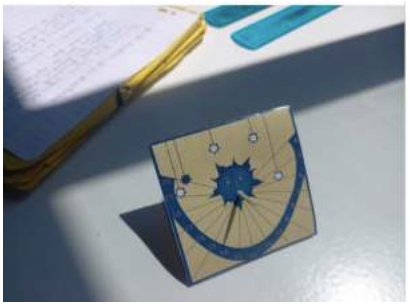
Dépôt légal : septembre 2023 - ISSN 2824-057X
Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

Le compte @MOOC_CS de l'application Twitter (rebaptisée 𝕏) permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Un grand bravo à l'enseignante et à ses élèves !

> **Alina Cristian** @AlinaCristian6 · 16 juin
> Maintenant, les élèves ne devraient plus me demander l'heure, avec le cadran solaire qu'ils ont réalisé. La joie de "Madaaame, ça marche !" est immense :



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Oui, effectivement un beau cadran solaire datant de 1777 intégré dans les pierres du château de Montjuïc à Barcelone

> **Pipapipia** @pipapipia · 6 juin
> A wonderful sundial in the tower of Montjuïc Castle. Barcelona..



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Merci pour le partage ! Oui, un beau cadran "très déclinant de l'après-midi" (orienté vers l'ouest) avec un style rappelant un couteau et daté de 1994

> **Autechaud Céline** @AutechaudC · 19 mai
> Magnifique cadran solaire découvert aujourd'hui à Thiers ville des couteliers.
>
> #cadransolaire @MOOC_CS



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
C'est navrant...

> **DELARUE Emmanuel** @DELARUEEm · 8 juin
> L'hôtel Noirât il n en reste pas grand chose. Ses seuls vestiges (un fronton et un cadran solaire) ont été déplacés 80 rue de l'Hôtel-de-Ville mais comme on se tape du Patrimoine ils sont rn train de disparaître derrière une vigne vierge.
> A lire ==>
> ..ndependantducoeurdeparis.blogspot.com/2023/06/mmdlxx...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Un gnomon va à nouveau être utilisé par une mission spatiale. Bravo à @CDNSpacegal et à son équipe !

> **Maria Nickel (she/her/elle)** @CDNSpacegal · 1 juin
> Very soon- I will be on my way to see the IRIS MB Cube Satellite -1 engineering team at KSC to see the launch of our Gnomon instrument & satellite on the Space X dragon . Proud of this journey & of my student engineers launch date June 3 at 12:35pm



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Une tradition originale : déposer une pièce de monnaie porte-bonheur sur un vieux cadran solaire (ici à Dunino, près de St Andrews en Écosse)

> **Sandy Stevenson** @tourscotland · 28 avr.
> Tour #Scotland travel video Blog of a #Scottish sundial on visit and trip to the churchyard in #Dunino, #Fife. An old Sculptured stone probably of pictish origins which was reused as sundial from 1698. Locals leave a coin or coins on the sundial for lucktour-scotland-photographs.blogspot.com/2023/03/sundia...



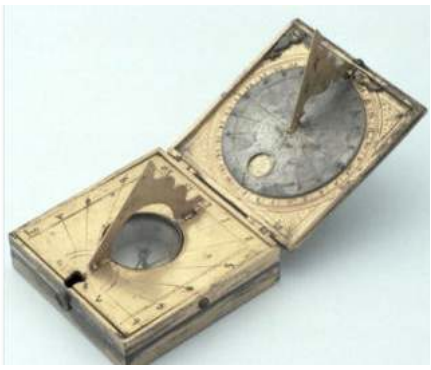
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Un cadran solaire du début du XIXe siècle ressemblant à s'y méprendre à une montre à gousset...

> **History of Science Museum** @HSMOxford · 16 juin
> Sometimes 1st impressions can be deceptive.
>
> Take this French dial from the early 1800s. It seems like a pocket watch but look closer & you'll see it's a #sundial and compass.
>
> When you're not using the dial, a small catch on the edge locks the compass-needle in place.



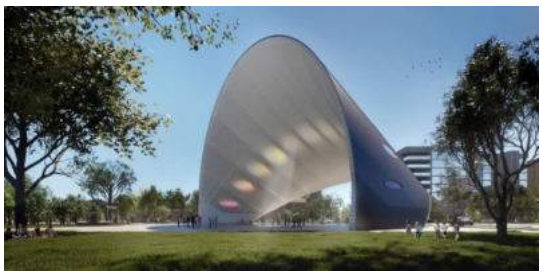
MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18 mai
Un bel objet : l'occasion de rappeler que tout cadran solaire peut être utilisé, avec une table de conversion, pour lire l'heure la nuit ! 😇 Voir cadrans-solaires.info/wp-content/upl

> **History of Science Museum** @HSMOxford · 10 mai
> It's a marvellous night for a moondial ...
>
> A full moon is bright enough to cast shadows, so this #sundial was made c. 1570 to tell the time by moonlight. The silver disc converts "moon time" to solar time.
>
> Probably admired more for its ingenuity than practicality.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 18h
"L'arche du temps" : un très beau projet monumental de l'architecte Riccardo Mariano qui devrait voir le jour à Houston (Texas). La structure n'agit pas uniquement comme un cadran solaire géant : elle est constitué de cellules solaires alimentant 40 maisons alentour

> **Interesting Engineering** @Intengineering · 20 juil.
> The project, called the Arch of Time, will stand 100 feet tall and generate enough solar power every year to offset 40 Texans' home energy use.
> interestingengineering.com/innovation/hou



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
C'est bien entendu beaucoup beaucoup moins regrettable que la cinquantaine de blessés, dont 6 en urgence absolue, mais bien désolant quand même (merci @degioanni pour avoir attiré notre attention)

> **Paris Bise Art** @ParisBiseArt · 22 juin
> >>>> Détruit cette nuit par une explosion:
> Cadran solaire
> paris-bise-art.blogspot.com/2009/08/cadran...



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Merci pour le partage des photos de cet imposant cadran équatorial équipé d'une double graduation de lecture, l'une pour l'heure d'hier, l'autres pour l'heure d'été (Victoriaville, dans le comté d'Arthabaska, au Canada)

> **Cycle Fun Montreal** @CycleFunMtl · 8 juin
> Sundial (Cadran Solaire) in #Victoriaville downtown centreville beside bike path/Route Verte.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS · 1 juil.
Vernissage aujourd'hui de la belle exposition consacrée à Jean-Paul Riopelle à la Fondation Maeght (Saint-Paul de Vence) avec son œuvre « Cadran solaire » de 1983 mise à l'honneur à l'entrée 😇



CADRANS SOLAIRES D'ANDALOUSIE

Esteban Martínez Almirón

Esteban Martínez Almirón nous emmène dans cet article à la découverte du patrimoine de cadrans solaires de l'Andalousie, cette belle région espagnole à l'histoire si riche.

C'est à la fin du siècle dernier que nous avons pris l'initiative de proposer, par le biais de notre site Internet www.relojandalusi.org, la création d'un catalogue des cadrans solaires existant en Andalousie. À partir d'un petit nombre d'entre eux que nous avions repérés dans différents endroits, grâce à l'aide enthousiaste de nombreux amis et collaborateurs amoureux du patrimoine, nous avons pu répertorier 610 cadrans solaires, « historiques » (plus de 100 ans) ou récents, publics ou privés, bien dessinés ou plutôt décoratifs.



Répartition géographique des cadrans andalous recensés

Parmi eux, certains très spéciaux qui ont « émigré » vers d'autres territoires et qui sont conservés dans des musées et des universités, comme au musée archéologique national de Madrid, au musée ethnologique de Barcelone ou à l'université d'Harvard aux États-Unis. Tous ces cadrans constituent un patrimoine culturel particulier et étendu que nous offrons au monde en images depuis notre petit coin virtuel.

Bien que le Soleil brille en moyenne plus de sept heures et demie par jour, la présence de cadrans solaires en Andalousie n'est pas numériquement remarquable si on la compare à d'autres endroits moins ensoleillés. La raison réside peut-être dans le lieu et les matériaux avec lesquels ils ont été fabriqués, mais aussi dans le manque d'intérêt pour la conservation du patrimoine : en témoignent les 86 pièces manquantes que nous avons malheureusement pu identifier.

Mais ce n'est pas en quantité mais en qualité que nous sommes fiers de posséder un riche patrimoine gnomonique composé de plus de 320 cadrans historiques et de plus de 200 cadrans de fabrication plus récente.



Cadran andalou (Cordoue)



Complexe gnomonique du jardin historique de Churriana, à Malaga (bibliotecavirtual.malaga.es)



Dos Hermanas (Seville), Hacienda Ibarburu (Jesús Marín)



Église S. Juan Bautista à Hinojosa del Duque (Cordoue)



Cadran de l'église de Cortelazor, Huelva (Ignacio Garzón)



Église Sta. María de la O à Sanlúcar de Barrameda (Cadix)

Parmi ceux-là, il convient de souligner sept pièces d'origine romaine, sept autres d'origine andalouse, les cadrans du complexe monumental de la ville Renaissance d'Úbeda (province de Jaén), les cadrans semi-circulaires de la Sierra de Aracena à Huelva, le triple cadran du monastère de San Jerónimo à Grenade, et le complexe gnomonique du jardin historique de Churriana, à Malaga, avec ses 71 surfaces de lecture : un authentique joyau. Parmi les plus récentes, le monumental cadran vertical du Palais de la Merced à Cordoue mérite une mention spéciale.

La répartition par province est inégale, bien que dans presque toutes les provinces on trouve des monuments importants qui abritent ou ont abrité des cadrans solaires : la Giralda de Séville, avec sept pièces documentées, la mosquée de Cordoue, l'Alcazaba d'Almeria, les cathédrales de Jaén et de Grenade, les ruines romaines de Baelo Claudia à Cadix et même l'Alhambra de Grenade.

Il ne faut pas non plus oublier les églises et autres édifices religieux, avec plus de 150 cadrans, ni les plus de 100 conservés dans les zones rurales, en particulier dans les cortijos et haciendas (maisons rurales traditionnelles).

Mentionnons enfin les côtes méditerranéenne et atlantique andalouse où, ces dernières années, de nombreuses pièces ont été installées sur les plages et les promenades maritimes (voir la revue *L'Astronomie* de la SAF, numéros 55, 57, 59 et 60 de novembre 2012 et janvier, mars et avril 2013).

Un bon prétexte pour faire connaissance avec les cadrans solaires d'Andalousie à travers eux !

Esteban Martínez Almirón relojandalusi@gmail.com aujourd'hui retraité, a été gestionnaire, technicien administratif à la Sécurité sociale. Il a créé en 2000 le site www.relojandalusi.org. Il a publié de nombreux articles sur la gnomonique dans des revues spécialisées, et est également l'auteur de plusieurs cadrans solaires et d'autres projets connexes.



Cathédrale de Jaén



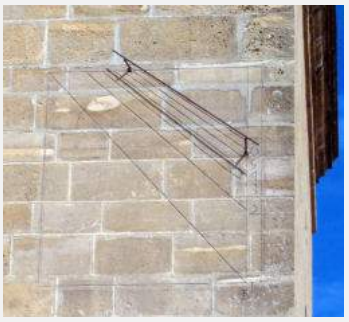
Palais de la Merced à Cordoue



Cadran monumental à Los Llanos, Torrox-Costa (Málaga)



Église Santa Maria La Mayor à Algarinejo à Grenade (M. Pizarro)



Hôpital de Santiago à Úbeda (Jaén)



Église N.S. de la Encarnación à Cuevas de Almanzora, Almería (A. Cañones)



Monastère de S. Jerónimo à Grenade



Église de la Asunción à La Zubia (Grenade)



Un des cadrans doubles de l'église de la Magdalena à Séville

HORLOGE SIDÉRALE SOLAIRE

David Alberto et Yvon Massé

Cet article rappelle quelques éléments de cosmographie liés au temps sidéral, et expose le principe d'un instrument simple permettant de lire le temps sidéral grâce au Soleil.

L'HEURE SIDÉRALE

L'heure sidérale, comme son nom l'indique, découle de la position des étoiles, de la même façon que l'heure vraie provient de la position d'une étoile particulière, notre Soleil. La différence essentielle est qu'il y a une multitude d'étoiles, aussi l'heure sidérale indique la position d'un point particulier, le point vernal, sur lequel nous reviendrons.

Les étoiles ont une position apparente fixe les unes par rapport aux autres ce qui permet de les associer en figures remarquables : les constellations, comme par exemple la Grande Ourse. On peut ainsi penser, comme les anciens l'ont longtemps cru, qu'elles sont fixées sur une sphère (la sphère des fixes) au centre de laquelle nous nous trouvons. La rotation de la Terre sur elle-même semble donner à cette sphère un mouvement régulier en sens inverse.

Pour définir la position de chaque étoile, les astronomes ont imaginé un système de coordonnées dont une des origines est la projection de notre équateur sur la sphère céleste.

On peut ainsi déterminer l'équivalent de notre latitude sur Terre, appelée déclinaison. Il faut ensuite prendre un point particulier sur l'équateur céleste pour définir l'équivalent de notre méridien origine. Le point qui a été retenu est la position du Soleil à l'équinoxe de printemps (notre point vernal) et l'équivalent de la longitude est l'ascension droite, qui se compte généralement en heure de 0 à 24 h (avec la correspondance : 1h pour 15°) dans le sens de déplacement du Soleil par rapport aux étoiles (Fig. 1). Attention, ce sens n'est pas celui que nous percevons, d'est vers l'ouest, qui est dû à la rotation de la Terre mais, en fait, le sens inverse qui provient de la rotation de la Terre autour du Soleil.

Les astronomes utilisent donc l'heure sidérale (ou temps sidéral TS) qui est une indication précieuse pour leur travail. En effet, connaissant les coordonnées de l'objet céleste qu'ils veulent observer, il leur suffit de soustraire son ascension droite α à l'heure sidérale pour obtenir son angle horaire H : H = TS - α.

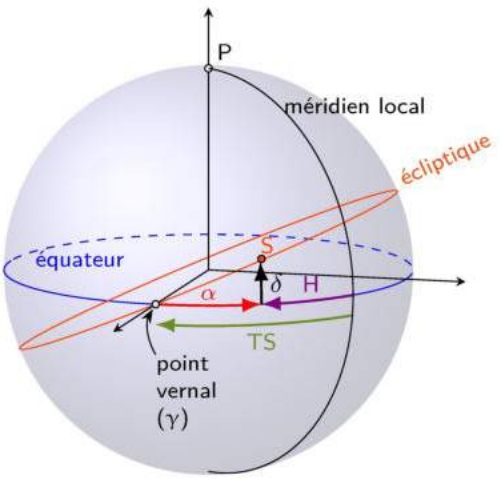


Fig. 1. Quelques éléments de la sphère céleste, avec des coordonnées repérant la position du Soleil. α : ascension droite, δ : déclinaison H : angle horaire, TS : heure sidérale

PRINCIPE DE L'HORLOGE SIDÉRALE SOLAIRE

Comment se servir du Soleil pour connaître l'heure sidérale ? Les cadrans solaires les plus simples disposent d'une table dans le plan de l'équateur. À partir de la Fig. 1, on peut projeter la position du Soleil sur le plan de l'équateur (Fig. 2).

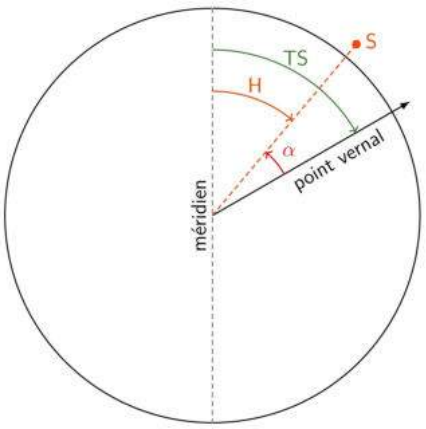


Fig. 2. Projection sur l'équateur céleste de la position du Soleil, repéré par son ascension droite.

Si la table équatoriale est munie d'un style perpendiculaire central, son ombre – à l'opposé du Soleil – pourra indiquer son ascension droite. L'ascension droite du Soleil, contrairement à celle des étoiles, n'est pas constante. Elle varie au rythme d'environ 1° par jour, puisqu'il faut environ 365 jours pour passer de 0 à 360°.

Il faut donc que l'utilisateur de cette horloge ajuste manuellement l'orientation des graduations selon la date (Fig. 3).

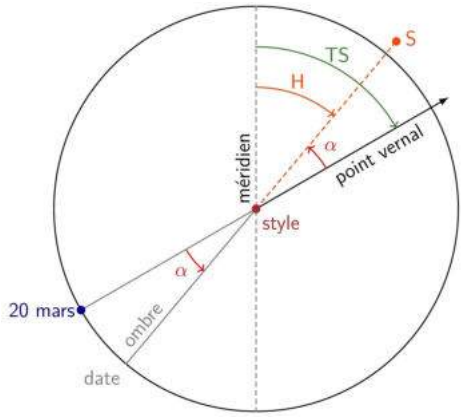


Fig. 3. Principe de lecture de l'heure sidérale d'après l'ombre du style polaire.
Les graduations de dates doivent être disposées selon l'ascension droite du Soleil.
À l'équinoxe de mars, l'ascension droite est nulle.

Au cours d'une journée, l'heure sidérale TS varie parce que l'angle horaire du Soleil (H) varie. Au cours de l'année, pour une heure solaire donnée, TS varie du fait de l'évolution de l'angle α.

Les valeurs d'ascension droite du Soleil pour les différentes dates de l'année peuvent être obtenues par une modélisation mathématique ; on peut plus simplement les obtenir via le service d'éphémérides de l'IMCCE (Institut de mécanique céleste et de calculs d'éphémérides)[1].

La table de l'instrument étant équatoriale, la face nord ne peut être utilisée que lorsque le Soleil se trouve au-dessus de l'équateur, c'est-à-dire entre mars et septembre. Il faut donc limiter les graduations de dates, et prévoir un tracé différent pour le reste de l'année, au verso.

UTILISATION DE L'HORLOGE SIDÉRALE

Pour que le disque soit incliné selon la latitude d'utilisation, il est fixé sur un support gradué en latitude. Il faut ensuite orienter l'ensemble selon le méridien local ; sur le support un index symbolise le méridien.

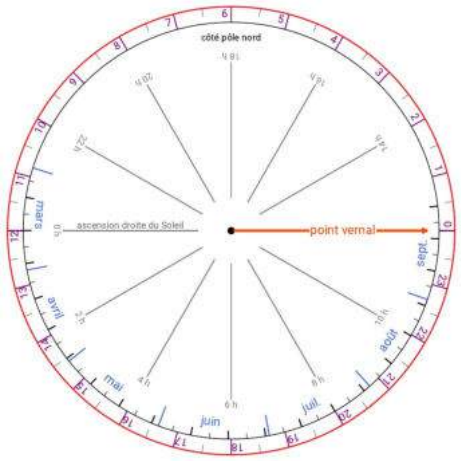


Fig. 4. Le tracé pour la période mars-septembre.
Les graduations extérieures indiquent l'heure sidérale.
L'ascension droite du Soleil est indiquée par l'ombre du style (toutes les 2 h) ; on retrouve des valeurs particulières aux changements de saison : 0 h à l'équinoxe de mars, 6 h au solstice de juin, 12 h à l'équinoxe de septembre.

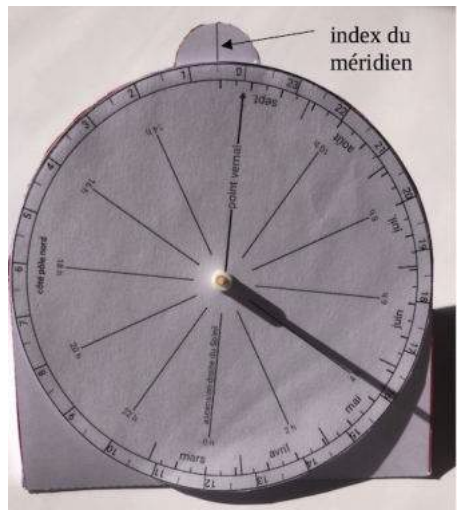


Fig. 5. L'horloge sidérale solaire en fonctionnement.
Le disque a été tourné pour amener la date du 25 mai sur l'ombre du style. La flèche indique la position du point vernal. Les graduations extérieures indiquent l'heure sidérale en face de l'index : environ 0h30.

Vous trouverez à l'adresse ci-dessous le document à télécharger pour construire cette horloge sidérale.

https://www.astrolabe-science.fr/horloge-siderale-solaire/

David Alberto a été présenté dans le n° 7 de ce magazine (« Parole à un gnomoniste ») et développe notamment le site https://www.astrolabe-science.fr/

Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n° 2 de ce magazine (« Parole à un gnomoniste ») et développe notamment le site https://gnomonique.fr/

Tous deux font partie du comité éditorial de ce magazine.

1 https://ssp.imcce.fr/forms/ephemeris

MINI-TOUR D'EUROPE (2/2)

Alix Loiseleur des Longchamps

Après la première partie (parue dans le n°8) de son mini-tour d'Europe des cadrans solaires, l'autrice nous invite ici, avec ses photographies, à flâner dans les régions françaises et les pays voisins.

En partant par l'est, en Allemagne, le cadran solaire (die Sonnenuhr) sur la façade du château d'Heildelberg. Les lignes horaires sont tracées de 6 h 00 du matin à 3 h 00 de l'après-midi et numérotées en chiffres romains. Les arcs qui croisent les lignes horaires sont les arcs diurnes. Le tracé que suit l'ombre du style aboutit à des signes du zodiaque. (Photo 1 prise le 29 avril 2019 à 11 h 48).

Sur l'Altes Rathausturm de Munich, un cadran déclinant de l'après-midi, gravé et peint sur enduit, lignes avec courbes en huit colorées, arcs diurnes, style polaire « bouleté ». (Photo 2 - 30 octobre 2017 à 15 h 24).

La Suisse - pays de la mesure du temps par excellence - et Genève sous une belle lumière, pour ce gracieux cadran/quadrant déclinant de l'après-midi, style issu d'un soleil placé au centre du quart de cercle et daté 1643. (Photo 3 - 25 août 2017 à 14 h 55).

Veilha, un petit village médiéval du Val d'Aran en Catalogne, un cadran (rellotge de sol) sous le Soleil écrasant d'un jour d'été, l'ombre d'une antenne semble jouer avec l'ombre du style planté au cœur d'une fleur stylisée à quatre pétales. (Photo 4 - 1er août 2016 à 11 h 21).

À Lisbonne, s'il y a un cadran (relógio de sol) qui se fond dans le décor quitte à en devenir invisible, c'est bien celui de la cathédrale (Sé de Lisboa), placé sur le côté, tout simple mais légèrement en relief et qui semble résister à l'épreuve du temps. (Photo 5 - 4 mai 2022 à 17 h 32).

L'Écosse possède de nombreux beaux cadrans, situés en extérieur, ou conservés dans des musées comme les magnifiques modèles conservés à Édimbourg. Ici celui de Stonehaven, au nord-est du pays, placé sur une vieille pierre et donnant sur le port. Magnifique objet, même sans soleil. (Photo 6 - 6 août 2022 à 15 h 17).



1



2



3



4



5



6

En passant par la Bretagne... Landerneau (29), sur la cheminée de cette maison Gillart du XVIe siècle, emplacement assez inattendu, ce petit cadran ravissant orné de deux lions. (Photo 7 - 4 août 2017 à 11 h 20).

En Alsace, les façades fleuries et colorées sont un régal pour les yeux, comme cette maison individuelle à Metzeral (68), où un grand cadran coloré complété d'une belle citation en alsacien, où le mot Sonn (Soleil) apparaît central. (Photo 8 - 15 août 2017 à 15 h 02).

Impossible de ne pas partager celui de Turckheim (68), situé sur la tour fortifiée de la Porte de France, surmonté d'une meurtrière et de deux canonnières, les demi-heures indiquées en lignes plus courtes. Une vraie paréidolie ! (Photo 9 - 13 août 2017 à 13 h 46).

Au creux des montagnes de Haute-Savoie, à Samoëns (74), jouant avec l'ombre et le Soleil, un cadran moderne de 1986, présenté sur fond de décor de la région, complété de la citation *Festina lente* et indiquant les données topographiques : altitude, longitude et latitude. (Photo 10 - 21 août 2017 à 15 h 05).

Un petit coin de Provence sous un ciel bleu intense, à Blauvac (84), un cadran assez simple, bien usé par le temps, sur la tour de l'église. (Photo 11 - 27 avril 2016 à 14 h).

Un petit écart en mer... Sartène (2A), en Corse-du-Sud, sur le clocher de l'église Sainte-Marie, un cadran méridional avec style fléché. L'austérité de la pierre adoucie par le bleu vif du ciel. (Photo 12 - 6 août 2021 à 9 h 31).

Restons encore côté mer avec ce mur joliment décoré d'éléments marins d'un cadran en céramique à Port-Bou (66). (Photo 13 - 16 août 2016 à 16 h 59).

J'aimerais aussi vous parler de ce cadran de Sorède (66) qui allie art contemporain et astronomie, de ces cadrans peints sur ciment à Saint-Sever (40) que j'ai photographiés de nuit, de cet adorable cadran en forme de cœur sur une maison à tourelle de Mortagne-au-Perche (61), de ce grand cadran à la recherche du Soleil d'hiver à Montereau-Fault-Yonne (77), et de bien d'autres encore ! Mais la place manque... Peut-être dans un prochain numéro ?

Après des études de lettres modernes (jusqu'à une thèse ébauchée concernant Paul Meurice), diplômée de l'INTD-CNAM, Alix Loiseleur des Longchamps est « assez occupée par le merveilleux métier de libraire depuis plus de 30 ans ». Amatrice d'expositions, de broderies, de cuisine, parfois de photos, et de "curiosités" comme... les cadrans solaires, des objets qui la captivent « tout en restant toujours bien énigmatiques ».


7


8


9


10


11


12


13

GNOMONIQUE ET SPIRITUALITÉ

Yves Opizzo

Yves Opizzo (voir « Parole à un gnomoniste » en page 30) nous propose avec cet article de découvrir un aspect rarement abordé de la gnomonique : la spiritualité.

Encore un titre provocateur, me semble-t-il déjà entendre ! Eh bien non, ce n'est pas une provocation. J'ai eu la chance, en 2010, de présenter l'objet ci-après à la réunion annuelle des gnomonistes français au siège de la Société Astronomique de France, rue Beethoven à Paris. Déjà l'ambiance de cet immeuble splendide impose du respect et aussi de la nostalgie. Mais de la spiritualité ? Voyons un peu de quoi il retourne.

En 2008, j'ai réalisé un cadran solaire vraiment magnifique devant la Volksbank à Bisingen, en Allemagne. C'est une boule de granite noir, de 80 cm de diamètre et de 800 kg, posée sur un socle d'acier noble. Un méridien mobile traditionnel (angle horaire AH) et un équipage permettant de suivre la déclinaison (Delta), le tout en inox comme il se doit, assure une précision de l'ordre de 15 secondes dans la lecture du TVL et même du TEC, Temps de l'Europe Centrale, donc du temps légal. AH et Delta donnent les coordonnées horaires. Mais j'ai ajouté un système permettant de trouver facilement l'azimut (Az) et la hauteur (h) du Soleil ou de la Lune. AH et Delta donnent les coordonnées horaires, tandis que Az et h donnent les coordonnées dites locales. Si en place de AH l'ascension droite est déterminée, nous avons les coordonnées équatoriales, et c'est déjà beaucoup plus rare en gnomonique. Les coordonnées écliptiques (latitude et longitude écliptiques) ne sont là quasiment jamais employées, mais il y a des exceptions !

Je l'avoue, j'étais très heureux du résultat et je le suis toujours. L'objet complet est d'une « harmonie essentielle », une chose qui se passe rarement, lorsque tout est en place, ou rien ne manque ou ne semble manquer. Mais, chercheur dans l'âme, je me suis demandé s'il était possible d'aller plus loin encore. Et je vis rapidement que c'était même aisé, il suffisait de tenir compte de l'écliptique ! Rappelons que l'écliptique est le plan sur lequel la Terre tourne autour du Soleil. De très nombreuses sphères armillaires (armille = cercle) incluant un écliptique mobile existent depuis fort longtemps. Beaucoup plus rare est un équipage mobile sur l'écliptique permettant de trouver la longitude écliptique du Soleil ou de la Lune.

J'avais donc en tête tout à coup un ensemble déjà complexe, avec de nombreuses choses tournant de diverses façons et montrant des faits astronomiques indubitables, parfaitement clairs et définis, de façon totalement analogique. Attention, amis lecteurs, c'est très sérieux : l'un des atouts majeurs de la gnomonique est justement l'analogie. Même les cadrans à fibres optiques, digitaux (comme les merveilles de l'ami Heinz Scharstein), ou munis d'afficheurs quelconques sont des objets analogiques, donc analogues à la Nature et c'est capital. Un cadran solaire ne fonctionne pas d'après les indications d'un programme informatique (que j'enseigne depuis 49 ans…). Évidemment, un ordinateur s'impose aujourd'hui pour les calculs, mais après ? C'est le Soleil ou la Lune qui donneront les indications, pas une batterie ou une pile avec un système digital. Sans ces astres, pas d'information directe ! C'est une grande leçon de la gnomonique.

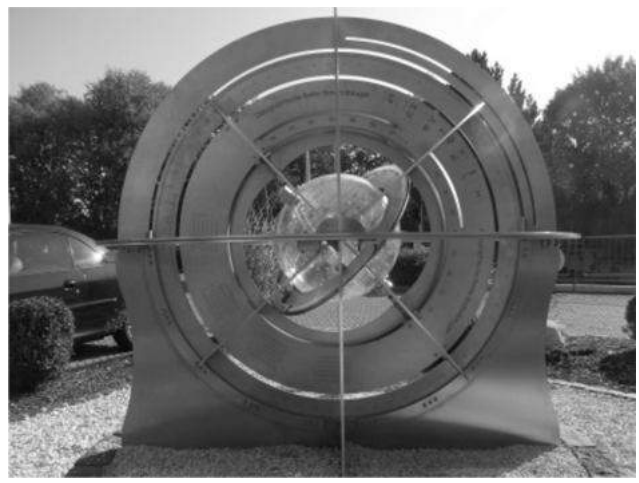
Mais j'ignorais alors qu'une bombe philosophique allait bientôt éclater dans ma tête. En effet, se mirent à tourner bien des sphères et divers phénomènes, trop complexes pour être suivis directement. Le seul moyen est de laisser faire, bref de méditer. Or j'enseigne aussi – mais oui ! – l'Aïkido et la méditation depuis de nombreuses années, plus de trente, et je suis habitué à ce silence qui se fait en vous, lorsque plus rien ne perturbe l'esprit, lequel devient complètement calme.

Et je suis resté dans cet état quinze ou vingt minutes, avant de revenir d'un seul coup, d'un seul, avec une incroyable, définitive connaissance en tête : oui, il est possible de trouver la longitude terrestre du lieu où l'on se trouve sans connaître l'heure d'un méridien de référence ! Cela vous semble-t-il banal, peu intéressant, peu de chose ? Détrompez-vous ! Ce problème fut le principal obstacle à la navigation en haute mer, lorsque plus aucun repère terrestre n'est utilisable, lorsque seules les étoiles, les planètes et bien évidemment la Lune et le Soleil peuvent servir de repère. Trouver le temps local n'est pas très difficile, puisqu'un bon « anneau équinoxial » est tout à fait satisfaisant pour cela, avec une précision de l'ordre de la minute d'heure.

Il faut connaître la latitude géographique du lieu, mais ce n'est pas très difficile, en mesurant, entre autres possibilités, la hauteur de la Polaire. Le bateau ne va pas si vite que la mesure de nuit ne sera plus valable au matin. Mais la Terre est une boule qui tourne. Il est toujours midi quelque part, sur un méridien quelconque (mon cadran « Corona » le montre bien). Comment faire alors pour déduire la longitude du lieu, laquelle est arbitraire ? La latitude est réellement naturelle, puisque l'Équateur l'est lui-aussi. Mesurer l'angle entre l'Équateur et le lieu ou entre la Polaire et le lieu donne la latitude. Mais la Terre tourne autour de son axe, sans le moindre point particulier pour cela, et c'est la raison pour laquelle mesurer la longitude est si délicat. Personne, apparemment du moins, n'avait pensé à cette solution : le Soleil (ou la Lune, mais c'est encore plus délicat) donnent en même temps deux indications diverses utilisables pour résoudre le problème. La première est le TVL, donc ce que donne un cadran solaire banal. La deuxième est sa position sur l'écliptique, et ce de plusieurs manières, à savoir le TS (Temps Sidéral), l'ascension droite ou la déclinaison. Toutes ces variables sont liées par des formules trigonométriques hors de propos ici, mais bien claires. Si le cadran solaire est en mesure de donner en même temps ces deux informations, alors il suffit de comparer les valeurs obtenues ainsi avec celles données par des tables calculées auparavant et emportées avec soi sur le navire. Un petit exemple expliquera tout. L'objet solaire, que j'ai appelé Apolyciel, nous donne 11 h 00 TVL et Delta = 2° 18′ 24′′ le 26 mars. Sur les tables calculées pour le méridien de Greenwich, je lis que pour cette date (avec quelques interpolations, le cas échéant), la déclinaison donnée par l'appareil est atteinte vers 02 h 00 TVL de Greenwich. Je suis donc à environ neuf heures de Greenwich, soit à la longitude d'environ 135° Est, peut-être au large de Yokohama.



En raccourci, notons ceci : la déclinaison du Soleil (supposée constante pour la journée en gnomonique « banale ») observée en tout point de la Terre à un instant donné est la même. En cherchant dans les éphémérides spéciales (appelées Apolynautiques) établies pour Greenwich (TVL), il est possible de déterminer par interpolation l'heure TVL de Greenwich à l'instant de l'observation. L'angle horaire du Soleil donne l'heure locale à l'instant de l'observation. La différence de ces heures donne la longitude. Ce n'est pas simple ? En effet… Mais je voulais seulement démontrer ici qu'un cadran solaire permet d'aller bien au-delà de la mesure du temps, qu'il est un élément de spiritualité pure, claire, naturelle, tranquille. Et sans la pratique de la méditation, jamais, – *ô grand jamais !* – je n'aurais tenté de trouver une solution à ce problème qui pour moi n'existait même pas. J'aurais tout de suite conclu qu'il fallait un chronomètre de marine (merveilleux instrument au demeurant) pour résoudre le problème. Simplement observer et ne rien faire d'autre fut le déclic. Mais après… il fallut des mois de travail et bien des déconvenues pour arriver au résultat que voici :



L'apolyciel devant la « Préfecture » de Balingen a fière allure sur son socle de basalte. Quatre systèmes de coordonnées (locales, horaires, équatoriales et écliptiques) sont directement utilisables avec ce système géocentrique. Grâce à une petite lentille de bonne qualité, la surprenante précision d'une seconde en lecture du temps est réellement atteinte avec cet objet solaire (entre 10 h 00 et 14 h 00 TVL). La même lentille projette un point de lumière magenta (visible sur le document) sur un écran écliptique accessoire. Cela permet de comparer les faits locaux avec ce qu'ils seraient sur le méridien de Greenwich. Ce principe n'aurait pas vu le jour sans notion de perception totale, sans la pratique de la méditation, sans expérience de la spiritualité. Qui dit mieux ? C'est certainement possible et je suis intéressé par toute information sur ce sujet essentiel. Dernier point : Denis Savoie, alors président de la commission des cadrans solaires de la SAF, s'est donné bien du mal pour finalement confirmer le bien fondé du principe ; grand merci, cher Denis !

LE TEMPS CHEZ LES ÉTRUSQUES

Michèle Tillard

Après avoir abordé dans ce magazine[1] la « découverte » des cadrans solaires par les Romains, Michèle Tillard nous emmène encore plus avant dans l'histoire, à la rencontre des Étrusques…



Le Sarcophage des Époux (Musée national étrusque de la Villa Giulia, Rome).

Qui sont les Étrusques ? C'est un peuple, peut-être venu d'Orient, mais plus probablement autochtone, qui vécut dans l'actuelle Toscane entre le IXe et le Ve s. avant J.-C., s'étendit sur le Latium et la Campanie au Sud, en Ombrie et en Vénétie au Nord ; qui mena de rudes batailles contre les Grecs venus de Phocée, notamment, puis contre les Romains, et qui finit par disparaître politiquement, et se fondre culturellement dans la civilisation Romaine – non sans avoir enseigné à cette dernière l'alphabet, l'hydrologie, la divination, le théâtre, et peut-être un certain art de vivre. Les Étrusques, peuple de paysans et surtout de commerçants, étaient aussi des artistes exceptionnels, qui donnèrent à l'Italie sa première « Renaissance toscane ».

Mais comment ce peuple concevait-il le temps ? Il est bien difficile de le dire, dans la mesure où leur langue, encore largement incomprise, et l'absence de toute littérature qui nous soit parvenue directement ne nous renseignent guère ; nous devons nous fier à des témoignages indirects, grecs ou romains, souvent largement postérieurs à l'apogée de la civilisation étrusque. Essayons toutefois d'en dire un mot.

LE TEMPS DES CALENDRIERS

Il y a fort à parier que ces hommes en contact étroit avec la Grèce aient eu vent des efforts de la pensée grecque à ce sujet, et qu'ils aient, en particulier, connu *Les Travaux et les Jours* d'Hésiode : la vie d'un *gentleman farmer* de Cæré ou de Vulci ne devait pas différer tant que cela de celle d'un petit propriétaire terrien de Grèce centrale… Tous deux avaient à observer la course des étoiles et les phénomènes météorologiques pour déterminer le bon moment, le « kairos » comme disent les Grecs, pour semer, récolter, ou envisager une navigation paisible… Les saisons (*horai* en grec) étaient-elles considérées comme des déesses ? C'est probable, mais nous n'en savons rien.

Mais le temps n'était pas seulement celui du labeur ; tout aussi important, plus peut-être, était la détermination des jours fastes et néfastes, et des moments dédiés aux rites et aux jeux. Or là, nous avons de la chance : nous disposons très probablement d'un calendrier de ce type dans le fameux *Livre de lin de Zagreb*. Il s'agit d'un des plus longs documents écrits en langue étrusque ; emmené en Égypte, peut-être par un haruspice ou un prêtre, il servit… à confectionner une momie ; et c'est ainsi qu'il fut acheté par un diplomate croate en poste à Alexandrie, et ramené au musée de Zagreb, où il se trouve encore aujourd'hui. On s'aperçut, en déroulant la bande de tissu, qu'elle était écrite en étrusque, et qu'il s'agissait très probablement d'une liste de fêtes rituelles dédiées à différentes divinités.



Le « livre de lin de Zagreb »

LE TEMPS DE L'HISTOIRE

Le temps des calendriers se fonde sur une unité de temps qui est l'année ; celle-ci est marquée par le retour régulier des saisons, des tâches à accomplir, des fêtes à célébrer. C'est un temps à la fois cyclique et linéaire, soumis à la loi de l'éternel retour, et en même temps voué à finir.

1 Et les Romains découvrirent le cadran solaire… - Michèle Tillard

La vie humaine obéit aux mêmes règles : le Destin lui a fixé une durée maximale de douze fois sept ans, soit 84 ans ; au-delà de cette limite, l'homme se survit simplement ; le dialogue avec les dieux est rompu, et il ne reçoit plus d'eux aucun message.

Les Étrusques croyaient-ils, originellement, à la métempsychose ? Là encore, il faut rester prudent. Il est possible que sous l'influence des Pythagoriciens installés en Grande Grèce et en Campanie, ils aient été tentés par cette doctrine ; mais rien ne permet d'en être sûr. Les multiples, et magnifiques représentations du monde des morts et du passage vers l'au-delà, qu'il s'agisse des peintures de tombes ou des reliefs gravés sur les urnes, nous montrent des banquets, des jeux, des divertissements, soit donnés par les vivants en l'honneur des morts, soit poursuivis par les morts dans un au-delà qui ressemble à la vie ; et si l'on voit le défunt partir sur un char, accompagné d'un cortège funèbre, rien n'indique qu'il y ait eu un voyage de retour...



Urne d'albâtre de Volterra (IIe- Ier s.).
La riche défunte, sur le couvercle tient un miroir ; sur la cuve est représenté le voyage du couple sur un char tiré par des mulets (Musée archéologique de Volterra).

Le temps de l'Histoire, pour les Étrusques, obéissait à cette même conception tragique : un cycle pouvait être constitué d'un nombre déterminé d'années (un « siècle », pour eux, comptait de 100 à 120 ans) ; et chaque peuple s'était vu attribué, par le destin, un nombre défini de cycles. Eux-mêmes estimaient devoir vivre durant dix siècles, à savoir environ mille ans. L'Histoire leur a donné raison.

Le temps des cadrans solaires

Les Étrusques ont-ils connu les cadrans solaires ? À ma connaissance, on n'en a pas trouvé représentés dans leurs œuvres. On en est donc réduit aux conjectures... Cependant, puisque les Grecs connaissaient cet instrument, il serait bien étonnant qu'ils l'aient totalement ignoré.

On peut par ailleurs citer un indice. La cité de Marzabotto, Kainua en étrusque, fondée dans la plaine padane au VIe s. av. J.-C., est une ville nouvelle, qui fut détruite deux siècles plus tard par les Gaulois, et jamais reconstruite ; son plan est donc resté intact. Elle est construite selon un plan orthogonal hérité des Grecs, mais conforme aux rites étrusques : elle fut bâtie autour d'un point central, au croisement du *Decumanus* et du *Cardo* (avenues orientées N-S et E-O, que les Romains reprendront à leur compte), où l'on a découvert une fosse contenant 4 galets gravés d'une « croix d'orientation ». En outre, si l'on trace une ligne entre le podium de l'acropole, un point élevé d'où apparaît la totalité de la ville, et qui fut sans aucun doute choisi par l'augure, et ce point initial de la cité, elle « coïncide exactement avec la direction où le Soleil se couche sur la colline d'en face au solstice d'hiver », comme l'explique le professeur Giuseppe Sassatelli de l'Université de Bologne[2].

Peut-on en conclure que la cité toute entière était conçue comme un gigantesque, mais sommaire cadran solaire, à l'instar de ce que sera, à Rome, le *comitium* (voir l'article[1]). Pour les Étrusques, l'orientation des bâtiments était une donnée essentielle : tous les temples étaient orientés N-S, et situés à l'extrémité de l'axe principal de la ville, le *decumanus*. Formé de murs aveugles sur trois côtés, il ne présentait un vestibule orné de colonnes que sur sa façade... c'est à dire face au Sud. Là encore, l'architecture permettait, dans une certaine mesure, d'indiquer le temps.

Les Étrusques étaient un peuple étonnant, à la fois proche et lointain. Pour autant qu'on le sache, ils avaient développé une conception assez particulière du temps ; disposaient-ils d'instruments comparables à ceux des Grecs et des Romains ? On ne peut en être sûr, même si, très vraisemblablement ils les connaissaient. L'archéologie nous apportera peut-être un jour une réponse définitive....

Michèle Tillard michele.tillard@gmail.com, ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien. Voir https://philo-lettres.fr/

[2] https://www.mondedelabible.com/le-site-de-marzabotto-eclaire-la-religion-etrusque/

CADRANS SOLAIRES ET TRANSPARENCE

Roger Torrenti

Cet article vous invite, à partir du projet d'un cadran vertical à installer sur un mur, à imaginer bien d'autres cadrans solaires possibles, avec « transparence » pour point commun…

Vous projetez d'installer un cadran solaire sur le mur de votre appartement, de votre maison, de votre classe d'école, etc. mais vous regrettez qu'il vous faille sortir pour y lire l'heure… Alors, pourquoi ne pas installer le cadran, non sur un mur mais sur une vitre, afin de pouvoir lire l'heure, par transparence, tout en restant à l'intérieur ? Ce cadran est très facile à réaliser : vous tracez un cadran traditionnel (identique à celui du mur extérieur de même orientation) avec par exemple le logiciel en ligne (gratuit) TraCad[1] d'Yvon Massé présenté dans le numéro 7 du magazine[2], et l'imprimez sur une feuille transparente ou de papier calque que vous fixerez du côté extérieur de la vitre en prenant soin que la ligne de midi soit bien verticale (Photo 1). Il vous reste à fabriquer et fixer le style plein ou le gnomon perpendiculaire mais c'est une étape facile (l'emplacement et la taille vous sont indiqués par TraCad). Et c'est tout !

Et vous ne vous étonnerez pas bien entendu de voir les marques horaires apparaître à l'envers ni l'ombre du style ou du gnomon se déplacer dans le sens des aiguilles d'une montre, et non dans le sens inverse comme pour un cadran mural… Tentant à réaliser non ?

Vous pourrez aussi, afin de rendre ce cadran plus pérenne, peindre les lignes horaires ou les matérialiser par de fines bandes de ruban adhésif opaque…

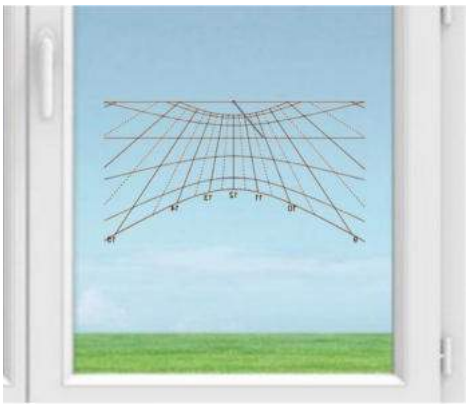


Photo 1 : Cadran solaire vertical imprimé sur une feuille transparente et fixé sur l'extérieur de la vitre.

C'est d'ailleurs ce principe qui est utilisé pour les « cadrans-vitraux », ces cadrans solaires intégrés dans les vitraux d'édifices religieux ou même de maisons particulières, comme le beau cadran solaire que John Carmichael[3], un des cadraniers américains les plus réputés, a installé dans son salon à Tucson, Arizona (Photo 2).



Photo 2
Le cadran-vitrail installé dans le salon de John Carmichael.

Et un autre cadranier américain, Jim Tallman[4], sur le même principe, a conçu un très beau cadran solaire de table (Photo 3) qui peut donc être conservé à tout moment de la journée près de soi…



Photo 3
Le cadran Spectra de Jim Tallman.

Ce dernier cadran, utilisant un matériau transparent (du Plexiglas) vous fait peut-être penser à un « cadran solaire à chambre obscure » présenté dans le n° 3 du magazine[5] ?

En effet, reprenons la feuille de papier calque imprimée suivant les indications données en début de cet article. Si vous installez au fond d'une boîte en carton (encadrée par les bords d'un rectangle préalablement découpé) et si vous percez un petit trou sur le couvercle de la boîte, une fois la boîte relevée sur son côté (et correctement orientée), vous disposerez alors d'un cadran solaire. L'heure solaire sera donnée par l'emplacement de la tache lumineuse sur le fond de la boîte (Photo 4).

[1] https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?f=2&t=151&p=757
[2] Tracer un cadran solaire en quelques clics ! – Roger Torrenti
[3] https://www.sundialsculptures.com/
[4] https://www.artisanindustrials.com
[5] Cadrans solaires à chambre obscure – Roger Torrenti

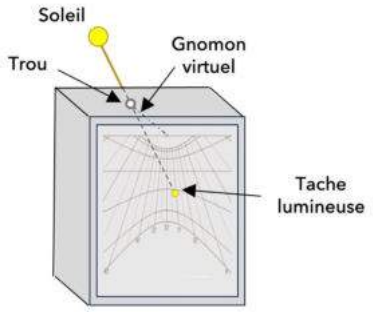


Photo 4 – Schéma du « cadran-boîte ».

Pour que ce cadran-boîte fonctionne correctement, il conviendra cependant que la boîte ait une épaisseur assez réduite, afin que la tache puisse apparaître, tout au long de la journée et de l'année, dans le rectangle formé par le fond de la boîte. On peut cependant, même si l'épaisseur est assez importante, imaginer une méridienne, comme celle de la photo 5 dont la conception est détaillée dans un article de l'Astronomie[6].

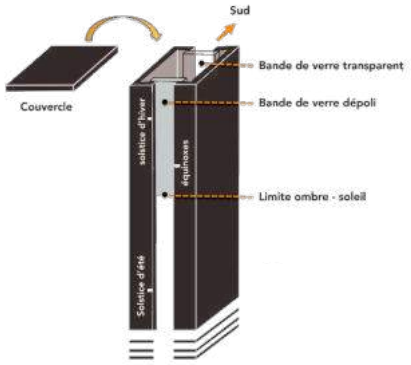


Photo 5 – Schéma de la « boîte-méridienne ».

Et cette méridienne vous inspirera peut-être à son tour un autre cadran-boîte, où l'on aura remplacé le trou par une fente traversant le couvercle de la boîte et où l'on aura tracé, pour installer au fond de la boîte, non pas un cadran classique (fondé sur l'angle horaire du Soleil) mais un cadran d'azimut (voir Photo 6). Pour le tracé des lignes horaires, on pourra se référer à la formule[7] donnant l'azimut du Soleil en fonction de la latitude du lieu, de la déclinaison du Soleil et de son angle horaire.

À ce stade, vous pourrez être conduit à poser une autre question : pourquoi ne pas « sortir » de la chambre obscure, remplaçant la boîte en carton par une boîte en Plexiglas par exemple, installant toujours le tracé du cadran au fond de cette boîte transparente (et non à sa surface comme pour le cadran de la Photo 3) ?

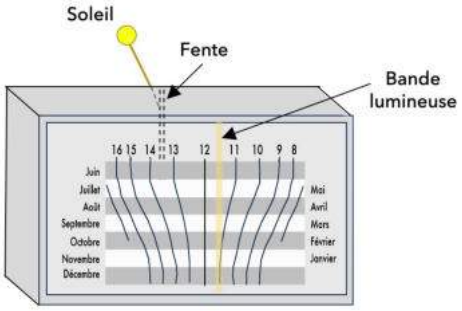


Photo 6 Cadran-boîte où le trou a été remplacé par une fente verticale.

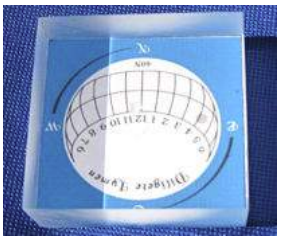


Photo 7 Cadran-boîte de la NASS.

Cela a été fait pour le cadran de la Photo 7, distribué par la NASS[8] aux participants à l'une de ses conférences, l'heure étant indiquée par l'ombre d'une petite perforation sur la face supérieure, à la verticale du centre du cadran. Ce cadran a une conception semblable au *Cadran solaire avec un clou vertical* présenté dans un article du n°7 du magazine[9]. Attention : le tracé du cadran devra tenir compte de la réfraction (voir formule en page 33 de ce magazine) du Soleil dans le Plexiglas !

Enfin, vous pourrez objecter : « Oui, mais tous ces cadrans présentés nécessitent de connaître la direction nord-sud ! ». Pour éliminer cette contrainte, vous penserez bien sûr aux cadrans de hauteur, type cadrans de berger[10]. Pour concevoir un cadran de berger transparent, les options sont multiples et leur tracé pas toujours simple, comme pour le cadran-verre[11] de la photo 8 (corrections dues à la forme du verre, aux matériaux et liquide traversés par les rayons du Soleil).

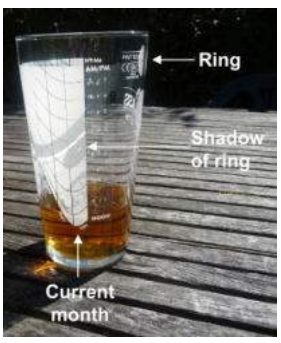


Photo 8 Un « Cadran-verre ».

Eh bien, c'est à toutes ces variantes de cadrans à « transparence », et à bien d'autres concepts encore, qu'a dû penser Claude Gahon pour sa nouvelle création « Soleil en Boîte » que je vous invite à découvrir en page 38 de ce magazine !

[6] L'Envol : alliance de l'art et de la science - Roger Torrenti
[7] http://www.cadrans-solaires.info/sequence5/co/2-3-formules-utiles.html
[8] https://www.sundials.org/
[9] Un cadran solaire avec un clou vertical – David Alberto
[10] http://www.cadrans-solaires.info/sequence4/co/1-11-cadran-de-berger.html
[11] https://sundialglass.wordpress.com/

Roger Torrenti roger@torrenti.net est le responsable éditorial de ce magazine

CRÉATION D'UNE HORLOGE SOLAIRE

Francis Reymann

À partir du fond d'une horloge classique à quartz, Francis Reymann nous propose ici de réaliser une astucieuse horloge solaire…

Il existe aujourd'hui sur le marché pour un prix modique de grandes horloges à quartz de 24 h. L'aiguille des heures fait alors un tour en 24 h alors que celle des minutes fait toujours un tour en une heure.

L'IDÉE

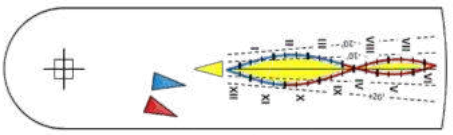
Utiliser une horloge de ce type (diamètre d'environ 30 cm) pour représenter en temps réel la course du Soleil en fonction de la date avec, bien entendu, les moments caractéristiques que sont les levers, les passages au Sud (culmination), les couchers, les crépuscules (pourquoi pas !), etc. On s'obligera à superposer à l'heure solaire (il est midi quand le Soleil passe au Sud) l'heure légale, celle qui règle notre vie sociale aujourd'hui.

LA RÉALISATION

Le tracé se fera sur le fond d'horloge. Chaque date donnera lieu à un cercle qui coupera les lignes du lieu (horizonμ etc.) aux heures des phénomènes (levers/couchers, etc.). On comprendra que 2 dates « équidistantes » des solstices seront représentées par le même cercle (21/11 et 21/01 ou 21/05 et 21/07). Finalement le tracé de l'année s'étirera entre le cercle du solstice d'hiver (env. 21 décembre) et celui du solstice d'été (env. 21 juin).

LES AIGUILLES DES HEURES ET DES MINUTES

L'heure solaire moyenne, l'heure légale d'hiver et l'heure légale d'été donnent lieu à des flèches respectivement jaunes, bleues et rouges tracées sur un transparent fixé sur l'aiguille des heures (tournant ainsi d'un tour en 24 heures), et qui vient se superposer au tracé du fond d'horloge. Les flèches des minutes appariées ont le même code de couleur. Elles sont tracées sur un petit disque fixé sur l'aiguille des minutes.



Aiguille des heures (pièce transparente)



Aiguille des minutes

HEURE SOLAIRE VRAIE

Nous savons, par la mécanique céleste qui régit notre rotation autour du Soleil, qu'il ne se passe pas exactement 24 h 00 entre deux passages du Soleil au Sud. 24 h 00 est une moyenne. Il peut y avoir jusqu'à environ 30 secondes de plus ou 21 secondes de moins. L'accumulation de ces différences crée l'équation du temps reproduite sur l'aiguille des heures solaires avec sa forme caractéristique en 8. Chaque date est alors représentée par un point sur la courbe. C'est le *point Soleil*, il donne l'heure solaire vraie.

LEVERS, CULMINATIONS ET COUCHERS

Le Soleil se lève quand le point Soleil franchit la courbe des levers (partie gauche de la grosse ligne en moustache), culmine quand il passe sur la verticale centrale et se couche quand il passe sur la partie droite de la ligne en moustache. À ces moments on peut lire simultanément – en plus de l'heure solaire vraie – l'heure solaire moyenne et les heures légales d'hiver ou d'été avec les flèches adéquates (code de couleur).

CRÉPUSCULES

On distingue :

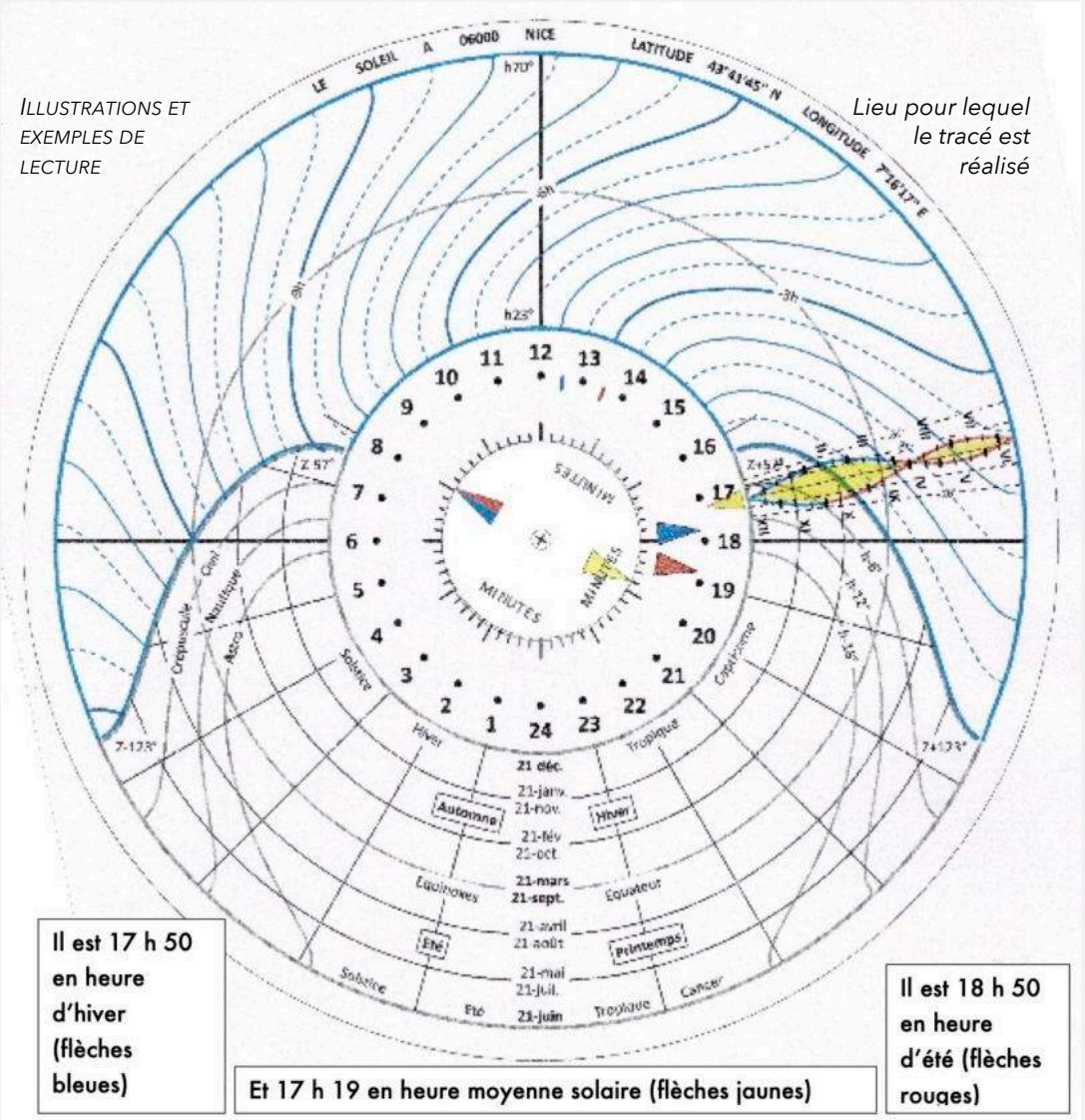
- Le crépuscule civil, lorsque le Soleil est entre 0° et - 6° : à - 6° il faut allumer la lumière !
- Le crépuscule nautique, lorsque le Soleil est entre - 6° et - 12° : à - 12° on ne distingue plus vraiment l'horizon. La mer et le ciel se confondent.
- Le crépuscule astronomique, lorsque le Soleil est entre - 12° et - 18° : à - 18° c'est la nuit noire.

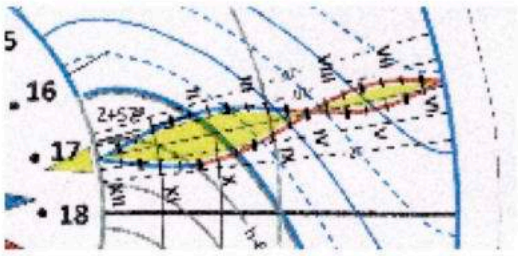
PERFECTIONNEMENT

Sur l'exemple présenté ici, la zone diurne est complétée de courbes identiques à celle du coucher mais éloignées de celui-ci d'heures en heures (traits bleus continus) et demi-heures (traits bleus pointillés). Ces courbes permettent de lire en temps réel le temps qu'il reste avant le coucher du Soleil. Les courbes sont chiffrées toutes les 3 heures. La zone diurne peut par exemple aussi être complétée des courbes de hauteur et d'azimut du Soleil.

ILLUSTRATIONS ET EXEMPLES DE LECTURE

Lieu pour lequel le tracé est réalisé





A ces heures, le Soleil se couche un 11 février et un 11 octobre. Il reste un peu moins de 2 h 30 avant le coucher du soleil le 21 juin (tracé bleu dans l'espace diurne). Le Soleil passe au-dessous de - 6° les premiers jours de novembre



BILAN

L'horloge présentée (ci-contre une telle horloge réalisée pour Barr dans le Bas-Rhin) n'est qu'un exemple de l'utilisation d'un mouvement de 24 h. D'une certaine façon il s'agit là d'un astrolabe animé réduit et adapté à une fonction, ici la course du Soleil. L'animation permet de vivre les phénomènes en temps réel !

Francis Reymann reymann.francis@orange.fr est ingénieur de formation et s'est intéressé par hasard mais avec passion au fonctionnement du système solaire, ce qui a donné lieu à diverses maquettes explicatives et bien sûr à moult « récepteurs des ombres » dits cadrans solaires…

STELLARIUM, LOGICIEL DE SIMULATION POUR LA CLASSE (1/2)

Joël Petit

Joël Petit nous invite à découvrir d'intéressantes possibilités offertes par Stellarium, un logiciel (gratuit) « de planétarium » (Windows, Mac OS X et GNU/Linux), que l'on utilise chez soi ou dans sa classe…

L'objet de cet article n'est pas de présenter dans le détail et de manière exhaustive le célèbre logiciel de simulation planétaire qu'est Stellarium[1] mais de balayer quelques usages pédagogiques de celui-ci, et de montrer certaines plus-values qu'il peut apporter, notamment lors d'un usage en classe dans le cadre d'une utilisation « diurne ».

Même s'il n'est nul besoin de présenter les caractéristiques détaillées de ce logiciel, il est toutefois important de signaler à ses utilisateurs que Stellarium est un logiciel de simulation. Aussi, ce logiciel présente des images numériques virtuelles qui montrent l'aspect du ciel tel qu'il a été, qu'il est ou qu'il sera, pour divers lieux d'observations. Ces images ne sont pas réelles et utilisent des modèles fondés sur des observations réelles de la voûte céleste qui ont été « traduits » et codés en langage informatique. L'utilisation de Stellarium ne peut et ne doit pas à elle seule remplacer les observations astronomiques réalisables et répétables par chacune et chacun.

Passons à un premier exemple pour découvrir le logiciel.

1 - ÉTUDIER ET MODÉLISER LE MOUVEMENT APPARENT DU SOLEIL AU COURS D'UNE ANNÉE (CYCLE 3-CM1/CM2).

Démarrer Stellarium et choisir le lieu (situation) et la date d'observation à l'aide des « boutons » correspondants (image du bas de la page). Changer l'heure d'observation (panneau « date et heure » - image ci-dessous - sur la gauche de l'écran ou touche [L] pour accélérer l'écoulement du temps) afin d'observer le mouvement du Soleil par rapport au lieu d'observation.



Des exemples de questions :

- Comment se nomment les points repères utilisés pour décrire le mouvement apparent du Soleil par rapport à un lieu d'observation ?
- Compléter le tableau 1 page suivante pour un observateur situé à Blois (centre de la France métropolitaine).



1 Page « officielle » de Stellarium : https://stellarium.org/fr/. Vous pourrez y trouver le logiciel en téléchargement ainsi que de nombreuses ressources.
Une version de Stellarium « en ligne » : https://stellarium-web.org/. Cette version moins « riche » que celle présentée dans le logiciel permet toutefois une utilisation sans pré-installation et fonctionne notamment sur des tablettes.

Date	21 mars	21 juin	22 septembre	21 décembre
Direction dans laquelle le Soleil se lève.				
Direction dans laquelle le Soleil se couche.				
Direction dans laquelle le Soleil passe au plus haut (culmine).				
Heure à laquelle le Soleil culmine.				

Tableau 1

Ces observations sont-elles les mêmes pour un habitant du Cap (Cape Town) en Afrique du Sud ?

Compléter le dessin ci-dessous en indiquant les points cardinaux ainsi que les différentes trajectoires suivies par le Soleil par rapport au sol, à différentes dates, pour un observateur situé à Blois.



Couleurs à utiliser
21 mars : vert
21 juin : rouge
22 septembre : bleu
21 décembre : noir

2-S'INFORMER SUR LA « HAUTEUR » PAR RAPPORT AU SOL DU SOLEIL AU COURS D'UNE ANNÉE (CYCLE 3-6°).

Démarrer Stellarium et choisir le lieu (situation) et la date d'observation (voir ci-dessus) puis personnaliser l'affichage des informations sur les objets sélectionnés afin que soient affichés **l'azimut et la hauteur**.



Sélectionner le Soleil en cliquant dessus.

Relever, pour différentes dates, la « hauteur », au degré (°) près, à laquelle le Soleil culmine (azimut égal à 180°) pour différentes dates. Ci-dessous exemple de résultats obtenus pour Blois.

20 janvier	20 février	20 mars	20 avril	20 mai	20 juin	20 juillet	20 août	20 septembre	20 octobre	20 novembre	20 décembre
22°	32°	42°	54°	63°	66°	63°	55°	43°	32°	23°	19°

Exploitation

- Réaliser un graphique présentant les variations de la hauteur du Soleil par rapport à l'horizon au cours d'une année.
- Faire des relevés aux mêmes dates pour une ville de l'hémisphère Sud (Cape Town par exemple).
- À quel moment ou saison de l'année le Soleil culmine-t-il au plus haut ? Au plus bas ? Comment cette différence de hauteur se traduit-elle sur la taille de l'ombre d'un même objet ? Sur la manière dont la lumière pénètre par la fenêtre d'une maison ? À quel moment ou saison de l'année un rayon de lumière s'étale-t-il le plus au sol ? Le moins ?
- Le Soleil peut-il passer au zénith en France métropolitaine ? À la Guadeloupe ?

Professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher, Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

LE « VILLAGE DU SOLEIL »

Martine Bonifassi

Après avoir lu ce court article, vous devriez être convaincu·e qu'à votre prochain passage dans la région niçoise, une visite à Coaraze s'impose !

Coaraze, comme beaucoup de villages de l'arrière-pays niçois, est un village médiéval fortifié construit sur un promontoire afin, entre autres, de le protéger des hommes et des maladies. On atteint ce village en 30 min depuis Nice par une route sinueuse mais agréable suivant la vallée du Paillon.



Le village de Coaraze se détachant devant la cime de Rocca Sièra

Coaraze est réputé pour son caractère authentique, son ensoleillement (il revendique le surnom de « Village du Soleil »), les championnats du monde de pilou[1] qui s'y déroulent, enfin pour le grand nombre de cadrans solaires que l'on y trouve.

En se promenant en effet dans le village, ou en longeant les maisons entourant le village, on peut en effet repérer de très nombreux cadrans solaires accrochés aux façades, d'intérêt gnomonique plus ou moins grand, beaucoup méritant cependant une attention particulière.

Mais c'est surtout une dizaine de cadrans réalisés par des artistes de renom et installés notamment sur les murs de la mairie et sur la place Félix Giordan au pied de l'église, qui font la particularité du patrimoine de cadrans solaires de Coaraze. À l'origine de ces cadrans, Paul Mari d'Antoine, jeune maire du village féru de poésie et Jean Cocteau, son ami. Ensemble, ils organisent de 1955 à 1970 les « Rencontres poétiques de Provence » qui attirent des poètes du monde entier.

Ils décident aussi de promouvoir auprès de leurs amis artistes la réalisation de « cadrans solaires qui seraient aussi des œuvres d'art ».

Cette vision, partagée par les édiles qui ont succédé à Paul Mari d'Antoine, permet aujourd'hui d'admirer des cadrans solaires précis sur le plan gnomonique et exceptionnels sur le plan artistique, parmi lesquels : « Les lézards » de Jean Cocteau (photo 1), « Les tournesols » de Gilbert Valentin (photo 2), « La chevauchée du temps » de Mona Cristie (photo 3), « Les animaux fabuleux » de Georges Douking (photo 4), « Blue time » d'Angel Ponce de Leon (photo 5), « Le python et sa couronne en vert et or » de Bernard Goetz (photo 6), « Lou tems passa, passa lou Ben » de Benjamin Vautier (photo 7), « La course du Soleil » de Fabienne Barre (photo 8), « Le buste » de Sacha Sosno (photo 9) et « À la recherche du signifiant » d'Henri Maccheroni » (Photo 10).



Photo 1

Martine Bonifassi bonifassi.martine06@orange.fr connaît bien Coaraze, où une partie de sa famille a longtemps résidé. Passionnée d'histoire et de culture niçoise, elle contribue à plusieurs publications locales.

1 https://fr.wikipedia.org/wiki/Pilou



Photo 2



Photo 3



Photo 4



Photo 5



Photo 6



Photo 7

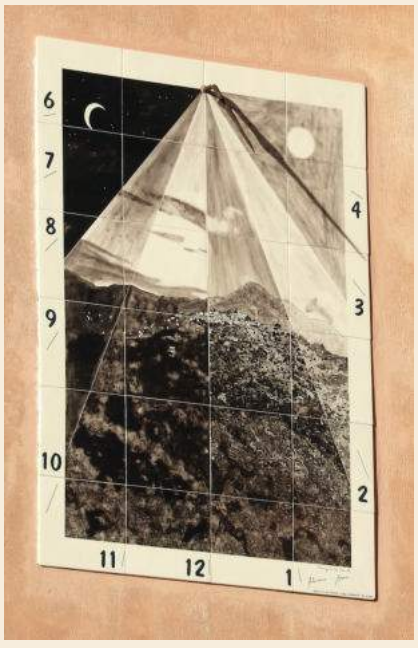


Photo 8



Photo 9



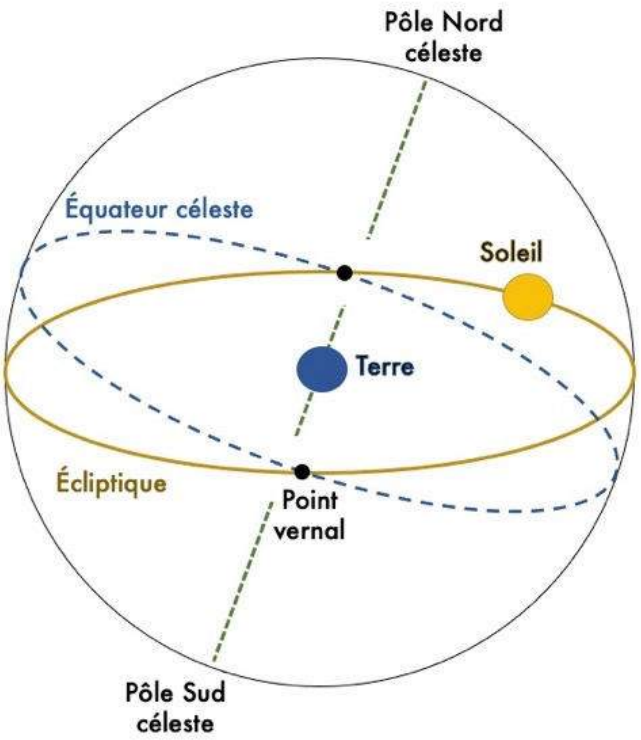
Photo 10

CONNAÎTRE L'HEURE, LA NUIT

Pierre-Louis Cambefort

Dans ce magazine, nous avons déjà expliqué comment utiliser un cadran solaire la nuit[1], au clair de lune. Aujourd'hui, Pierre-Louis Cambefort propose une autre méthode pour connaître l'heure, la nuit…

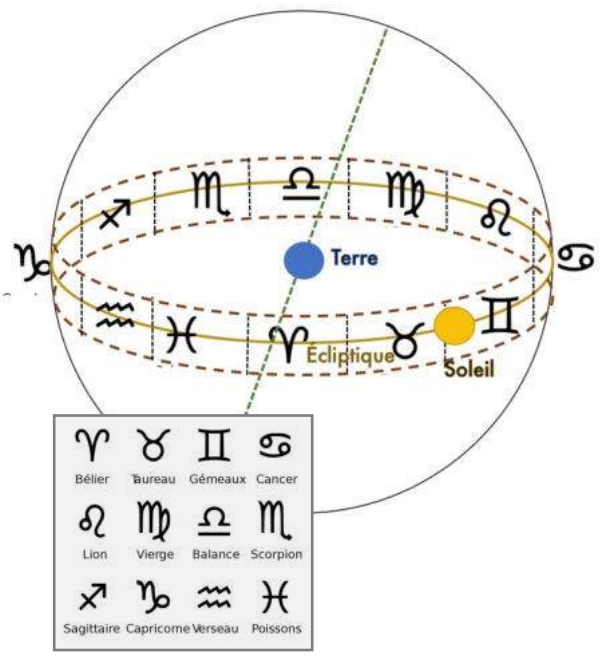
Le « ciel nocturne » est cette voûte céleste, cet hémisphère que l'on aperçoit la nuit au-dessus de soi. C'est la moitié de la « sphère céleste », représentation géocentrique si pratique et si courante dans le domaine de la gnomonique et de l'astronomie de position plus généralement, qui permet d'imaginer tous les astres que l'on aperçoit comme collés sur une sphère. On peut dessiner sur cette sphère deux grands cercles : un pour « l'équateur céleste » (dans le même plan que l'équateur terrestre) et un pour « l'écliptique » (dans le même plan que celui de la révolution de la Terre autour du Soleil). Les deux points d'intersection de ces cercles, les deux « nœuds », correspondent aux équinoxes d'automne et de printemps, ce dernier point étant appelé point vernal (ou gamma).



Représentation de la sphère céleste

Un jour donné, le Soleil paraîtra fixe dans cette voûte céleste, « devant » ou à proximité (vu de la Terre) d'une constellation, mais au fil des jours, des semaines et des mois, il « passera devant » diverses constellations.

Il y a 2 500 ans, nos anciens (les Grecs et les Babyloniens notamment) utilisaient déjà cette représentation et avaient eu l'idée de définir une bande de la sphère céleste d'une largeur d'environ 8° de latitude de part et d'autre de l'écliptique, bande dans laquelle le Soleil mais aussi la Lune et les planètes connues à cette époque, se situaient tout au long de l'année. Ils avaient même divisé cette bande, le « zodiaque », en 12 parties égales de 30° et donné des noms aux constellations (figurées par des signes) traversées successivement par le Soleil dans cette zone : le Bélier (le premier signe, compté à partir du point vernal), le Taureau, les Gémeaux, le Cancer, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau et les Poissons.



Les constellations et signes du zodiaque dans la sphère céleste

Cela permettait dès l'Antiquité d'avoir un calendrier pratique pour les moissons, les récoltes, etc. Bien sûr il était impossible de voir en plein jour devant quelle constellation se trouvait le Soleil mais, la nuit, il était aisé de repérer quelle constellation se levait la première par exemple et donc de déterminer la date. C'est cette méthode de nos anciens qui est à l'origine de la méthode proposée.

[1] Utiliser un cadran solaire la nuit… – Roger Torrenti

À ce stade, il est nécessaire d'ajouter deux précisions.

Tout d'abord, en raison de la précession des équinoxes (phénomène dû au lent changement de l'orientation de l'axe de rotation terrestre) le point vernal s'est déplacé, les signes du zodiaque ayant ainsi tourné (en 2 500 ans) d'environ 30°, la constellation des Poissons remplaçant par exemple aujourd'hui celle du Bélier à l'équinoxe de printemps.

Ensuite, les 12 constellations du zodiaque n'occupent pas le centre de chaque secteur de 30°, et ne s'étendent pas sur 30°. On a ainsi ajouté aujourd'hui une 13e constellation, Ophiuchus (ou le Serpentaire), absente du zodiaque traditionnel de l'astrologie, afin de mieux repérer la place des constellations dans le zodiaque.

Constellation (et signe astrologique)	Passage du Soleil dans le signe	Passage du Soleil dans la constellation
Bélier	21 mars – 20 avril	18 avril – 13 mai
Taureau	21 avril – 20 mai	13 mai – 21 juin
Gémeaux	21 mai – 21 juin	21 juin – 20 juillet
Cancer	22 juin – 22 juillet	20 juillet – 10 août
Lion	23 juillet – 22 août	10 août – 16 septembre
Vierge	23 août – 22 septembre	16 septembre – 30 octobre
Balance	23 septembre – 22 octobre	30 octobre – 20 novembre
Scorpion	23 octobre – 22 novembre	20 novembre – 29 novembre
Ophiuchus	Absent	29 novembre – 18 décembre
Sagittaire	23 novembre – 21 décembre	19 décembre – 20 janvier
Capricorne	22 décembre – 20 janvier	21 janvier – 16 février
Verseau	21 janvier – 18 février	16 février – 11 mars
Poissons	19 février – 20 mars	11 mars – 18 avril

Signes et constellations du zodiaque tout au long de l'année : la situation actuelle



Les 12 constellations du zodiaque

Il est temps maintenant de répondre à la question : comment « connaître l'heure, la nuit » grâce aux constellations du zodiaque ?

La méthode est très simple mais nécessite de connaître, non seulement comment identifier les constellations du zodiaque dans le ciel, mais aussi :

- Le nom de la constellation devant laquelle passe le Soleil le jour de l'observation (donné par la dernière colonne du tableau ci-contre), ainsi que l'ordre des constellations (première colonne du tableau).
- L'heure du lever du Soleil : vous la trouverez facilement en ligne, ou la calculerez avec la formule ci-après.

$$H_0 = (180 - \arccos(-\tan\delta \cdot \tan\phi))/15$$

avec

H_0 heure de lever du Soleil

δ déclinaison du Soleil

ϕ latitude du lieu

Formule permettant de déterminer l'heure (solaire) du lever du Soleil

Supposons maintenant que vous observiez la nuit début août ; le Soleil se trouve dans la constellation du Cancer, le jour se lève à 4 h 30 environ (heure solaire) et vous observez que les premières étoiles du Taureau sont en train de se lever. Comme les premières étoiles du Taureau et celles du Cancer sont séparées de 60°, soit 4 heures (puisque les 12 signes du zodiaque sont répartis sur 360°), il sera environ 0 h 30 du matin !

Cette façon de déterminer l'heure la nuit n'est pas bien entendu très précise notamment parce que l'écart entre deux apparitions de constellations, comme nous l'avons vu plus haut, n'est pas toujours égal à 2 heures.

Mais au moins, si vous n'avez pas d'autres moyens de connaître l'heure vous obtiendrez une valeur approchée !

Pierre-Louis Cambefort est ingénieur, artiste et gnomoniste. Son parcours a été présenté dans le numéro 1 du magazine[2].
pierre-louis.cambefort@orange.fr

[2] La parole à un gnomoniste – Pierre-Louis Cambefort

TRACÉ DE CADRANS PAR « LANCER DE RAYONS »

Jean-Luc Astre

Jean-Luc Astre nous invite ici à découvrir le lancer de rayons ou « ray tracing », utilisé en particulier dans son logiciel CadsolOnLine qu'il a présenté dans le numéro 5 de ce magazine, à l'automne 2022[1].

Pour CadsolOnLine *l*e codage est réalisé avec la bibliothèque graphique THREE.JS, qui permet de construire les ombres en utilisant les méthodes de *lancer de rayons*. Un solide quelconque étant modélisé en 3D, il suffit de placer (dans l'espace lié à ce solide) un objet également quelconque qui va projeter son ombre sur le solide.

Avec THREE.JS, la lumière utilisée peut être émise dans une direction spécifique. Cette lumière se comporte comme si sa source était infiniment éloignée et les rayons produits par elle étaient tous parallèles. Cette lumière peut donc projeter des ombres semblables à celles du Soleil.

CadsolOnLine utilise l'ombre d'un tore (tout autre solide pourrait convenir) dont la taille et surtout la position 3D sont fixés par l'utilisateur. L'ombre du tore est projetée sur le cadran, qui peut être de forme et d'orientation quelconques. Il suffit ensuite de faire varier la direction de la lumière pour obtenir les lignes horaires, le logiciel mémorise les positions successives de l'ombre du tore pour tracer les lignes et les arcs diurnes. La direction de la lumière est calculée par le logiciel pour un jour et une heure donnés, en tenant compte de la déclinaison du Soleil et de l'équation du temps.

En pratique, il suffit de choisir dans le menu principal « Ray tracing sundial » puis une forme de cadran 3D. Pour l'instant, CadsolOnLine propose les cadrans :

- Box (parallélépipède) : on retrouve tous les cadrans plans classiques, mais les lignes horaires et les arcs diurnes sont obtenus par ray tracing. La différence entre les coordonnées obtenues par ray tracing et celles obtenues par les formules classiques est inférieure à 10^{-8} (d'après quelques tests sur des cadrans simples).
- Cylindre, cône, sphère : tracé des lignes horaires sur la surface extérieure des solides.
- Équatorial ou armillaire : tracé sur l'intérieur d'un demi-cylindre.
- Scaphé : tracé sur l'intérieur d'une demi-sphère.
- Fichier 3D : tracé sur un solide quelconque, le fichier 3D correspondant (de type .obj, .stl, etc.) étant choisi par l'utilisateur. On trouve de tels fichiers très facilement sur Internet. Tous les logiciels de modélisation 3D exportent des fichiers de ce genre.
- Une surface paramétrée définie par une formule quelconque du type z = f (x,y).

Le cadran peut être orienté dans n'importe quelle direction dans l'espace global 3D. Il suffit de préciser les valeurs en degrés des 3 angles : déclinaison gnomonique, inclinaison et rotation.

Le tore peut être placé n'importe où dans l'espace 3D local (lié au cadran) ; les axes x, y et z peuvent être représentés, pour faciliter le placement du tore.

CadsolOnLine virtualise un rayon lumineux, partant du Soleil, à une heure et un jour donné, et passant par le centre du tore. On peut ensuite calculer les coordonnées du point d'intersection du rayon lumineux avec le solide, le solide étant modélisé par un maillage de triangles.

L'algorithme de recherche de l'intersection du rayon avec le « bon » triangle est détaillé dans l'article de Wikipédia sur le ray tracing : https://fr.wikipedia.org/wiki/Ray_tracing

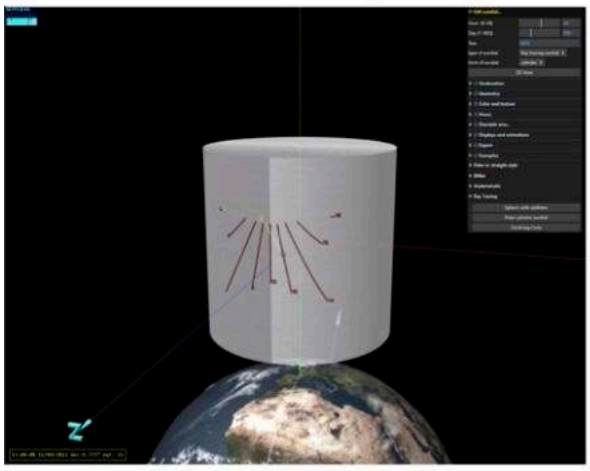
Le lancer de rayons (ray tracing) permet donc de retrouver les résultats des algorithmes classiques de gnomonique plane à style fixe, et offre la possibilité de tracer un cadran sur n'importe quel solide quelles que soient sa forme et son orientation spatiale.

Le logiciel est libre et open source :
- Site web : https://cadsolonline.web-pages.fr
- Sources : https://github.com/cadsol/COLMod

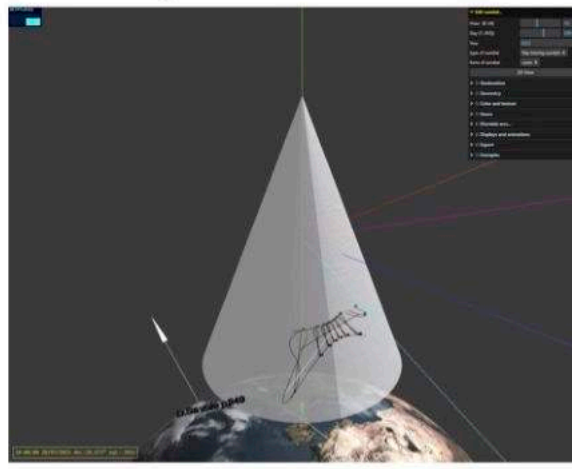
Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres domaines : astronomie, informatique, biologie moléculaire… Il a commencé le codage de Cadsol dans les années 90.

[6] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-astre.pdf

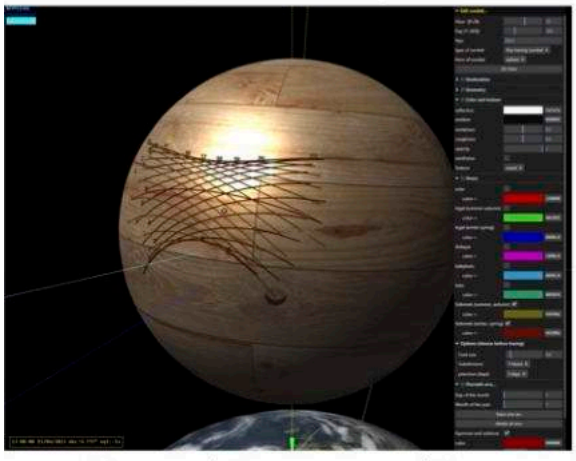
Heures solaires sur un cylindre



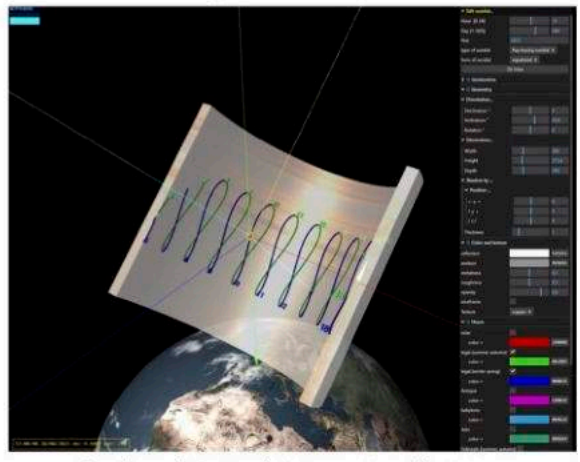
Heures légales sur un cône déclinant



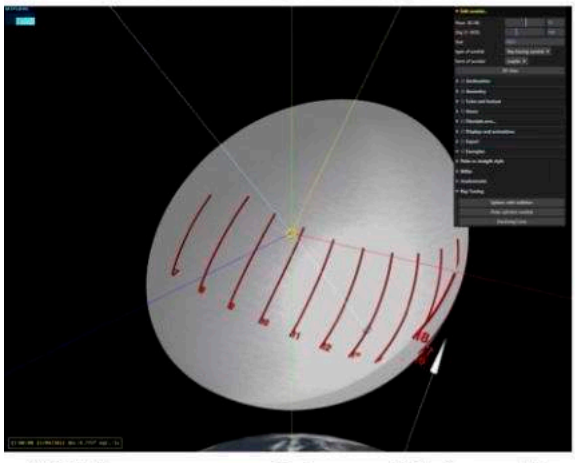
Heures sidérales sur une sphère



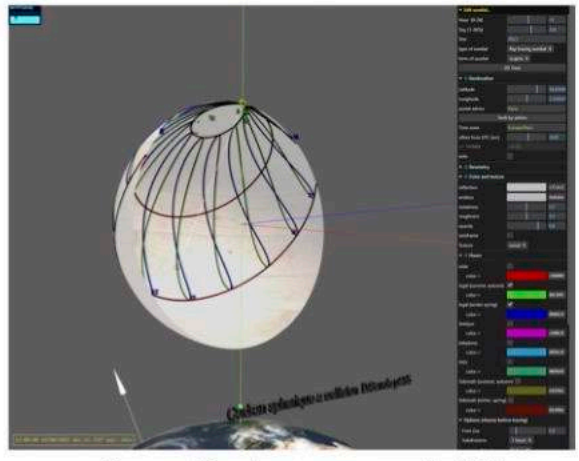
Heures légales sur une bande équatoriale



Heures solaires sur un scaphé



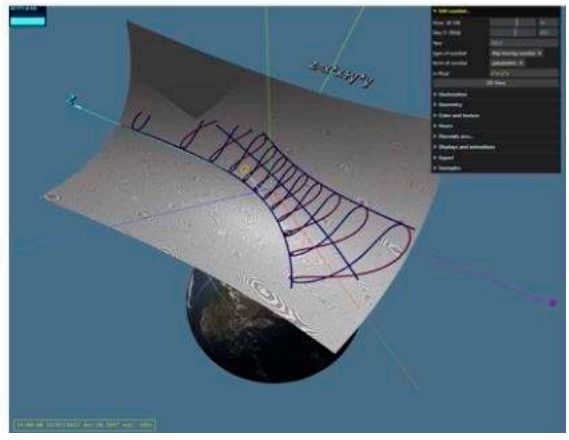
Cadran hémisphérique à œilleton



Méridienne sur une statue modélisée en 3D



Heures légales sur un paraboloïde



La parole à un gnomoniste

Entretien avec Yves Opizzo yves@opizzo.de - http://opizzo.de/

Depuis quand es-tu gnomoniste professionnel ?

Depuis que nous nous sommes installés en Allemagne, en 1986. J'étais auparavant responsable de l'informatique dans une organisation locale à Marseille. Jusqu'en 1983, j'ai enseigné pendant quatre années mathématiques, statistiques et informatique en Côte d'Ivoire, à Abidjan, où nos deux filles sont nées. Mon épouse - Allemande - avait un poste d'enseignante à Haigerloch, où nous habitons toujours et je m'étais donné un ou deux ans pour parler correctement l'allemand. Comme je suis astronome amateur depuis toujours, j'ai cherché à réunir astronomie et informatique, ce qui a donné la gnomonique.

J'ai donc développé des programmes informatiques, en Modula 2, pour créer des cadrans solaires de grande précision. Et j'ai écrit mon premier livre sur le sujet, tout de suite publié par Masson Editeur en 1989. La deuxième édition du livre « Cadrans solaires de précision », largement augmentée, fut publiée trois ans plus tard et je me suis plus ou moins spécialisé dans les cadrans complexes, souvent appelés « savants ». Au total, je dois être à plus ou moins 200 cadrans, en comptant les plans pour diverses firmes ou institutions. Un des points d'orgue fut le Deutsches Museum à Munich, où j'ai monté une exposition permanente, le « Jardin des Cadrans Solaires ». Mais j'ai bien d'autres choses, à trouver sur mon site www.opizzo.de.

Combien de livres as-tu écrit sur la gnomonique ?

En comptant les livres en allemand, je dois être à une quinzaine environ. Mais j'ai écrit de nombreux articles sur divers sujets gnomoniques, un peu par la force des choses d'ailleurs.

Lorsque j'ai créé l'Apolyciel, le « Landrat », à peu près le Préfet de la région m'a dit : « Vous devez écrire un mode d'emploi que les enfants ET le Landrat puissent comprendre ! ». Avec le même humour, je lui ai répondu « Ce sera difficile… » et nous avons bien ri. Mais j'ai écrit une dizaine d'articles à ce sujet. En fait je ne sais vraiment pas combien j'ai écrit de choses, et je continue. C'est passionnant.



Tu viens de parler de l'Apolyciel. Peux-tu préciser un peu ?

Justement, c'est difficile. L'objet peut montrer au minimum 70 variables astronomiques, physiques, géographiques ou autres. C'est une gageure impossible à relever en quelques lignes. Mais nous en avons déjà parlé dans la revue. Il me faut au minimum 50 pages denses pour venir à bout de l'engin. Il n'a pas remporté pour rien le concours international de Brescia en 2010 ou 2012.

Ce concours, malheureusement stoppé maintenant, t'a beaucoup inspiré.

Oui, j'ai remporté trois fois le premier prix « professionnel » et une ou deux fois le deuxième. C'était vraiment une bonne chose, où des gens de tous horizons se rencontraient pour parler – en italien – de la même science-art et c'était beau.

As-tu encore des projets ?

Trop pour une seule personne ! En fait, lorsque j'ai créé l'Apolyciel, j'ai vraiment cru ne jamais pouvoir faire mieux. Mais en ce moment même, je développe le cadran « Mariposa », rapidement exposé dans cette revue, et je vois des finesses sublimes qui pourraient déboucher sur un véritable chronomètre solaire. La gnomonique est un art mais aussi une science qui n'arrête pas de se développer, et c'est remarquable. L'ami allemand Carlo Heller ne risque pas de dire le contraire, qui invente sans cesse de nouvelles formes passionnantes. Et Claude Gahon, qui fait partie du comité de la revue, n'est vraiment pas en reste. Il y a des myriades de choses à étudier, à développer, à concrétiser. C'est fascinant.

À part les cadrans solaires, as-tu d'autres activités ?

J'enseigne le français, « évidemment », mais encore et toujours l'informatique et parfois un peu l'astronomie. Mais c'est avant tout l'aïkido et la méditation, avec la gnomonique, qui remplissent ma vie. C'est bien pour cette raison que j'ai publié le livre « Opera Sacra » à compte d'auteur. Je cherche un éditeur pour mon nouveau livre « L'Espace et l'Esprit ». Peut-être trouverai-je !

LA PAROLE À UN CADRANIER

L'Atelier Tournesol www.atelier-tournesol.org a été fondé en 1986 sous la forme d'une association loi 1901, pour réagir contre les destructions de cadrans anciens, liées à la méconnaissance de leur intérêt artistique, gnomonique et historique. L'équipe, formée par le gnomoniste Jean-François Dana et la peintre muraliste Christiane Guichard, a depuis lors développé ses activités autour de quatre mots-clés : sauvegarde, restauration, création, inventaire.

Son siège est à La Casamaures, monument historique du XIXe siècle, de style mauresque en ciment moulé, situé aux portes de Grenoble et que l'on peut visiter https://casamaures.org. Au fil des ans, 13 cadrans solaires conçus par l'Atelier Tournesol y ont été installés, parmi lesquels « L'étoile bleue », soudée et orientée sur un mât à 3,50 mètres de haut, dominant une grande grille en fer forgé ; son ombre portée sur un sol en béton, devient un « cadran horizontal géant ». Au total, L'Atelier Tournesol a restauré une quarantaine de cadrans solaires peints et a créé une trentaine de cadrans peints ou d'autres types.

Un inventaire des cadrans solaires anciens des Hautes-Alpes a été dressé, hameau par hameau, par l'Atelier Tournesol en 1989 -1990.

À la suite de cet inventaire, et sur demande de la direction régionale des affaires culturelles (DRAC), l'Atelier Tournesol a sélectionné une liste de cadrans méritant d'être protégés.

Des routes touristiques des cadrans solaires des Hautes-Alpes, vallée par vallée, ont été réalisées en utilisant les données de l'inventaire par le comité départemental du tourisme. Sur le site de l'Atelier Tournesol on peut également trouver deux « balades à la recherche de cadrans solaires » dans les beaux pays du Buech et de la Vallouise, dans lesquels L'Atelier Tournesol est beaucoup intervenu.

Quelques années plus tard, l'Atelier Tournesol a également réalisé l'inventaire des cadrans solaires de l'Isère à partir d'un travail minutieux de terrain sur les 533 communes.

En 2012 l'Atelier Tournesol a été primé par la Fondation du patrimoine (concours « Au fil du patrimoine ») et avait déjà reçu le second prix (dans la catégorie « Restauration ») du prestigieux concours international de gnomonique du musée des sciences de Brescia : « L'ombre du temps ».

En 2023, l'Atelier Tournesol continue de partager sa passion de la gnomonique et des cadrans solaires...



L'étoile bleue de La Casamaures



Cadran restauré à Lans en Vercors (hameau du Peuil) en Isère



Double cadran créé par l'Atelier Tournesol pour l'église de l'Annunziata à Moltifao (Haute Corse)

ZOOM SUR…

UN CADRAN SOLAIRE

Ce beau cadran de Joan Vázquez, gnomoniste espagnol aujourd'hui décédé, se trouve à la cathédrale de La Seu d'Urgell dans les Pyrénées catalanes. La photo a été réalisée par son amie Susanna Rodríguez Peralta qui continue à étudier les réalisations de Joan Vázquez « pour mieux comprendre la logique qu'il m'a expliquée ». Le chat noir dont la queue semble vouloir concurrencer le style du cadran ne fait pas partie de l'œuvre… ;-)



UNE CARTE POSTALE

Une carte postale dénichée par Alix Loiseleur des Longchamps, membre du comité éditorial du magazine, où une citation du grand Pierre Dac fait écho au problème gnomonique du n° 8 du magazine, qui posait la question « Où peut-on chercher midi à quatorze heures ? ».



UN TIMBRE

Sur ce timbre de 2008 de la Poste de Jersey (la plus grande des îles anglo-normandes), un instrument de mesure qui ressemble fort à un cadran équatorial par sa conception mais est en fait un héliographe, servant, non à mesurer le temps, mais la durée d'ensoleillement. Le principe : une boule de cristal remplace le style du cadran, concentrant le rayonnement du Soleil sur la bande équatoriale, brûlant la feuille de papier spécial dont elle est équipée.



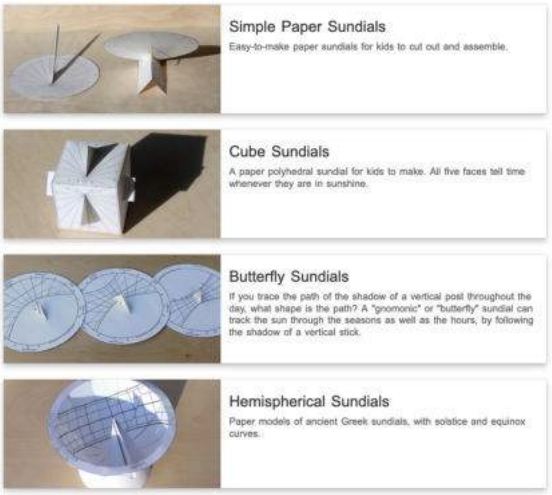
UNE VIDÉO

Une vidéo de 2 min pour découvrir ou mieux connaître la magnifique « horloge solaire » du lycée Stendhal à Grenoble, installée au XVII[e] siècle dans un escalier et utilisant les rayons du Soleil réfléchis par deux miroirs. Scannez le QR code ci-contre ou utilisez le lien indiqué.



https://www.dailymotion.com/video/x7zmtwf

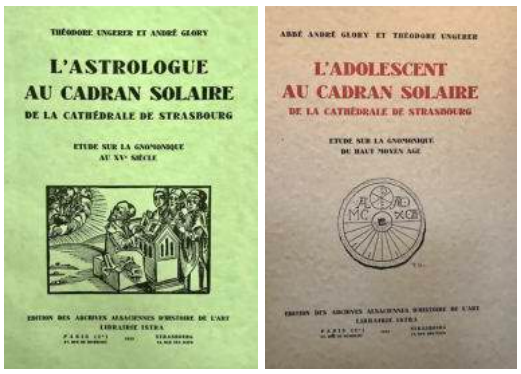
ZOOM SUR…



UN LOGICIEL OU UN SITE WEB

Un site (en anglais) qui donne accès à de nombreuses ressources pédagogiques relatives à l'astronomie, dont plusieurs cadrans solaires à découper (fichiers pdf téléchargeables). Intéressant pour vos enfants ou petits-enfants, si vous êtes en charge d'animations ou pour vos élèves !

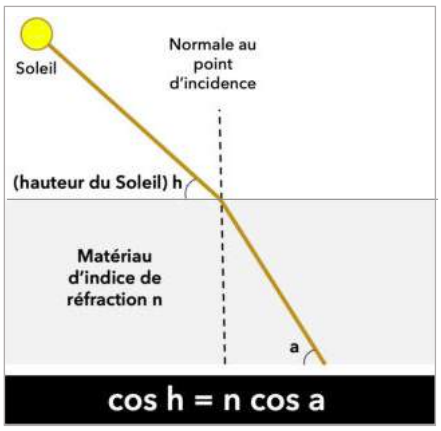
https://lyncean.education/projects/astronomy/



UN LIVRE

Deux courts ouvrages, datant des années 30, trouvés (à très bon prix !) chez un antiquaire et présentant deux cadrans solaires célèbres de la cathédrale de Strasbourg (et donnant aussi l'occasion aux auteurs d'une *Étude sur la gnomonique au Moyen-Âge*) :

- *L'adolescent au cadran solaire.*
- *L'astrologue au cadran solaire*.



UNE FORMULE

Si vous avez à concevoir un cadran transparent, du type de ceux présentés dans l'article pages 18 et 19, vous aurez alors à prendre en compte, dans votre tracé de lignes horaires, la réfraction éventuelle des rayons du Soleil. La formule ci-contre vous permettra de le faire. Dans cette formule, l'indice de réfraction de l'air est considéré comme égal à 1,00 (ce qui est une approximation tout à fait acceptable). À titre d'exemple, l'indice de réfraction du *Plexiglas* est de 1,49.



UNE DEVISE

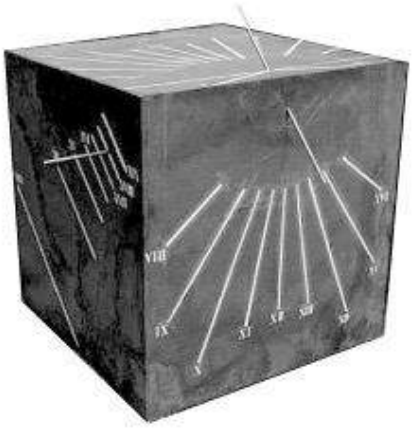
À l'intérieur du Baptistère Saint-Jean (XIe siècle) de Florence (Italie) un Soleil est stylisé sur le sol ; à l'époque, un trou (aujourd'hui obstrué) dans le bâtiment laissait passer un rayon lumineux qui, au solstice d'été, éclairait le centre du Soleil. La devise qui l'entoure EN GIRO TORTE SOL CICLOS ET ROTOR IGNE (*Je suis le Soleil, roue mue par le feu et dont la giration fait tourner les sphères célestes*) vaut moins pour son intérêt astronomique que pour son intérêt littéraire : c'est en effet un palindrome (texte qui reste inchangé lorsqu'on le lit dans l'autre sens) !

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

ET SI L'ON INCLINAIT LE CUBE ?

Une devinette extraite du MOOC cadrans solaires : un gnomoniste peut être tenté de réaliser un cadran cubique (portatif ou monumental comme celui représenté ci-dessous) et démontrera sa maîtrise de la science des cadrans solaires en traçant, sur chacune de ses faces, des lignes horaires adaptées. Mais supposons que vous choisissiez d'utiliser un cube qui serait incliné d'un angle avec l'horizontale égal à la latitude du lieu. Pouvez-vous rapidement imaginer comment seraient tracées les lignes horaires sur les 6 faces ?



Cadran cubique (de 1 mètre d'arête) comportant un cadran solaire sur chacune de ses cinq faces visibles, réalisé en 2009 par les élèves du lycée polyvalent de Carmaux, France, dans le cadre d'un « atelier solaire ».

UNE ÉNIGME

L'ÉNIGME DU GRAND MAGE…

Dans « Zadig ou la destinée », Voltaire (1694-1778), par ce « conte philosophique » qu'il situe en Orient afin de détourner la censure, dresse une satire de la France du XVIII[e] siècle. Le héros est Zadig, ministre du roi Moabdar de Babylone et amoureux de la reine Astarté. Il fuit la ville, son amour ayant été découvert par le roi et n'y revient qu'à la mort de celui-ci, participant à des épreuves visant à désigner « le plus vaillant et le plus sage » des hommes, digne d'épouser Astarté.

Le grand mage lui pose cette énigme : « *Quelle est de toutes les choses du monde la plus longue et la plus courte, la plus prompte et la plus lente, la plus divisible et la plus étendue, la plus négligée et la plus regrettée, sans qui rien ne peut se faire, qui dévore tout ce qui est petit et qui vivifie tout ce qui est grand ?* ».

En tant qu'amateur de cadrans solaires vous devriez trouver la réponse assez facilement…



Portrait de Voltaire par Maurice Quentin de La Tour (détail).

JEUX ET ÉNIGMES

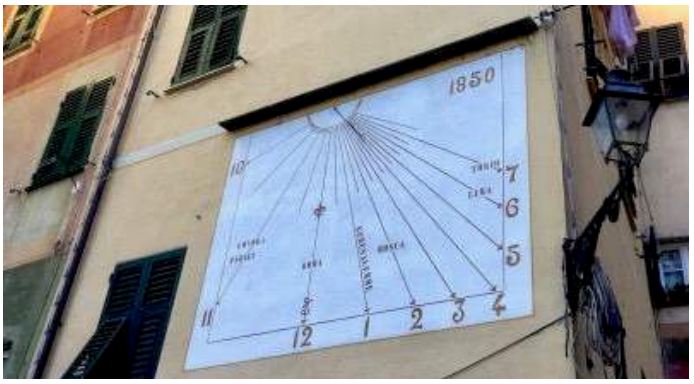
UN PROBLÈME GNOMONIQUE

EN BON CITOYEN...

Un problème gnomonique assez simple, pour toutes et tous, proposé par Roger Torrenti...

Le maire de votre commune se réjouit de compter un gnomoniste parmi ses concitoyens et vous propose de calculer un cadran solaire qui serait installé sur le mur de la mairie faisant face au sud. En bon citoyen (et fier gnomoniste) vous acceptez sans hésiter d'accomplir cette tâche facile mais il ajoute qu'il souhaite également faire figurer sur le cadran solaire l'heure de midi de la ville grecque avec laquelle la commune est jumelée, ville située à 23° E de longitude alors que votre commune est située à 6° E de longitude.

Comment ferez-vous pour tracer cette autre ligne de midi solaire ?



Cadran solaire sur un mur de Camogli (Italie), daté de 1850,
indiquant également l'heure dans d'autres villes du monde (de Paris à Tokyo).

UN TEST RAPIDE

UN POING LEVÉ DANS LA NUIT...

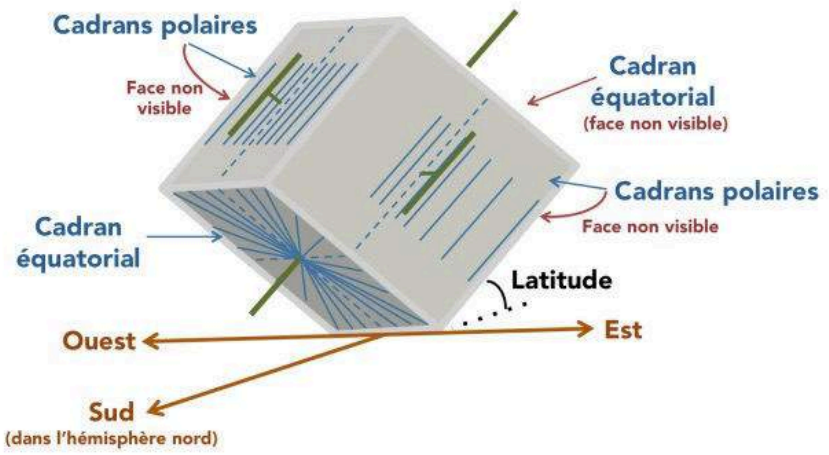
Pourquoi cet homme a le poing levé vers le ciel étoilé et incite-t-il son enfant à faire de même ? Une indication : il ne veut pas apprendre à son enfant un geste révolutionnaire mais plutôt scientifique...



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Si le cube est incliné d'un angle avec l'horizontale égal à la latitude du lieu il devient un cadran beaucoup plus simple à tracer puisque sur deux faces nous aurons des cadrans équatoriaux et sur les quatre autres des cadrans polaires ! Il suffira de veiller à limiter les plages horaires sur chacun des cadrans en fonction de son orientation et vous réaliserez rapidement un cadran simple d'aspect et au potentiel pédagogique indiscutable.



UNE ÉNIGME

C'est bien entendu « le temps », car, comme l'explique Zadig : « *Rien n'est plus long [...] puisqu'il est la mesure de l'éternité ; rien n'est plus court, puisqu'il manque à tous nos projets ; rien n'est plus lent pour qui attend ; rien de plus rapide pour qui jouit ; il s'étend jusqu'à l'infini en grand ; il se divise jusque dans l'infini en petit ; tous les hommes le négligent, tous en regrettent la perte ; rien ne se fait sans lui ; il fait oublier tout ce qui est indigne de la postérité, et il immortalise les grandes choses.* »



Vestiges de Babylone, de nos jours, en Irak.

Solutions des jeux et énigmes

Un problème gnomonique

La différence de longitude entre les deux communes est de 23° - 6° = 17° correspondant à 17 . (60 / 15) = 68 min soit 1 h 8 min. Lorsqu'il sera 12 h au soleil dans la ville grecque située plus à l'est, il ne sera que 12 h - 1 h 8 min soit 10 h 52 min dans votre commune.

Il vous suffit donc de tracer la ligne horaire 10 h 52 min sur votre cadran. Vous le ferez par différentes méthodes possibles :

- avec votre montre (le plus simple !), après avoir converti l'heure solaire 10 h 52 min en heure légale avec la formule bien connue (mais rappelée cependant ci-dessous) : vous tracerez alors la ligne horaire le long de la ligne d'ombre (du style du cadran) à cette heure !
- avec la formule donnant l'angle A d'une ligne horaire avec la ligne de midi : dans ce cas, la formule s'écrira tan A = cos LAT tan 17° avec LAT la latitude de votre commune.

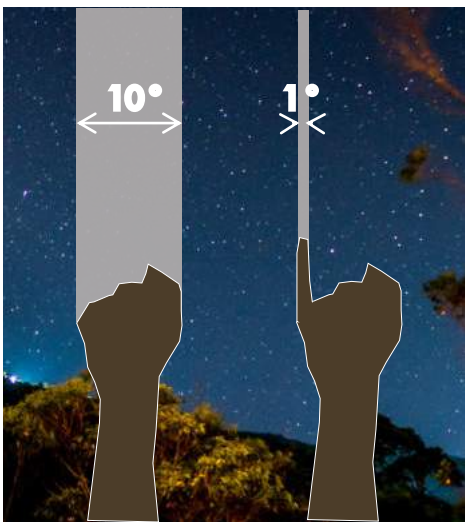
TL = TS + ET + 1h (si « heure d'été ») + CL

- TL : heure légale (celle de nos montres et téléphones)
- TS : heure solaire (lue sur le cadran)
- ET : valeur de l'équation du temps au jour considéré (à lire sur un schéma ou une table)
- CL : correction de longitude (positive si le cadran est situé à l'Ouest du méridien de référence, négative s'il est situé à l'Est de ce méridien).

Un test rapide

Lorsque l'on tend son bras, la largeur du poignet correspond à environ 10° sur la voûte céleste et ce quel que soit l'observateur (un adulte ou un enfant entre autres). Pratique, non, pour naviguer dans une carte du ciel ou pour observer des phénomènes particuliers (« telle planète sera cette nuit proche de telle autre, à 30° vers l'est » par exemple) ?

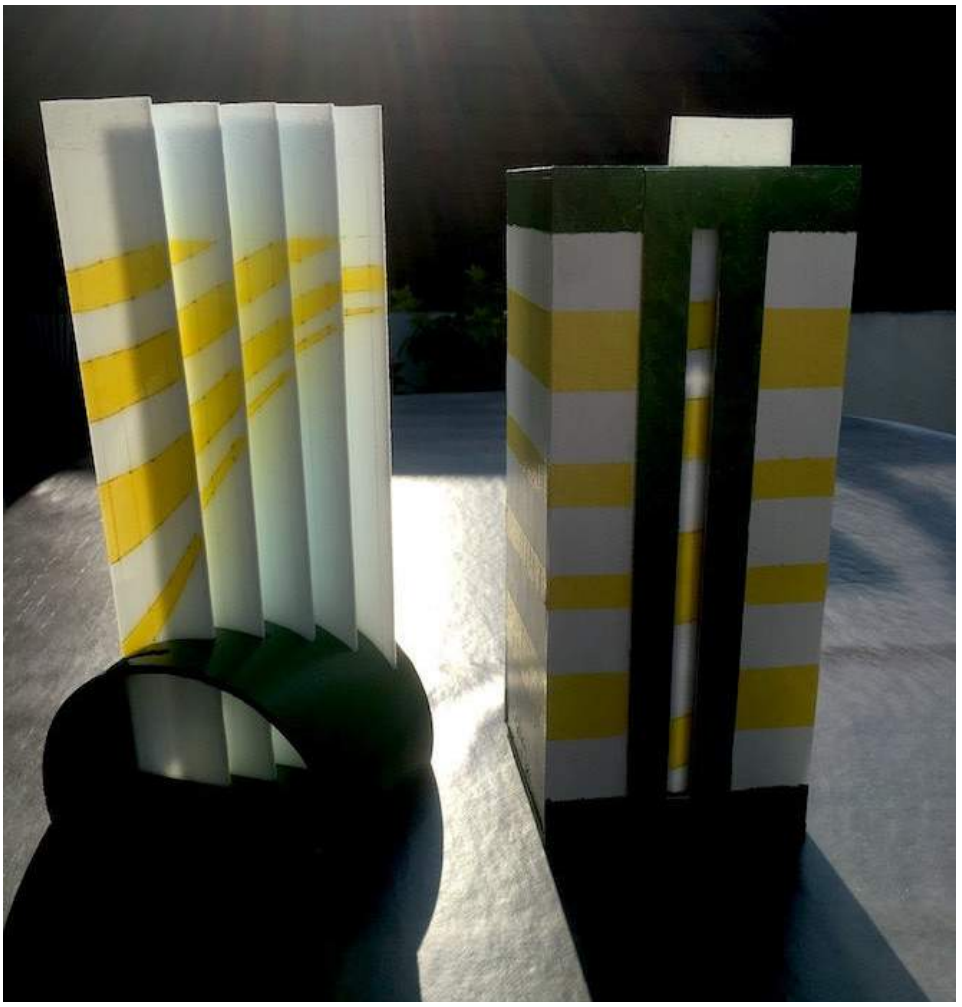
Mais, nous direz-vous, « Et si l'angle n'est pas un multiple de 10° ? ». Eh bien, dans ce cas, utilisez votre auriculaire, toujours bras tendu : son épaisseur équivaut à environ 1° !

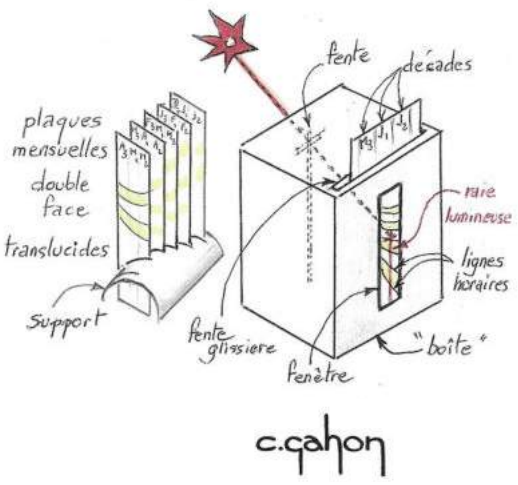


SOLEIL EN BOÎTE

Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Pour ce numéro a été choisi « Soleil en Boîte », astucieux et lumineux cadran fondé sur le concept du « cadran de berger ».





Cadran de type "berger".
Choisir la plaque correspondant au mois en cours et la placer dans la boîte par la fente glissière.
Tourner la boîte pour que la raie lumineuse, issue de la fente éclairée, soit dans l'axe de la fenêtre.
Déplacer la plaque dans la glissière pour que la décade (jour approché) du mois coïncide avec la raie.
La tache (croix) lumineuse indique l'heure solaire selon sa position par rapport aux lignes horaires.
La ligne la plus basse est celle de 12h.
Chaque autre ligne est à double lecture d'une heure du matin et de sa symétrique de l'après midi.
Sur le croquis ci-dessus on peut lire soit 8h30, soit 15h30.
Les plaques étant translucides, et par symétrie, chaque face sert pour un mois différent.
(ex: janvier et décembre, ou avril et septembre)

Inviter la Nature chez soi...
C'est bien simple, ma foi !
La recette est aisée :
Tout s'y trouve déjà.
Commencez
par jeter
tout ce qui
n'a pas cours
dans les champs
ou les bois :
les engrais,
la chimie très pressés.
les parcours Mais pourquoi ?
combattants Pour rien,
aux abois, comme ça,
et cætera. par habitude,
Appelez pour ne rien voir,
le Soleil, que leur gazon
il viendra ! bien vert,
Mais le vrai, bien propre,
pas celui bien triste.
conservé, Non, le vrai Soleil
enchaîné a son cadran,
aux poignets qui donne le temps vrai
de tous ces à qui se penche
gens pressés, ou se redresse.

et marguerites
et toutes les autres,
les petites
ou les grandes suivront.
Puis les oiseaux
viendront nicher.
Prudence, ne pas déranger
et ils vivront
dans votre haie,
réveilleront
tout le quartier
Quand le Soleil sans se soucier
sera chez vous, du temps qu'il fait,
vous n'aurez plus ni même de l'heure qu'il est.
rien qu'à attendre. Seule leur importe la vraie.
Longtemps, peut-être. Et puis après ?
Mais patience : Et puis après
la mauvaise herbe, Il sera l'heure de chanter,
pas si mauvaise que ça de regarder votre jardin,
vous rejoindra. de respirer l'odeur vantée
Et puis de ce petit matin,
des fleurs sauvages, où pour la première fois,
des baies sucrées, vous pourrez dire
des pâquerettes à vos voisins,
et des pensées, J'ai invité la
coquelicots Nature chez moi !

Ci-dessus : Yves Opizzo a omis de mentionner, dans son portrait page 30, que les cadrans solaires lui inspiraient également des poèmes, comme ce poème graphique « Jardin Sauvage… », dédié à Heinz Schumacher.

Page suivante : c'est l'un des nombreux cadrans solaires du parc « Giochi di Sole » (Jeux de Soleil) conçu par l'architecte Marco Lorenzetti à l'entrée de Sestri Levante, l'une des portes du parc national des Cinque Terre en Ligurie (Italie), un parc national prisé des randonneurs, aux cinq villages colorés et perchés près de la côte, que l'on peut découvrir également en bateau. Le parc « Giochi di Sole » vaut vraiment le détour : le concepteur a fait de réels efforts pour que tous (y compris des enfants) puissent mieux comprendre, à l'aide des différents cadrans solaires proposés, le mouvement apparent du Soleil dans le ciel. Sur la photo, on retrouve les fameux « cercles indiens » qui permettent de trouver la direction nord-sud à partir de la course de l'extrémité de l'ombre d'un gnomon sur le sol (voir cette méthode expliquée sur cette vidéo https://www.youtube.com/watch?v=4ULdRGgKH5Y).

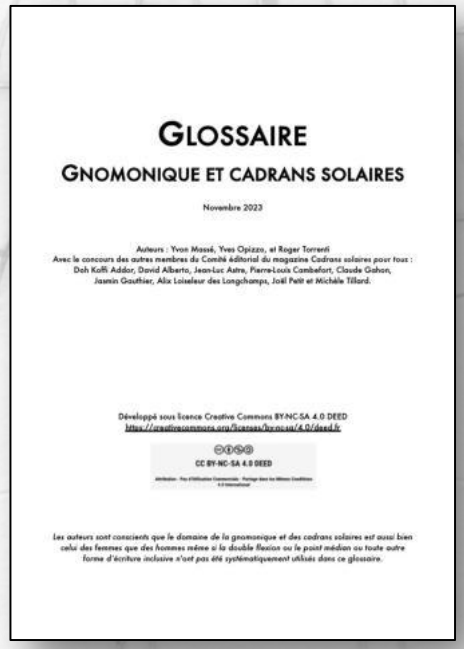


ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 10 - Hiver 2023-2024 - 11€





GLOSSAIRE

GNOMONIQUE ET CADRANS SOLAIRES

Novembre 2023

Auteurs : Yvon Massé, Yves Opizzo, et Roger Torrenti
Avec la concours des autres membres du Comité éditorial du magazine Cadrans solaires pour tous :
Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon,
Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Joël Petit et Michèle Tillard.

Développé sous licence Creative Commons BY-NC-SA 4.0 DEED
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.fr

CC BY-NC-SA 4.0 DEED

Les auteurs sont conscients que le domaine de la gnomonique et des cadrans solaires est aussi bien celui des femmes que des hommes même si la double flexion ou le point médian ou toute autre forme d'écriture inclusive n'ont pas été systématiquement utilisés dans ce glossaire.

Photo de couverture : cadran monumental installé en 2022 sur le viaduc de Blaimont (Belgique). Voir l'article p. 10 et 11 pour plus de détails.

Ci-dessus : couverture de la version pdf du Glossaire – Gnomonique et cadrans solaires *préparé par le comité éditorial du magazine et à destination de tous (voir article p. 28-29). La version pdf peut être téléchargée gratuitement depuis le lien* https://bit.ly/3uamF4k.

Photo page suivante : au bord de mer, près de la frontière entre l'Italie et la France, à Sanremo, un cadran analemmatique monumental réalisé par Marco Lorenzetti (http://www.lorenzettimeridiane.it/), prolifique cadranier italien, rend hommage à la chanson italienne qui a fait la renommée de Sanremo (l'ellipse sur laquelle sont inscrites les heures est constituée d'une partition parsemée de notes de musique).



SOMMAIRE

4 Crédits photos et illustrations
5 Éditorial
6 Actualités
8 Les Travaux et les Jours d'Hésiode - Michèle Tillard
10 Les cadrans solaires de l'arboretum Momignies Chimay - Patrice Wuine
12 Calculs et tables - Yvon Massé
14 Un filtre solaire pour bricoleurs sérieux - Yves Opizzo
16 Le mystère du temps - Pierre-Louis Cambefort
18 Instruments de navigation astronomique en mer (1/2) - Pierre-André Reymond
20 Les Cadrans Solaires de Bretagne - Jean-Paul Cornec et Pierre Labat Ségalen
22 Stellarium, logiciel de simulation pour la classe (2/2) - Joël Petit
24 Maquette « Durée du jour et du crépuscule » - David Alberto
26 Déterminer la déclinaison d'un mur - Roger Torrenti
28 Un glossaire pour tous ! - Comité éditorial
30 La parole à un gnomoniste - André Beaulieu
31 La parole à un cadranier - Zarbula
32 Zoom sur...
34 Jeux et énigmes
36 Solutions des jeux et énigmes
38 La marche de l'heure - Claude Gahon

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS

- Couverture : Photo CNABH (www.cnabh.be)
- Pages 2 et 3 : Photos Roger Torrenti
- Pages 6 et 7 : Copies d'écran du fil X (anciennement Twitter) @MOOC_CS
- Pages 8 et 9 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Marie-Lan Nguyen - Fichier : Pseudo-Seneca BM GR1962.8-24.1.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : NASA, ESA, AURA/Caltech, Palomar Observatory - Fichier : Pleiades large.jpg - Domaine public)
- Pages 10 et 11 : Photos CNABH (www.cnabh.be)
- Pages 12 et 13 : Photos Yvon Massé
- Pages 14 et 15 : Photos Yves Opizzo
- Pages 16 et 17 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Phrontis - Fichier : Braun ABW30 (schwarz).jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Twice25 e Rinina25 - Fichier : Chronos by Santo Saccomanno 1876, Cimitero monumentale di Staglieno.jpg - Licence CC BY 2.5)
- Page 19 : Illustrations et photos mises à disposition par l'auteur
- Pages 22 et 23 : Illustrations Joël Petit
- Pages 24 et 25 : Illustrations David Alberto
- Pages 26 et 27 : Illustrations Roger Torrenti
- Page 30 : Photos Jasmin Gauthier
- Page 31 : Photos Roger Torrenti
- Page 32 : Photo Roger Torrenti – Copies d'écran des sites mentionnés
- Page 33 : Copies d'écran des sites mentionnés - Photos Roger Torrenti
- Page 34 : Photo du site https://fr.freepik.com - Document Wikimedia Commons (Auteur : JeremyA - Fichier : Benchmark in Edinburgh.jpg - Licence CC BY-SA 2.5)
- Page 35 : Photo du site http://maget.maget.free.fr/ - Photo Alix Loiseleur des Longchamps
- Page 36 : Copies d'écran du site mentionné - Document Wikimedia Commons (Auteur : GO69 – Fichier : Uzeste (33) Collégiale Notre-Dame Extérieur 05.jpg – Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 37 : Illustrations Roger Torrenti et copies d'écran des sites mentionnés
- Page 38 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Photos Pierre Labat Ségalen

ÉDITORIAL

C'est avec plaisir que je consacre cet éditorial à deux initiatives que le Comité éditorial du magazine a menées à bien au cours du trimestre dernier.

Tout d'abord, à l'issue d'un travail collaboratif assez intense, nous avons préparé un « Glossaire – Gnomonique et cadrans solaires », que nous avons voulu suffisamment exhaustif, contenant des définitions explicites et compréhensibles par tous, et développé sous une licence Creative Commons (permettant une réutilisation, voire un développement complémentaire, par des tiers). Ce travail est présenté en détail en p. 28-29 de ce magazine. Il n'existait pas à notre avis de glossaire répondant aux critères évoqués ci-dessus et nous espérons qu'il sera utile non seulement à nos lecteurs mais à l'ensemble de la communauté gnomonique.

D'autre part, vous savez que depuis la page https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/, il est possible de télécharger chaque numéro du magazine mais aussi, et séparément, chaque article paru dans chaque numéro. Comme nous en sommes à plus de 100 articles parus, nous avons, pour faciliter la recherche d'articles à télécharger, choisi de les présenter dorénavant non plus par numéro, mais par catégorie, les catégories suivantes ayant été retenues:

- Gnomonique pour tous
- Autour de la gnomonique
- Ressources pédagogiques
- Logiciels
- Cadrans solaires de France
- Cadrans solaires du monde
- Un peu d'histoire…
- Portraits de gnomonistes et cadraniers
- Les cadrans de Claude Gahon
- Concours « Cadrans solaires pour tous ».

Roger Torrenti
Responsable éditorial

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit, Michèle Tillard et Roger Torrenti.



Dépôt légal : décembre 2023 - ISSN 2824-057X
Contact : contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS

Le compte @MOOC_CS de l'application Twitter (rebaptisée 𝕏) permet à toutes celles et ceux intéressés par l'histoire, la conception et la réalisation de cadrans solaires de suivre les actualités nationales et internationales dans le domaine. C'est en moyenne 7 à 10 tweets ou retweets par semaine qui permettent de compléter ses connaissances, d'être inspiré par certaines réalisations, de s'interroger sur certains concepts ou encore de découvrir des ressources pédagogiques nouvelles. Sur cette double page ont été rassemblés quelques tweets de ces trois derniers mois.

MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Une bien intéressante découverte !

> **Lucius Gellius Publicola** @Lucius_Gellius
> #archéologie fouille en laboratoire chez Archéologie Alsace, d'une urne funéraire romaine en verre decoré, mais surtout disposée dans un cadran solaire, plus précisément un scaphé ! Et avec les ossements dans l'urne, une jolie bague à intaille en améthyste (?) avec l'inscription...
> Voir plus



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Merci @ImaneRod Oui un très beau cadran solaire construit à l'initiative de Camille Flammarion à l'observatoire éponyme de Juvisy-sur-Orge (Essonne). Renové en 1998 il est près de la porte d'entrée sur laquelle est inscrite la sage devise "Vers la vérité à l'aide de la science"

> **Imane Rod** @ImaneRod ·
> @MOOC_CS n'est il pas magnifique ce cadran !!?😍 juste au-dessus de la fenêtre de la chambre de Camille Flammarion



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Un astucieux carnet de poche du début du XVIIe siècle, de fabrication allemande : sur la couverture et le dos de couverture, un cadran solaire de hauteur

> **History of Science Museum** @HSMOxford
> This is the 1700s German equivalent of making notes on your mobile phone.
>
> Made for latitude 51° or 52°, it's a book of ivory writing tablets with a #sundial on each cover: one for winter & the other for summer. To cast
> Voir plus



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Effectivement un bien original gnomon (ou style) pour ce cadran horizontal monumental installé sur une place de Moguilev en Biélorussie : c'est le corps de la lunette de l'astronome qui en tient lieu !

> **@AnnitaAnna** @YAnna33179907
> Many of those living in Belarus are familiar with this composition, located on the Square of Stars in Mogilev. But few people know that this is the only monument on earth to an astronomer, whose telescope is the gnomon of a working sundial.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS
Merci beaucoup @pipapipia Votre "chasse aux cadrans solaires" est remarquable et les photos toujours de qualité 😇

> **Pipapipia** @pipapipia
> En réponse à @MOOC_CS
> Merci beaucoup. Et j'aime que tu l'aimes. Vous êtes les bienvenus et merci beaucoup d'être là. 😘🙏🙏
> Celui-ci est nouveau. Spécial pour toi



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS ·
Décaler la table du cadran afin qu'elle soit plein sud et tracer un simple cadran méridional : un solution astucieuse ! Merci à @David_Alb_astro d'avoir repéré ce bel exemple

> **David ALBERTO** @David_Alb_astro ·
> Cadran solaire à Hennebont (Morbihan), mairie. Légèrement décalé de son mur pour être plein sud.
> Ardoise, style en aileron. L'un des 28000 cadrans solaires français référencés par la SAF (hors cadrans de série).



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Un beau double cadran d'angle dans un beau village de l'arrière-pays niçois...

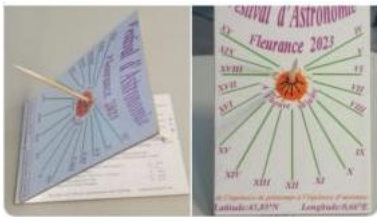
> **Claude Oberti** @claudeoberti2
> Cadran solaire double face sur la place d'Utelle (06.) Cadran oriental (vers l'Est) avec le blason d'Utelle: un ours. Méridional (vers le Sud) avec le blason du Duché de Savoie: la Croix de Savoie. Un peu d'histoire près de chez soi.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Bel événement ! Bravo aux initiateurs !

> **✨Autechaud Céline** @AutechaudC
> Cette semaine au festival @AstroFleurance, j ai participé à l'atelier cadran solaire animé par Serge Malassinet membre de la @safastrofrance !



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Un remarquable "couteau suisse" astronomique du XVIe siècle incluant notamment deux cadrans solaires

> **Archaeology & Art** @archaeologyart
> Compendium, an astronomical toolkit from 1557, containing two different kinds of sundial, a nocturnal and two lunar volvelles to tell time at night, a world map, ten pages engraved with astronomical and astrological tables, seven blank pages, and a magnetic compass.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Un très bel exemple de cadran solaire polyédrique

> **King Charles I Return** @KingCharlesIRTN ·
> Stone/bronze sundial 1633 presented by Charles I to Henrietta Maria & placed in the centre of King's Garden at
> Palace of Holyroodhouse, coinciding with Charles's Scottish coronation at Holyrood Abbey
> Image @RCT...
> Voir plus



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Merci pour le partage de cette photo d'un cadran solaire au style astucieux : il effectue la correction de l'équation du temps, le cadran indiquant in fine l'heure légale à une minute près (on change de style aux solstice d'été et d'hiver). Voir cadsolal.canalblog.com/archives/2020/...

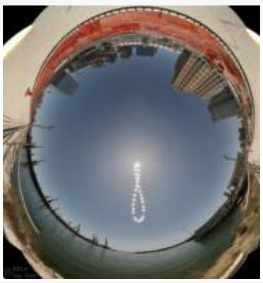
> **VendéeVoile** @VG2020D
> Annonce exacte de l'heure : il est 11h45 ! Cadran solaire annulaire équatorial avec cylindre de Bernhardt (ombre du bord avant pour indiquer l'heure), l'heure est toujours lue sur l'ombre en avant. Ce service est gratuit pour vous 😎 [détail dans le texte ALT]



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Nice picture but is not an analemmatic sundial : it's an analemma. It reveals the equation of time and can be obtained by taking the same picture every week or so at the same hour 😇

> **Josh Toms** @JoshToms345
> 🌞 Embrace the intersection of art and science with the captivating beauty of an Analemmatic Sundial captured through a 3D camera lens! 📷✨Explore the graceful dance of time as shadows intertwine with innovation. Join me on this journey of wonder and discovery. Follow for...
> Voir plus



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Et c'est l'un de très rares cadrans solaires de type "anneau astronomique" datant de l'Antiquité et conservés à ce jour

> **Dimitri Tilloi-d'Ambrosi** @DimitriTilloi
> Cadran solaire portatif en alliage de cuivre et retrouvé à Philippes, v. 250-350 av. J.-C. Prêt du musée archéologique de Philippes au Musée des thermes de Dioclétien pour l'exposition « L'Istante e l'eternità » à Rome.



MOOC Cadrans solaires @MOOC_CS

Belle photo d'un beau cadran solaire monumental (à la fois équatorial et horizontal) face à Manhattan (New York)...

> **Edit Karacsony** @editkephoto
> The sundial says it's sunny in nyc.
>
> Have a great week, everyone!
> Jersey City #NewJersey #nyc

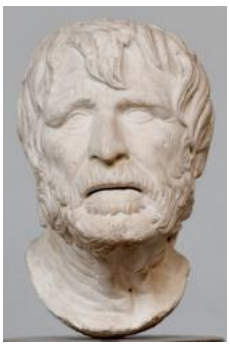


LES TRAVAUX ET LES JOURS D'HÉSIODE

OU LE TEMPS AVANT LES HORLOGES

Michèle Tillard

Connaissez-vous l'étymologie du mot heure *et savez-vous que ce terme désignait alors toute division du temps ? Michèle Tillard nous emmène près de 3 000 ans en arrière, à la rencontre d'Hésiode, propriétaire terrien et aède (poète et musicien de la Grèce antique).*



Buste représentant probablement Hésiode. Copie romaine d'une œuvre hellénistique (IIe s. av. J.-C.)

Postérieur d'environ un siècle à Homère, vers le VIIIe ou le tout début du VIIe siècle (av. J.-C.), Hésiode se présente lui-même à la fois comme un petit propriétaire terrien et un aède. Il vivait à Acra, en Béotie (Grèce). *Les Travaux et les Jours* est une œuvre assez atypique de la littérature grecque, à mi-chemin entre une méditation philosophique et religieuse et un manuel du parfait *gentleman farmer,* un genre qui connaîtra, de Xénophon à Virgile, un vif succès.

L'œuvre, écrite en vers comme l'*Iliade* et l'*Odyssée*, se présente schématiquement en deux parties : la première replace le présent humain dans un vaste panorama mythique, évoquant le mythe de Prométhée et celui de Pandore, et inscrivant l'humanité de son époque dans une succession de *« races »* toujours plus dégradées et sujettes au mal… La seconde, plus personnelle et plus didactique, s'adresse à son frère Persès, un incapable notoire : il s'agit de lui enseigner comment gérer un modeste domaine agricole.

Les deux parties sont donc sous le signe du temps, et d'un temps cyclique, donc plus ou moins prévisible : le temps long pour la première, le cycle annuel pour la seconde. C'est à celle-ci que nous nous intéresserons ici.

Ὡραῖος : « au bon moment »

S'il est un terme qui revient souvent sous le calame[1] d'Hésiode, c'est bien celui d' Ὡραῖος (horaios). Cet adjectif dérive du nom ὥρα (hora) qui en grec désigne toutes les divisions du temps ; pour Hésiode il s'agit essentiellement des saisons, c'est-à-dire du moment précis où doivent s'accomplir telles ou telles tâches.

Plus rarement, il s'agit des heures (le mot dérive de la même étymologie).

Pour que le blé, qui constitue l'essentiel de la récolte, mûrisse à temps et permette d'échapper à la perpétuelle menace de la misère et de la faim, il est essentiel que chacun des travaux des champs soit effectué au moment propice. Mais comment déterminer celui-ci ? En ces temps où l'être humain, en phase avec la nature, passait sa vie à observer les signes que celle-ci lui adressait, trois méthodes prévalaient.

L'OBSERVATION DES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES

La première et la plus immédiate était l'observation du climat, d'où cette formule qui peut paraître étrange : *« Telle est la loi des champs […] : semer nu, labourer nu, moissonner nu… »* (v. 390-391)

Elle signifie simplement que pour ces travaux il faut choisir la saison où l'on peut se passer de manteau, et se contenter d'une simple tunique : de la fin de l'hiver jusqu'à l'automne, avant les gelées… Les pluies d'automne sont aussi un bon indicateur : il est temps de couper le bois qui servira à fabriquer les charrues… Enfin, l'hiver, ses tempêtes et le glacial vent du Nord signifient le moment de rentrer au logis. Et malheur à celui qui manque une étape : *« Si tu laboures la terre divine au solstice d'hiver, tu récolteras assis le peu qui tiendra dans ta main… »*

Il s'agit du labour postérieur aux semailles, destiné simplement à recouvrir le grain.

L'OBSERVATION DES ANIMAUX ET DES PLANTES

La seconde méthode pour déterminer la *« bonne saison »*, c'est l'observation des animaux et dans une moindre mesure des plantes.

La grue, oiseau migrateur, *« apporte le signal des semailles et annonce l'hiver pluvieux »* (v. 448-451). Hésiode mentionne aussi le *« chant du coucou »*, ou encore le comportement de l'escargot qui s'éveille au lever des Pléiades… Les plantes ne sont pas oubliées : les premières feuilles du figuier annoncent au navigateur qu'il est possible de prendre la mer.

[1] roseau taillé pour l'écriture

Mais plus encore que le printemps, c'est l'été qui se manifeste par le plus de signes, car c'est la saison des moissons, celle qui décidera de la prospérité ou de la misère de toute une année : *« Quand fleurit le chardon et que la cigale sonore posée sur un arbre répand son chant mélodieux, au battement pressé de ses ailes, à la saison de l'épuisant été, alors les chèvres sont plus grasses, et le vin est le meilleur, les femmes les plus ardentes, et les hommes les plus faibles. »* (v. 582-586)

L'OBSERVATION DES ASTRES

Cependant, c'est à la lecture des astres que l'on a recours pour une datation plus précise : Hésiode nous en propose plusieurs exemples.

Ainsi c'est le *« lever des Pléiades, filles d'Atlas »* qui annonce le début des moissons ; c'est ici la première mention littéraire de cette constellation, composée d'environ cinq cents étoiles, dont sept sont visibles à l'œil nu.

Les solstices sont également des moments importants : *« Quand Zeus a achevé soixante jours d'hiver après le solstice, alors l'étoile Arcture[2], laissant le cours sacré de l'Océan, resplendissante, se lève pour la première fois à la fin de la nuit. »* (v. 564-567)

C'est le solstice d'été qui indique aux marins le meilleur moment pour prendre la mer, qui ne dure que cinquante jours après cette date déterminante… On notera par ailleurs qu'Hésiode ignorait encore les équinoxes, qui n'apparaîtront dans la littérature qu'au IVe s. av. J.-C., dans les textes hippocratiques.

Autre étoile mentionnée, Sirius, qui incarne la canicule, indique l'arrivée de l'automne quand *« au-dessus de la tête des infortunés humains il chemine peu de jour, et jouit davantage de la nuit. »* (v. 417-419)

L'automne apporte son lot de travaux : la constellation Orion invite à fouler le blé ; quant aux vendanges, elles ont lieu *« quand Orion et Sirius ont atteint le milieu du ciel, et qu'Aurore aux doigts de rose voit Arcture, alors, Persès, cueille toutes tes grappes et ramène-les chez toi. »*

Le temps d'Hésiode est cyclique : on revient enfin au temps des semailles.

La « *saison* », ὥρα en grec, est donc une donnée essentielle, que l'homme sage se gardera de négliger : tout retard peut condamner à la pénurie et à la faim.

Les dieux eux-mêmes en ont décidé ainsi : le temps est tout entier régi par des lois divines.

UN CALENDRIER ?

Il existait déjà un calendrier en cette époque archaïque, et le texte nous en livre un indice. Dans sa description de l'hiver, notre poète mentionne le mois de *Lénaion*, à cheval sur janvier et février, et qui plus tard sera nommé *Gamélion*, caractérisé par le souffle furieux de Borée, le vent du Nord, et par un froid glacial. Le mot qui désigne le mois, μην (mèn) est de la même famille que le mot « Lune », μηνάς (mènas) ou μήνη (mènè). L'année était donc certainement divisée en lunaisons de 30 jours, avec un mois intercalaire pour rattraper l'année solaire de 365 jours… Un système imparfait, certes, mais il faudra attendre l'époque romaine pour qu'il soit réellement corrigé.

La dernière partie des *Travaux* porte justement sur l'alternance de jours « fastes », où le travail était productif, et « néfastes » où il fallait se garder de toute initiative. Ce passage peut nous sembler obscur, et quelque peu arbitraire. Pourquoi, en effet, *« le premier, le quatrième et le septième »* jour du mois sont-ils particulièrement sacrés ? Le douze du mois semble aussi une date très propice aux travaux ménagers… Est-ce lié aux phases de la Lune ? Tout cela reste cependant bien flou.

L'on retiendra seulement sa conclusion : *« Heureux et fortuné celui qui, sachant tout cela des jours, travaille sans offenser les Immortels, en distinguant les présages et en évitant les fautes. »* (v. 826-828)



L'amas des Pléiades
vue par l'observatoire du mont Palomar

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com), ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (voir https://philo-lettres.fr/)

[2] Arcturus (ou Arcture) est l'étoile la plus brillante de la constellation du Bouvier, et se repère en prolongeant la queue de la Grande Ourse.

LES CADRANS SOLAIRES DE L'ARBORETUM MOMIGNIES CHIMAY

Patrice Wuine

Les clubs d'astronomie jouent un rôle essentiel dans la vulgarisation de la théorie et de la pratique des cadrans solaires. Patrice Wuine nous invite ici à franchir la frontière franco-belge pour découvrir un très bel exemple de ce que peuvent faire ces clubs.



CONTEXTE

Le Cercle des Naturalistes et Astronomes amateurs de la Botte du Hainaut en Belgique (CNABH en abrégé) est une association qui se constitue en ASBL (équivalente à loi 1901 française) en janvier 2013. Il rassemble à l'origine des passionnés d'astronomie, soucieux de faire revivre une activité sur le site historique de l'Observatoire de Sivry situé à quelques kilomètres de la frontière franco-belge.

Le Cercle s'est ensuite enrichi d'autres passionnés, des naturalistes cette fois, pour constituer un groupe qui s'est rassemblé autour du projet d'Arboretum sur le RAVeL (Réseau Autonome des Voies Lentes) Momignies-Chimay (voie verte). Cet arboretum linéaire de 17 km n'accueille pas que des plantations : une série de cadrans solaires a été imaginée, dont trois sont déjà sur le parcours. Cet article présente les cadrans existants, mais aussi les projets en cours.

LES TROIS CADRANS

Nous avons cherché le moyen d'aborder les grands sujets astronomiques lors des balades naturalistes guidées que nous organisons parmi les plantations de l'arboretum. L'idée du cadran solaire s'est assez vite imposée car il peut être à la fois esthétique, didactique et pratique. En 2017, nous décidons donc de nous rapprocher de la SAF-CCS afin de rencontrer les experts du domaine et nous inspirer de leurs réalisations. Pour notre premier cadran, nous nous associons avec un forgeron français de nos amis, dont l'atelier est situé à Ohain (59). Il réalise pour nous selon nos plans les éléments d'un cadran armillaire, forgé en acier Corten.

De cette première réalisation va naître le projet d'un cadran monumental, destiné à être installé sur le viaduc de Blaimont (Chimay), à l'autre extrémité de l'Arboretum. L'idée nous est venue en consultant la production de Claude Gahon, et plus particulièrement son cadran Totem, où le nez sert de style et projette son ombre sur les ailes d'un aigle.

Nous choisissons la cigogne car le site se trouve à deux coups d'ailes de l'Aquascope, où les premières cigognes belges ont niché en 2015. Une équipe maison est alors constituée autour du projet. Elle rassemble un ingénieur, un soudeur inox, un artiste-peintre, un chef de projet et plusieurs bénévoles. Les plans sont validés par la Région wallonne qui autorise l'aménagement en 2020. Des fonds sont ensuite rassemblés par le CNABH, car le budget total est estimé à 20 000 €. La Ville de Chimay est mise à contribution, les associations locales et les citoyens répondent présents.

C'est l'artiste Jean Claude Dresse, peintre renommé et membre du CNABH, qui donne à l'ensemble le caractère d'une œuvre monumentale. Il s'agit d'un cadran solaire de type vertical légèrement déclinant, le viaduc étant pratiquement dans l'axe est-ouest. Il est solidement boulonné sur une semelle en béton de 600 x 200 x 50 cm posée au milieu du tablier. Ce socle de 16 tonnes garantit la stabilité de la structure, notamment face aux vents (le tablier ne pouvant être percé). La table du cadran mesure 380 x 500 cm. Le bec de la sculpture fait office de style, dont l'extrémité de l'ombre indique l'heure et la date. Le tout est réalisé en acier inoxydable, avec un peu de laiton pour les inscriptions.

Notre dernière réalisation est un cadran équatorial réalisé dans la pierre du pays, une armille perforée en acier inoxydable tenant lieu de style. Enfin, un projet de cadran cylindrique convexe est envisagé pour enjoliver la Place des sciences de l'Université de Namur.

Patrice Wuine patrice.wuine@gmail.com est responsable du CNABH (Belgique). Informaticien de formation, et guide nature depuis 2016. Avec l'artiste Jean Claude Dresse, il imagine, calcule et réalise des cadrans solaires sur le parcours de l'Arboretum Momignies Chimay.





Ci-dessus et ci-contre, installation et vue rapprochée du cadran monumental sur le viaduc de Blaimont (Chimay).

Ci-dessous, le dernier cadran réalisé : un cadran équatorial à armille perforée.



Pour en savoir plus :

www.cnabh.be
https://www.youtube.com/@cnabh
https://www.facebook.com/cnabh
https://www.arboretumchimaymomignies.be/

CALCULS ET TABLES

Yvon Massé

Vous voulez déterminer l'heure légale du passage du Soleil dans le plan du méridien, instant important pour les amateurs de cadrans solaires, mais vous êtes privé·e de tout outil numérique… Comment faire ? Yvon Massé nous donne la solution !

Quand il faut effectuer un calcul un peu compliqué, on pense automatiquement à son « ordiphone » ou à un logiciel tableur, voire à une calculette scientifique. Ces outils modernes et efficaces sont facilement disponibles et permettent avec quelques manipulations simples d'effectuer les calculs les plus complexes avec une précision généralement bien supérieure au besoin. Ils sont toutefois très récents et les lecteurs les plus âgés se rappellent certainement d'une époque où ils n'existaient pas encore. Mais alors, comment faisait-on ?

Il y avait bien sûr les opérations de base : addition, soustraction, multiplication et division, qui étaient effectuées sur un morceau de papier avec, si besoin, la preuve par 9 pour s'assurer du résultat.

Pour les calculs plus complexes, il y avait les règles à calcul, outils indispensables de l'ingénieur, mais les résultats n'étaient pas d'une grande précision. Quand elle était requise, il fallait recourir aux tables de logarithmes généralement associées aux tables des fonctions trigonométriques.



Règle à calcul et tables

Les formules trigonométriques que nous utilisons actuellement étaient d'ailleurs exprimées différemment de façon à comporter majoritairement des multiplications et divisions qui, par la propriété principale des logarithmes, devenaient de simples additions et soustractions.

> *On retrouve cette façon de calculer dans l'ouvrage bien connu de Bedos de Celles,* La gnomonique pratique*, qui consacre notamment tout un chapitre à l'usage des tables de logarithmes. Par exemple, à la page 321 de l'édition de 1774 et suivantes, au point 530, l'auteur détaille le calcul permettant d'obtenir la hauteur du Soleil h connaissant sa déclinaison d, la latitude Φ et l'angle horaire H*[1]*. L'explication de la procédure est donnée dans les pages précédentes, le principe repose sur la décomposition du triangle de position en deux triangles rectangles. Les relations utilisées sont à l'évidence bien différentes de celles qu'on utilise généralement aujourd'hui :*
>
> $$\sin h = \sin d.\sin \Phi + \cos d.\cos \Phi.\cos H$$

Enfin, pour des calculs récurrents dans le cas d'applications particulières, il y avait des abaques et des courbes quand la précision nécessaire n'était pas importante. Quand celle-ci devenait primordiale, on avait alors recours à des tables spécifiques dont la structure et l'organisation étaient parfois très astucieuses.

C'est en préparant l'article sur le point en mer[2] que j'ai constaté que les tables élaborées pour la navigation avaient fait l'objet de différentes optimisations jusqu'au milieu du XX^{e} siècle[3] : l'efficacité était effectivement la règle principale pour ces calculs assez complexes et qui devaient être effectués régulièrement, rapidement et dans des circonstances pouvant être difficiles.

Les éphémérides elles-mêmes, bien plus complexes, étaient aussi calculées à partir de tables, celles que l'astronome Simon Newcomb a établies à la fin du XIX^{e} siècle[4] ont été utilisées jusqu'à l'avènement des calculs par ordinateur.

---

[1] https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1489127/f366.double

[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7_Y-Masse.pdf

[3] https://site.bdlg.fr/wp-content/uploads/2020/07/BDL4_Bedel.pdf

[4] https://books.google.fr/books?id=1YHIPYMqAWsC&printsec=frontcover

On peut aussi juger des astuces pouvant être mises en œuvre dans un article de Jean-Charles Houzeau[5] qui explique comment obtenir, avec une précision de quelques heures, les différentes phases de la Lune sur une bonne vingtaine de siècles à partir de 4 tables rudimentaires.

Afin d'illustrer cette manière de calculer, je vous propose de l'utiliser vous-même pour déterminer un instant qui est relativement important en gnomonique : l'heure légale correspondant au passage du Soleil dans le plan du méridien. À cet instant précis on peut, en effet, déterminer exactement l'axe nord-sud par l'ombre d'un fil à plomb.

Toutes les opérations et manipulations sont détaillées en annexe[6] avec exemples et canevas de calcul.

Le principe repose sur l'emploi de la formule donnant l'heure légale en fonction de l'heure solaire :

TL = TS + CL + ET + FH + 1h (si « heure d'été »)

où :

- TL est l'heure légale recherchée
- TS est l'heure solaire qui, dans notre cas, doit être précisément midi
- CL est la correction de longitude, positive à l'ouest du méridien de Greenwich et négative à l'est
- ET est l'équation du temps au jour et à l'heure solaire considérés, cette dernière est donnée par la somme 12 h + CL
- FH est le décalage du fuseau horaire

Il faut donc, dans un premier temps, convertir la longitude en heure. En principe il suffit de diviser le nombre de degrés par 15 mais les subtilités de la notation sexagésimale rendent la tâche un peu plus compliquée. Deux petites tables permettent de s'en sortir sans véritablement faire de division mais la procédure est, en quelque sorte, la plus compliquée de cet exercice.

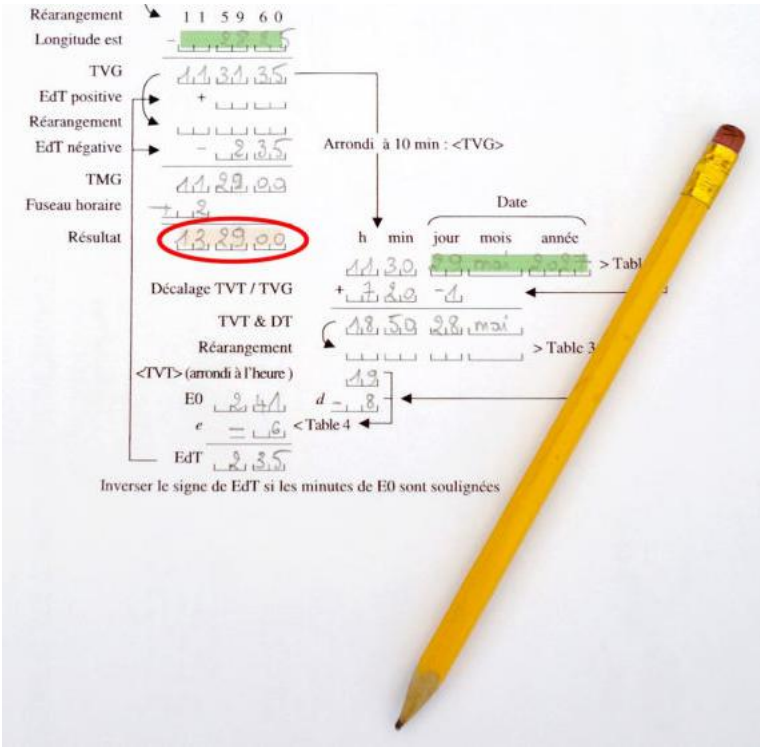
L'étape suivante est l'extraction de l'équation du temps à partir d'une table qui a la particularité d'être valable jusqu'en 2049. L'astuce permettant d'obtenir cette durée de validité provient du fait qu'on l'utilise avec un temps différent du temps usuel : le temps de la table. Il est obtenu en ajoutant au temps usuel un décalage extrait d'une autre table.

Enfin il faut procéder à une interpolation, c'est une opération pratiquement systématique dans l'utilisation des tables. Elle consiste à extraire une correction à partir d'une table spécifique, la table d'interpolation, en utilisant une valeur de différence fournie par la table principale.

Pour effectuer les différentes étapes, vous pouvez vous laisser guider par le canevas qui rappelle schématiquement la marche à suivre et permet de consigner les résultats intermédiaires.

Après avoir effectué toutes les extractions et les opérations associées, vous serez agréablement surpris d'obtenir, sans grand effort et en quelques minutes, l'heure attendue au bout de votre crayon… sans aucun outil numérique évolué !

La différence de votre résultat avec l'heure correspondante fournie par l'IMCCE[7], une référence incontournable, ne sera jamais supérieure à 4 secondes !



Exemple de canevas rempli

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/ et anime l'intéressant forum gnomonique qui lui est associé.

[5] https://books.google.fr/books?id=ImHwAAAAMAAJ&pg=PA197
[6] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/11/Annexe-Y_Masse-n10.pdf
[7] https://ssp.imcce.fr/forms/observing

UN FILTRE SOLAIRE POUR BRICOLEURS SÉRIEUX

Yves Opizzo

Si vous aimez les cadrans solaires vous aimez ou aimerez inévitablement l'astronomie et serez tenté un jour ou l'autre d'observer le Soleil avec un instrument. Oui mais soyez très, très prudent dans le choix du filtre solaire que vous utiliserez. Yves Opizzo nous explique pourquoi et comment…

La gnomonique est par évidence une branche de l'astronomie de position. Les formules utilisées sont les mêmes pour calculer la position du Soleil ou de la Lune dans le ciel, que ce soit dans le système héliocentrique ou dans le géocentrique. Un gnomoniste averti ne peut pas ne pas être intéressé par l'astronomie. La planète Saturne, magnifique avec un grossissement de 500 fois le mercredi 23 août en Allemagne (où je réside), n'a laissé personne indifférent !

Mais avez-vous déjà eu l'idée d'observer le Soleil avec un instrument d'astronomie ? Le danger peut être effroyable, puisque la **cécité immédiate, absolue et définitive** pourrait être la facture à payer. Ce n'est pas un jeu, et il faut prendre garde autant que faire se peut. Je rappelle - encore une fois - la sinistre plaisanterie : l'être humain a deux occasions pour voir ainsi le Soleil sans protection spéciale, l'œil gauche, et l'œil droit. Après, c'est terminé…

Et pourtant, le Soleil à l'oculaire est un spectacle fascinant. Il est même possible d'observer les protubérances solaires avec un filtre spécial, mais c'est déjà trop pour ce modeste article.

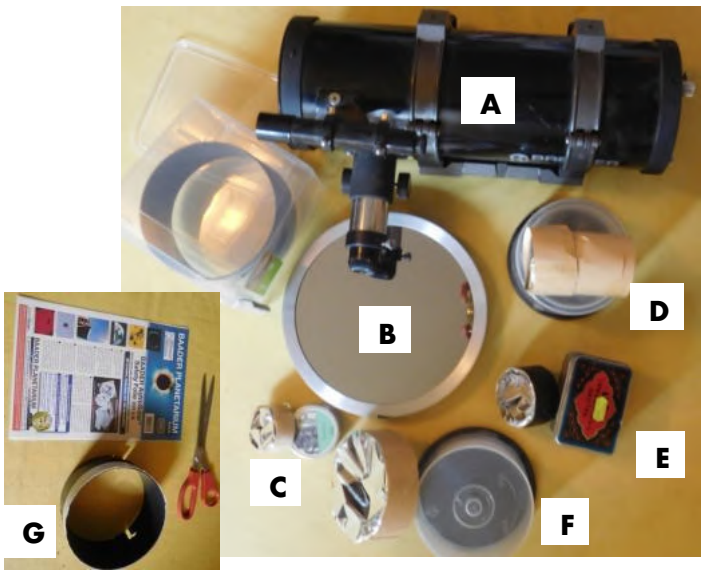
Je vais me contenter de la réalisation d'un filtre solaire très sérieux et sûr, pour peu que les étapes soient bien suivies et l'emploi au soleil rigoureusement correct. Nous allons détailler tout cela.

Déjà, première recommandation, si vous avez un instrument du commerce fourni avec un « filtre solaire » à placer au niveau de l'oculaire : **JETEZ-LE** sur le champ, sans **JAMAIS** le tester. C'est une honte que de vendre une telle chose, car le filtre va chauffer, chauffer, chauffer et exploser. J'ai vu cela en Provence il y a une trentaine d'années, lors d'une éclipse de Soleil. L'ami, un adulte a fort heureusement entendu le filtre craquer et s'est jeté en arrière !!! Il a ainsi sauvé son œil, mais le télescope fut rangé.

Donc, le filtre doit être placé **DEVANT** la lentille ou le miroir pour éviter tout échauffement.

Il y a plusieurs firmes produisant des filtres au mylar, qui laissent passer environ 1/100 000 de la lumière solaire. Ils sont totalement opaques, même avec la pleine Lune ou une ampoule de 1000 W et c'est ce qu'il faut. Le Soleil par contre sera magnifique et vous pourrez facilement compter les taches, s'il y en a.

J'explique donc comment procéder, à partir d'une feuille au format A4 de mylar (environ 18 € chez Astromedia[1], ou Baader[2] ou autre). Je voulais construire un filtre solaire pour le télescope (114 mm d'ouverture et 500 mm de focale) de mes petites filles (A), et voici le résultat. La photo ci-dessous montre un filtre professionnel (B) du commerce (pour mon C8), le télescope en question, plus divers filtres que j'ai réalisés pour mon théodolite russe (C), pour un télé objectif (D), pour le chercheur (E) du C8 (très important, car il est facile d'oublier le danger avec le chercheur) et pour d'autres appareils (F). Notez que les boîtes de CD vides constituent d'excellentes protections pour les filtres. Ne les jetez plus tout de suite ! J'ai acheté pour environ 8 € un morceau de tuyau de descente de gouttière (G), 150 mm de diamètre, que j'ai un peu raccourci et préparé pour qu'il s'adapte bien aux vis du télescope, peu de chose en vérité.



[1] https://www.astroshop.de/fr/
[2] https://www.baader-planetarium.fr/

Passons aux étapes diverses pour fabriquer le filtre.

1) Il vous faut une feuille de mylar comme déjà dit, du papier kraft, un peu de ruban adhésif normal et beaucoup de double face, des ciseaux, une règle, un crayon et de l'attention. Les quatre photos ci-contre montrent le travail avec le petit chercheur.

2) Découpez une bande de papier kraft de trois ou quatre cm de large et placez-la serrée sur le pourtour de l'objectif (circonférence = diamètre x Pi). Collez-la avec un bout de ruban adhésif simple.

3) Collez sur le papier kraft une bande de ruban double face, très proprement. La phase 2 est inutile si vous vous êtes procuré, comme je l'ai fait, un tube plastique au bon diamètre.

4) Découpez la feuille mylar « au carré », en prenant bien garde de ne pas blesser la feuille, c'est essentiel.

5) Placez ce carré (c'est plus facile qu'avec un cercle et le surplus sera facile à éliminer) sur l'objectif muni du double face sur papier kraft (ou sur tube plastique). Efforcez-vous d'avoir une face à peu près lisse, mais ce n'est pas décisif.

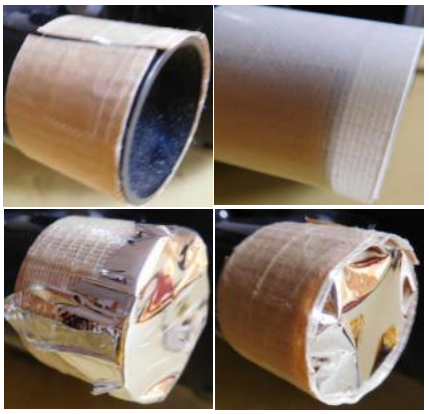
6) Pliez maintenant avec les doigts le mylar sur le double face et lissez bien tout le pourtour, pour éviter toute fuite de lumière.

7) Découpez à nouveau une bande double face et de papier kraft à la bonne longueur, collez le double face sur les bords de l'objectif (où du mylar et du double face sont à coup sûr visibles) et collez le papier kraft sur le double face. Cette double épaisseur de papier fort et de ruban adhésif assure une bonne stabilité au filtre.

8) Procurez-vous une solide boîte assez grande pour recevoir le filtre. Vous pouvez bien placer un morceau de mousse dans la boîte, pour éviter tout désagrément. En procédant ainsi, votre filtre solaire, qui vous aura coûté quelques dizaines d'euros, tout au plus, vous donnera toute satisfaction de longues années. Mais n'oubliez JAMAIS de le tester AVANT de le placer sur l'instrument.

C'est terminé ! Pas tout à fait cependant car il faut absolument tester le filtre « à l'œil nu », avec le Soleil. Si un tout petit trou existe, vous le verrez facilement et pourrez soit réparer le filtre, avec du papier noir collé sur le trou par exemple, soit le jeter et en refaire un.

Mais n'essayez pas avec l'instrument sans avoir procédé à cet essai !

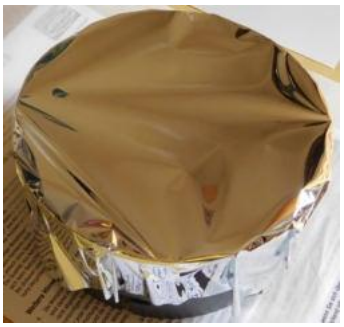


Phases de réalisation du filtre pour le petit chercheur.



(cette photo et celles ci-dessous concernent le filtre principal, pour le télescope lui-même).

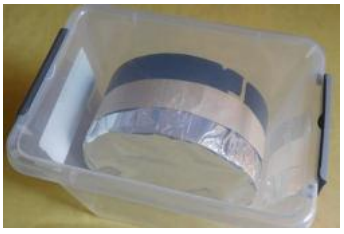
Le tube en plastique facilite largement les travaux et garantit une excellente stabilité.



La feuille de mylar vient d'être repliée sur l'objectif. Elle ne doit pas être parfaitement lissée, peut-être même vaut-il mieux lui donner, comme ici, un peu de jeu, pour éviter les déchirements.



Une nouvelle bande de papier fort sur le mylar assure une bonne tenue et un emploi plus facile. Il est essentiel de ne pas endommager le filtre lors de l'utilisation.



Le filtre est maintenant rangé dans une boîte plastique solide et pratique, à l'abri des chocs.

Le gnomoniste et cadranier Yves Opizzo yves@opizzo.de a été présenté dans le n°9 de ce magazine. On lui doit 14 ouvrages et de très nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : http://opizzo.de/

LE MYSTÈRE DU TEMPS

Pierre-Louis Cambefort

Un cadran solaire est un « instrument de mesure du temps à partir de la position du Soleil dans le ciel ». Mais qu'est-ce que « le temps » ? Pierre-Louis Cambefort partage, en deux pages, ses réflexions.



Je vais parler du temps en 2 pages comme l'exige le format de ce magazine, alors que des livres entiers ont déjà été écrits sur « le temps » et que d'autres seront encore écrits. Ces 2 pages permettront au moins de synthétiser ma vision sur cette notion de temps, et vous seront peut-être utiles pour développer votre propre vision.

Etant intéressé par la gnomonique depuis longtemps, je me suis interrogé sur ce que l'ombre d'un gnomon voulait bien représenter.

Le gnomon d'un cadran solaire permet, par l'extrémité de son ombre, de connaitre l'heure solaire vraie du jour et par son déplacement au cours de la journée, de suivre l'évolution du temps. D'où une première notion du temps (ou de la durée) par rapport au lever et au coucher du Soleil.

Mais pas forcément la mienne, dépendant de ce que je vis ce jour-là !

Cette ombre du gnomon est créée par des rayons du Soleil qui mettent 8 minutes pour nous parvenir, la vitesse de la lumière étant finie d'après la théorie de la relativité restreinte. Cette ombre qui représente la rotation de la Terre sur elle-même et sa position autour du Soleil le jour considéré, est donc 8 minutes en retard sur le présent. Cette heure ne représente donc pas le « maintenant ».

Durée, temps ressenti, passé, présent …

Et pourtant la notion de temps nous semble évidente ! Nous pourrions reprendre les paroles de saint Augustin, philosophe et théologien chrétien romain, il y a plus de quinze siècles : « quand on ne me le demande pas, je sais ce qu'est le temps ; quand on me le demande, je ne sais plus. »

Essayons d'explorer plus avant cette notion de temps.

Le temps, en se référant aux dictionnaires, ce sont de multiples définitions qui englobent les notions de simultanéité, de changement, de répétition, d'évolution, de succession, de durée, de vieillissement, d'usure… Beaucoup trop de définitions, qui font que c'est la phrase elle-même dans laquelle figure le mot temps qui permet de comprendre sa réelle signification utilisée.

Commençons par la notion que nous avons apprise à l'école : le temps physique, celui de Galilée et de Newton.

Ce temps physique est celui donné par nos cadrans solaires ou par nos montres et horloges. Il s'agit d'un temps absolu, constant et invariable. Le temps, c'est une durée. Pour être exact, il nous permet de calculer une durée : la différence de deux valeurs de temps donne une durée, mais nous sommes réduits à la même question : qu'est-ce qu'une durée ?

Aucune durée n'est vraiment montrable ni saisissable en elle-même. La mesure des durées est bien antérieure à la conception du temps physique actuel. En prenant un exemple au Moyen Âge, le cours du temps était bien établi dans les monastères : grâce aux cadrans canoniaux, les moines étaient tenus de respecter scrupuleusement les heures canoniques pour leurs prières : prime (première heure du jour), tierce (milieu de la matinée), sexte (midi), none (milieu de l'après-midi), vêpres (coucher du soleil). Mais heureusement les cadrans canoniaux étaient associés à des clepsydres, des sabliers puis à des horloges mécaniques, car autrement ces moines auraient souvent fait la grasse matinée les jours de mauvais temps !

Mais, petit à petit, le temps est passé de la main des anges à celle des mathématiciens, d'où nos horloges de plus en plus précises, donnant un temps absolu, vrai et mathématique, et de par sa nature, coulant uniformément sans aucune relation avec l'extérieur.

Puis, ce temps absolu a été aboli par la relativité générale d'Einstein : le temps étant devenu fonction de la vitesse du référentiel (à condition

que cette vitesse soit proche de la celle de la lumière), de l'observateur qui le mesure, et de la gravitation (le temps s'écoule plus vite à la montagne et plus lentement en plaine).

Et les voyages dans le temps ? Science-fiction me direz-vous, car nos fusées actuelles sont bien trop lentes. Mais qui aurait prévu, il y a 200 ans, que nous poserions un pied sur la Lune ?

Le temps est associé au présent. Il est un instrument à créer en permanence de nouveaux instants. C'est une succession d'instants très proches, se succédant les uns aux autres. Le temps définit l'instant présent. Il y a le passé mais comment le passé serait-il le temps, puisqu'il n'est plus ? Il y a l'avenir mais comment l'avenir serait-il le temps, puisqu'il n'est pas encore ? Le passé n'est plus, l'avenir n'est pas encore ; il n'y a que le présent qui est l'unique temps réel. Saint Augustin citait 3 fonctions au temps : l'attente, correspondant au « présent de l'avenir », la mémoire, correspondant au « présent du passé » et l'attention, correspondant au « présent du présent ».

Le temps ressenti par notre conscience (celui que nous ressentons) n'a rien à voir avec les temps physiques. Combien de fois pendant les moments de bonheur, ne souhaitons-nous pas dire, comme Lamartine : « Ô temps, suspends ton vol ! », car ces moments passent trop vite ? Inversement pendant les moments plus difficiles, ne souhaitons-nous pas dire au temps : « Passe vite ! », car ces moments ressentis sont trop longs ?

D'autre part, dans notre monde moderne, nous avons l'impression de « n'avoir plus le temps d'avoir le temps » : la vie moderne nous impose un rythme jamais connu auparavant. Tout va trop vite, nous sommes devenus des esclaves de la vitesse et le temps nous semble devenu contraint, comprimé et encadré …

Et puis, il y a des temps biologiques, géologiques, physiologiques…

Le temps est représenté par un espace à une dimension dont les points sont des instants : un seul nombre suffit à déterminer une date, alors que l'espace en a trois.

Il n'existe pour la forme du temps que 2 configurations possibles et 2 seulement : soit la ligne qui le représente est ouverte : c'est une droite, soit elle est fermée : elle équivaut à un cercle. Il n'y a donc que 2 temps possibles : le temps peut être linéaire ou cyclique et dans tous les cas, du passé vers le futur, ces 2 temps correspondant d'ailleurs à deux grandes conceptions philosophiques.

Mais la droite l'a emporté sur le cercle, pour 2 raisons : l'une provenant du christianisme (la recherche du royaume de Dieu par l'avènement d'éléments fondateurs d'un temps nouveau), l'autre provenant des physiciens (le déroulement du temps ne peut se répéter à cause du principe de causalité : tout fait a une cause et la cause d'un phénomène est nécessairement antérieure au phénomène lui-même). Donc la topologie actuelle du temps est une droite infinie parcourue toujours dans le sens du passé vers le futur.

Et si nous parlions de l'origine du temps : la théorie actuelle des physiciens repose sur le Big Bang ; au début, il n'y avait rien et l'Univers a été créé à l'instant du Big Bang, il y a 13,7 milliards d'années environ ; le temps a été créé à cet instant. Bien difficile de se faire une idée de l'avant : il n'y avait rien. Dans le cas d'un Univers en expansion-contraction, le Big Crunch correspond à la fin du temps ! Mais s'il y a un début et une fin au temps, il y a eu décisions diront certains ; mais c'est un autre sujet.

Le temps ne peut s'arrêter ; pour que le monde existe, il faut que le temps soit là, qui, en s'écoulant, le fait durer. Mais il y a des instants où le temps n'intervient pas : ce sont les rêves quand nous dormons, mais c'est également un autre sujet.

Le temps s'écoule toujours dans le même sens et je pense que la définition réelle du temps est qu'il ne peut pas s'arrêter ou faire marche arrière et ce n'est pas parce que nos cadrans solaires ne fonctionnent pas la nuit (sauf à la lueur de la Lune !) ou quand le Soleil ne brille pas, que le temps ne s'écoule pas inlassablement.

Pour les êtres humains le temps passe, mais pour le temps les êtres humains passent, puis s'en vont.

Le plus grand mystère est peut être celui du temps…



Chronos, dieu du temps dans la mythologie grecque

Pierre-Louis Cambefort
pierre-louis.cambefort@orange.fr
est ingénieur, artiste et gnomoniste. Son parcours a été présenté dans le numéro 1 du magazine.

INSTRUMENTS DE NAVIGATION ASTRONOMIQUE EN MER (1/2)

Pierre-André Reymond

L'astronomie de position est non seulement liée aux cadrans solaires mais également aux instruments de navigation, les deux domaines s'étant d'ailleurs mutuellement enrichis au cours des siècles. L'auteur nous invite ici à la découverte de quelques instruments de navigation astronomique.

Dans un ouvrage bilingue paru en 2012[1] je proposais d'appréhender quelques instruments utilisés pour le positionnement en mer. J'ai également confectionné divers modèles desdits instruments (photos page suivante), ce qui m'a permis de mieux comprendre leur fonctionnement et de juger de la précision obtenue. Je vous livre ici un petit aperçu de ces instruments.

LE COMPAS SOLAIRE DES VIKINGS

Fondé sur le principe du gnomon et des arcs diurnes, cet objet circulaire en bois était pourvu d'un style vertical qui projetait son ombre sur sa base que l'on pouvait faire flotter à l'horizontale, par exemple dans une bassine d'eau. En faisant pivoter l'instrument et en mettant en correspondance l'ombre et une ligne gnomonique, on retrouvait le nord.

Évidemment un tel compas solaire n'était exact que pour une latitude donnée et une période de l'année bien déterminée. Le navigateur britannique Sir Robin Knox Johnson a testé l'instrument et lui a trouvé une précision passablement correcte, bien suffisante cependant pour naviguer d'est en ouest à la découverte de Terre-Neuve sur un drakkar de l'époque d'Éric le Rouge (X^{e} siècle). Le modèle que j'ai réalisé permet une approche de la direction du nord à environ 5 ° près.

LE KAMAL

Beaucoup utilisé sur les boutres arabes des mers orientales, il s'agit d'une simple pièce de bois percée en son centre, pour y fixer une cordelette à nœuds. Le principe de la mesure consistait à faire coïncider l'horizon avec la partie inférieure de la planchette et l'astre avec sa partie supérieure. La cordelette à nœuds donnait la mesure entre l'œil de l'observateur et la planchette, donc l'angle. On peut ainsi retrouver la latitude par la Polaire ou par la hauteur méridienne du Soleil. Il existe aux Bermudes des kamals métalliques, fondés sur le même principe. La navigation par latitude constante a longuement été pratiquée pour des traversées tant courtes que transocéaniennes.

LE NOCTURLABE

Cet instrument permet de retrouver l'angle horaire d'une étoile circumpolaire en utilisant les « Gardes » (Dubhé et Merak) qui pointent en direction de la Polaire.

Après avoir amené l'index (une couronne graduée concentrique) sur la date de la mesure, on vise l'étoile polaire par le petit trou central de l'instrument, puis on déplace l'alidade de l'instrument pour l'aligner sur les Gardes. On obtient ainsi l'heure de la nuit que l'on peut lire sur le disque de l'index. C'est la montre nocturne des marins. Les « starfinders » d'aujourd'hui (également appelés « cherche-étoiles ») utilisent le même principe pour nous présenter les astres de la voûte céleste d'un jour et d'une heure précise.

L'ARBALÈTE

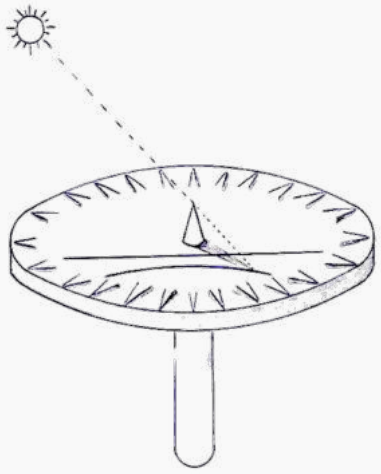
Cet instrument se retrouve sous les noms de bâton de Jacob, verge d'or ou arbalestrille. L'arbalète se compose d'une longue tige, la verge, sur laquelle coulisse une équerre double appelée marteau. La verge est graduée et le marteau peut coulisser dessus. Il peut y avoir des marteaux de longueur distinctes, ce qui permet une meilleure précision des petits ou grands angles, mais implique autant de graduations différentes sur les diverses faces de la verge.

Pour des mesures de la hauteur du Soleil et afin de ne pas être ébloui par ce dernier, on fixe un écran à l'extrémité de la verge et on relève l'ombre du marteau sur cet écran. Cela signifie que l'observateur se met le dos au Soleil, contrairement à la pratique pour une étoile, comme la Polaire, par exemple. L'arbalète ne permet pas de mesurer des grands angles.

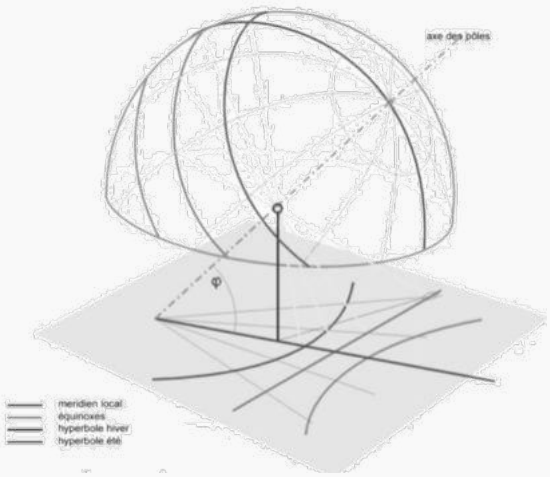
Mon modèle d'arbalète se limite à une précision de l'ordre du demi-degré, bien que certaines sources indiquent qu'une précision de 1/10 de degré peut être atteinte dans les meilleurs cas.

Sources

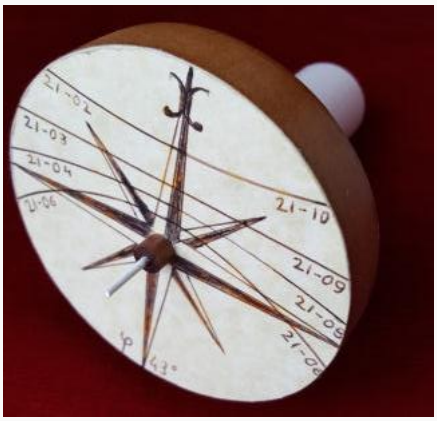
[1] Évolution de la navigation astronomique au cours des siècles - Pierre-André Reymond - Editions Aldebarán, Cuenca, Espagne
[2] L'histoire de la navigation, de l'usage pratique de l'astrolabe, Hubert Michea (http://hubertmichea.fr/pages/astrolabe.htm)
[3] Wikipedia https://fr.wikipedia.org/



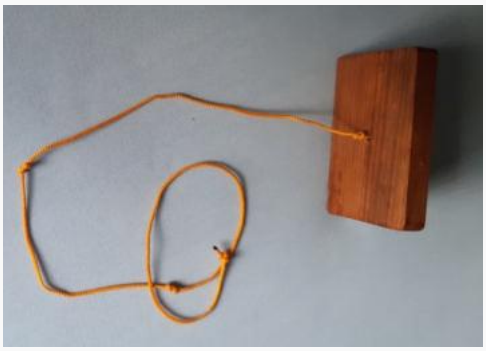
Croquis d'un compas viking



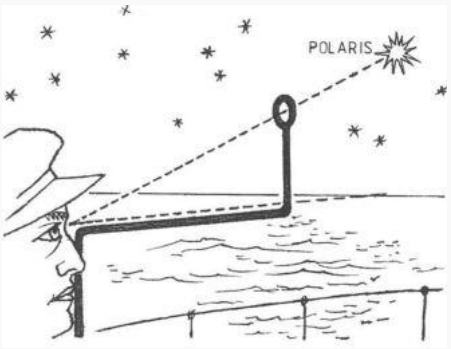
Principe d'un compas viking



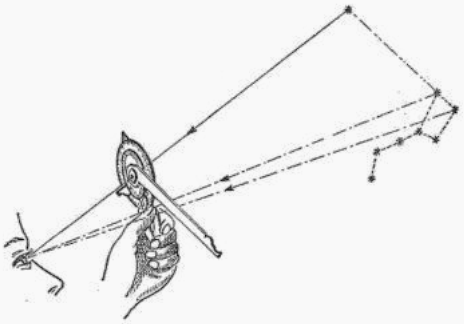
Reproduction d'un compas viking



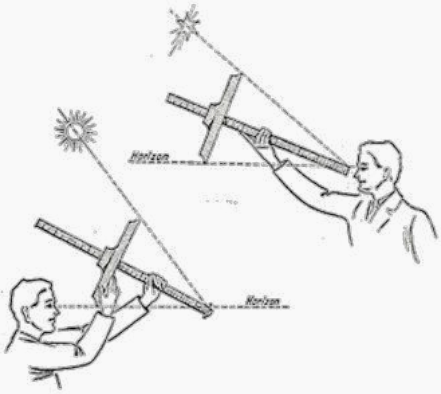
Reproduction d'un kamal



Principe du kamal bermudien



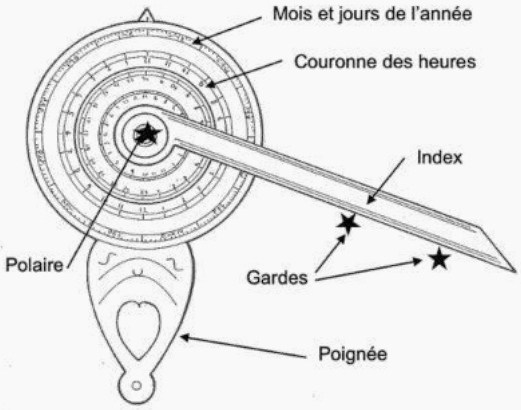
Principe d'utilisation d'un nocturlabe



Principe de lecture avec une arbalète



Reproduction d'un bâton de Jacob



Les diverses parties d'un nocturlabe

Pierre-André Reymond reymondsurveys@gmail.com - https://www.navigare-necesse-est.ch/ est né à Lausanne. Tout jeune, il se tourne vers la mer et embrasse l'aventure maritime qui le conduira à l'obtention d'un brevet d'officier de marine marchande. Lorsqu'il pose son sac à terre, c'est pour des études d'architecture navale qui le mènent vers une carrière d'expert en navigation de plaisance. Il consacre parallèlement plus de 35 années à l'enseignement de diverses branches du domaine du nautisme, à la formation des apprentis constructeurs de bateaux ainsi qu'à la rédaction de nombreux articles et autres documents nautiques.

Les Cadrans Solaires de Bretagne - Orolajoù heol Breizh

Jean-Paul Cornec et Pierre Labat Ségalen

Jean-Paul Cornec et Pierre Labat sont co-auteurs du livre Cadrans solaires de Bretagne *paru en 2010 chez Skol Vreizh. Quatre cadrans (photos P. Labat) sont mis à l'honneur* ***au dos du magazine****.*

La Bretagne est terre de cadrans solaires. Actuellement quelques 2 500 cadrans anciens et modernes y ont été recensés. Les principaux types de cadrans auxquels la gnomonique a conduit des origines à nos jours s'y rencontrent : cadrans canoniaux, horizontaux, méridionaux, déclinants, orientaux, occidentaux, multiples, analemmatiques, mais aussi méridiennes, sphères, scaphés, etc. La période de temps embrassée par cet ensemble est grande : la date la plus ancienne relevée sur un cadran est 1537 à Plouër-sur-Rance (22). D'autres cadrans non datés, comme celui de Tréguier (22), sont sûrement plus anciens, en particulier aussi les quelques exemplaires de cadrans canoniaux qui ont traversé les siècles. L'inventaire a montré que la production des cadrans a été régulière depuis le XVIe siècle jusqu'à nos jours avec, comme partout en France, un creux au tournant du XXe siècle. Nous sommes aujourd'hui en 2023 et, parmi les derniers cadrans réalisés figurent un cadran déclinant du matin en schiste gravé par Mikaël Théotec installé en août 2023 à Saint-Pôtan (22), ainsi qu'un cadran en vitrail posé dans un jardin de Lannion (22). La Bretagne a toujours été en phase avec les autres régions françaises, et avec l'évolution de la gnomonique. En effet comme partout ailleurs on n'a jamais autant réalisé et installé de cadrans qu'à l'heure actuelle dans le domaine public ou privé. On ne se contente pas de reproduire l'ancien. Ce sont des objets actuels : nouveaux matériaux, nouvelles formes, nouvelles techniques. Aujourd'hui, la réalisation et la commande de ces cadrans n'ont pas pour fonction principale la lecture de l'heure solaire. Le but essentiel est un plaisir de décoration mais aussi de partage par un savant mélange d'art, de géométrie, de philosophie et d'éducation.

Les anciens cadrans

La particularité de la majorité des anciens cadrans bretons est la matière sur laquelle ils sont gravés : le schiste ardoisier. Courant dans le Massif armoricain, il est facile à travailler et façonner, de plus il vieillit très bien. Au XVIe il a rapidement supplanté le granit, plus difficile à travailler, ce qui a conduit à des chefs-d'œuvre de gravure à La Forêt-Fouesnant (29), Saint-Pôtan, Quimper (29), Plourin (29).

En grande majorité les cadrans sont fixés verticalement sur les murs des églises, des chapelles, des châteaux, des manoirs et des fermes . Ils ont souvent la forme d'un disque de schiste, ce qui avait amené Robert Sagot à définir le "type breton". Les cadrans peints étaient rares autrefois, contrairement à d'autres régions, sans doute parce que les intempéries en avaient vite raison, nécessitant des restaurations régulières : Roscoff, Quimperlé, Concarneau, Nantes.

Le décor

Les cadrans placés sur les édifices religieux ont des décors en accord avec les lieux et la culture dominante de l'époque. La gravure religieuse est majoritaire, surtout dans la Finistère. Les instruments de la Passion du Christ (les *Arma Christi*) est le sujet le plus représenté avec jusqu'à 30 instruments. Ceci laisse un choix très élevé au commanditaire pour "composer" son cadran suivant ses souhaits, la surface disponible sur la plaque, ou tout simplement ses moyens. Un cadran très complet, par ailleurs chef-d'œuvre de gravure, est au Musée breton de Quimper. Citons aussi Pont-de-Buis (29). Mais souvent on se contentera d'une croix, d'un calice, assez couramment des monogrammes IHS ou MA. Sur les édifices civils les sujets sont plus variés : décors floraux et végétaux, le Soleil et la Lune seuls, des étoiles, des comètes même, les fables de La Fontaine, des outils de forgeron, des instruments de guerre, des animaux domestiques ou sauvages ou fantastiques comme à Saint-Pôtan ou à La Forêt-Fouesnant. Les commanditaires nobles tenaient bien sûr à faire représenter leurs armes : blason , collier de Saint-Michel, etc.

Le message des cadrans

En Bretagne les cadrans parlent à l'observateur et le questionnent. Mais deux époques se distinguent. Le message des anciens cadrans est écrit en français ou en latin, mais, à part quelques mots, jamais en breton. Il est souvent simple, traduisant la plupart du temps la crainte de la mort omniprésente : « Toutes blessent, la dernière tue », « Craignez la dernière », « La mort avance, pensez-y »,...

On rencontre néanmoins quelques originalités comme : « Des filles du Soleil je distingue le nombre - Par moy leur temps est limité - Et leur immortelle clarté - Se représente par une ombre" (à Gennes sur Seiche, 35).

Le message des cadrans de notre époque est plus joyeux, épicurien même, c'est une ligne de chanson, de poésie, une citation: « Il y a deux sortes de temps , le temps qui attend et le temps qui espère » à Lannion, ou « Amzer zo » (il y a le temps), « Que cette heure soit la meilleure pour tous », « Skeud didrouz dibab da hent » (ombre silencieuse, trace ton chemin) au Conquet (29), « Passent les heures, que notre amour demeure » à Saint-Malo (35), « Vivere memento » (souviens-toi de vivre) sur plusieurs cadrans. Et l'on voit désormais renaître la langue bretonne.

Les noms

Beaucoup de cadrans comportent un nom qui nous renseigne sur le commanditaire. Il est parfois précédé de F.F.P. (Fait Faire Par). Très rarement le nom du graveur du cadran apparaît du XVII^e^ au XX^e^ siècle. De la part du commanditaire, il y a un côté ostentatoire à exposer le cadran qu'il a pu acquérir. Un renversement se produit aux XX^e^ - XXI^e^ siècles : le nom du créateur est écrit sur les tables, celui du commanditaire a disparu. Un cadran est devenu comme une toile de maître, l'artiste signe et date son œuvre, elle est acquise par un particulier.

Cadrans scientifiques

Quelques cadrans scientifiques nous montrent, par les différents tracés qu'ils comportent, l'état des connaissances en gnomonique au fil des siècles : lignes italiques, babyloniques ou temporaires, arcs saisonniers, correcteur lunaire, etc. Des exemples à Lanvellec (22) , Vannes (56), Audierne (29), et Paimpol (22). Les cadrans géographiques, quant à eux, indiquent sur les lignes horaires le décalage entre le lieu d'implantation et plusieurs lieux sur Terre ; ils datent tous du XVIII^e^ siècle. À nouveau Lanvellec, Audierne et Vannes, plus deux cadrans de l'abbé Manet à Saint-Malo, au château à Guérande (44), Rennes, et Maure-de-bretagne (35). Nous inclurons dans ce paragraphe un exceptionnel bloc gnomonique avec 20 cadrans solaires à Vitré (35) au château des Rochers-Sévigné.

La rareté de ces cadrans élaborés confirme l'opinion qu'il ne faut pas regarder les anciens cadrans comme des œuvres scientifiques mais comme des objets populaires réalisés par des artisans ignorant la gnomonique, utilitaires pour indiquer l'avancement de la journée et les offices, indicatifs par le caractère souvent approximatif des tracés, culturels avec leurs illustrations et leurs devises et, à l'occasion, décoratifs quand l'ensemble était magnifiquement réalisé.

Les cadrans d'aujourd'hui

Les techniques et outils de travail ont bien évolué et sont devenus accessibles. Ils permettent désormais des réalisations très recherchées sur des matériaux nouveaux : le schiste est toujours utilisé, le granit se diffuse, on a recours au béton à Saint-Nazaire (44), l'acier à Theix (56), la mosaïque à Erquy (22), le vitrail à Lannion (22), la céramique à La Roche-Jaudy (22).

Grâce surtout aux progrès dans la tenue des peintures dans le temps, des cadrans peints ont été créés de nos jours à Cléder (29), au Conquet (29), Plaudren (56), Port-Louis (56), Larmor Plage (56). Des membres de la Commission des Cadrans solaires de la Société astronomique de France, B. Rouxel et J. Robic, innovent en créant de nouveaux types de cadrans fondés sur des principes originaux : cadran à développante, cadran multifilaire, analemmatiques originaux, CD-ROM, etc. En général la décoration des cadrans est différente, bien plus colorée et parfois plus riche par les sujets retenus. L'imagination, la culture de leurs créateurs apportent souvent à l'ensemble une autre dimension. Aujourd'hui par exemple les arcs diurnes sont volontiers ajoutés aux lignes horaires, l'ensemble donnant à lui seul un volume esthétique au cadran. Ces dernières années aussi, une prise de conscience de l'utilité de restaurer des cadrans, de remplacer des cadrans dégradés, ou même d'implanter de nouveaux cadrans est apparue dans beaucoup de municipalités (Lesneven, Pleumeur-Bodou, Lannebert, Trégastel, Vannes, Collinée,...).

Jean-Paul Cornec jean-paul.cornec@orange.fr

"J'ai fait toute ma carrière dans les télécommunications. Au fond, cela rejoint les cadrans solaires qui sont conçus pour informer le passant sur l'heure, pour lui transmettre un message par une devise. C'est ainsi que je les côtoie depuis 55 ans..."

Pierre Labat Ségalen labatpierre21@free.fr .

"J'ai découvert les cadrans solaires en 1964 à Innsbruck. Au fil du temps, un carnet de notes s'est rempli de données et de lieux. Maintenant, je consacre mon temps à des calculs pour faire graver des cadrans, de la restauration, des études, des interventions en milieu scolaire et des conférences avec Jean-Paul".

STELLARIUM, LOGICIEL DE SIMULATION POUR LA CLASSE (2/2)

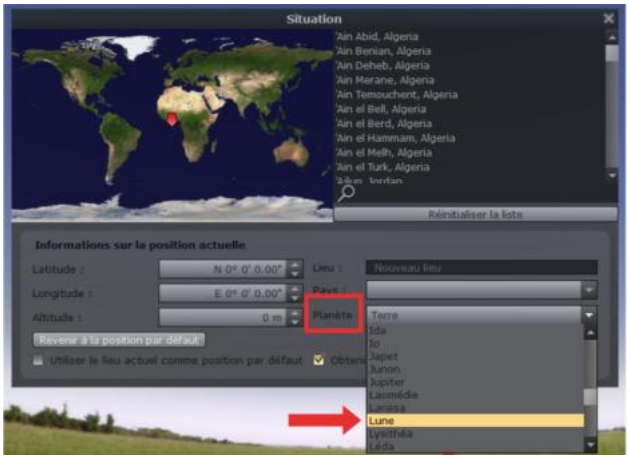
Joël Petit

Le présent article propose deux pistes d'utilisation pédagogique du logiciel de simulation planétaire Stellarium[1], complémentaires de celles présentées dans l'article 1/2 (n°9 du magazine). Une version de cet article comprenant plus d'illustrations sur les étapes à suivre peut être téléchargée via le lien https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/10/Stellarium2_Joel-Petit.pdf.
D'autres pistes : https://view.genial.ly/63e8dab001dbd800195cb94d/presentation-manipstellariumv2.

1 - CHANGER DE POINT DE VUE POUR OBSERVER LES DEUX PRINCIPAUX MOUVEMENTS DE NOTRE PLANÈTE LA TERRE (CYCLE 3 – 6°).

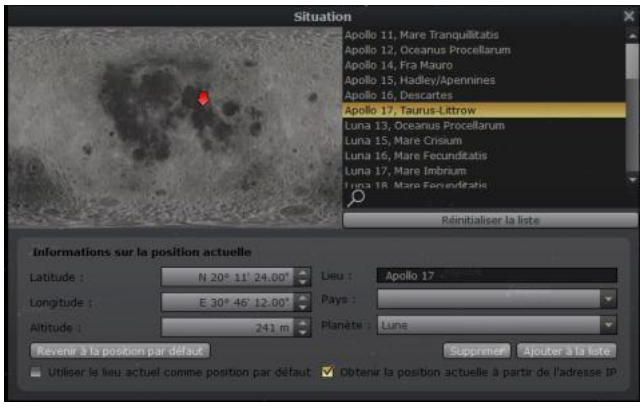
Démarrer Stellarium et cliquer sur l'icône SITUATION dans la barre des tâches latérale gauche du logiciel (ou appuyer sur la touche [F6]).

La fenêtre SITUATION apparaît.



Ouvrir alors l'onglet déroulant PLANÈTE et cliquer sur LUNE afin de placer « l'observateur » (logiciel) sur la Lune.

Choisir le lieu d'observation dans le menu déroulant (Apollo 17 par exemple) ou en déplaçant la flèche rouge (↓) sur la carte de la Lune.



Fermer la fenêtre SITUATION.

Cliquer sur l'icône AFFICHAGE (touche [F4]) dans la barre des tâches latérale gauche. La fenêtre AFFICHAGE apparaît.

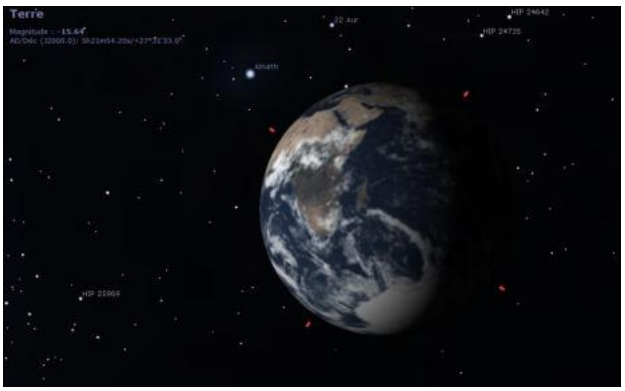
Cliquer sur l'onglet PAYSAGE et sélectionner LUNE dans le menu latéral de la fenêtre.

Finaliser la préparation de votre observation en supprimant l'atmosphère (touche [A]) et les points cardinaux (touche [Q]) ou en utilisant les icônes de la barre des tâches au bas de l'écran.

Vous voici arrivé(e) sur la Lune !

À vous de trouver notre planète, la Terre, dans le ciel lunaire, ou d'utiliser la fenêtre RECHERCHE du menu latéral (touche [F3]).

Zoomer sur notre planète à l'aide de la molette de la souris ou de la touche [9] du pavé numérique déverrouillé.



Modifier à présent la date et l'heure d'observation en utilisant la fenêtre DATE ET HEURE du menu latéral (touche [F5]) ou en accélérant simplement le temps en appuyant trois fois sur la touche [L] du clavier.

Vous pourrez alors admirer la Terre vue depuis la surface de la Lune en mouvement.

Astuce : basculer l'observation en monture équatoriale (touches [Ctrl+M]) pour modifier l'angle d'observation du globe terrestre.

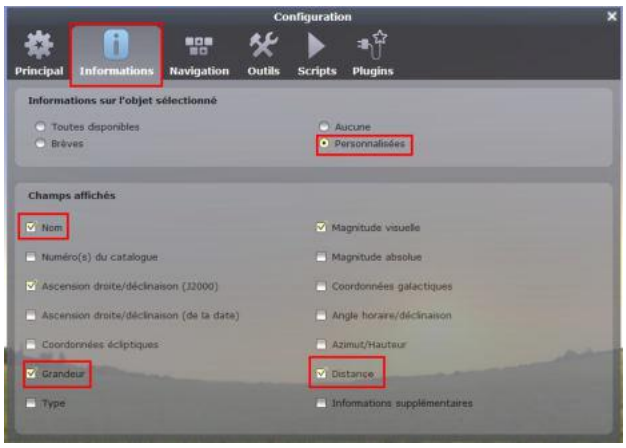
[1] Page officielle de Stellarium : https://stellarium.org/fr/. Vous pourrez y trouver le logiciel en téléchargement et de nombreuses ressources. Une version en ligne https://stellarium-web.org/, moins riche que la précédente, permet toutefois une utilisation sans pré-installation et fonctionne notamment sur des tablettes.

EXPLOITATION

- Pourquoi une partie de la Terre est-elle éclairée tandis que l'autre est dans l'ombre ? Qu'est-ce qui éclaire la Terre ? Où le Soleil se trouve-t-il par rapport à la Terre ? (dézoomer pour vérifier la réponse)
- Quel est le sens de rotation du globe terrestre par rapport aux point cardinaux ?
- Prendre un repère à la surface de la Terre, par exemple un continent. Après quelle durée ce continent revient-il au même endroit ?
- Outre le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même, on peut constater que les étoiles en fond « bougent » par rapport à la Terre. À quoi cela est-il dû ? Quel mouvement est alors mis en évidence ? Prendre une constellation de référence en arrière-plan. Après quelle durée cette constellation revient-elle au même endroit ?

2 - RELEVER LA DISTANCE TERRE-SOLEIL ET LE DIAMÈTRE APPARENT DU SOLEIL AU COURS D'UNE ANNÉE (CYCLE 4 – COLLÈGE).

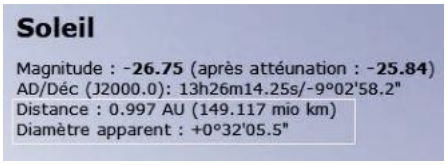
Démarrer Stellarium et cliquer sur l'icône CONFIGURATION GÉNÉRALE (touche [F2]) de la barre des tâches latérale. La fenêtre CONFIGURATION s'ouvre. Cliquer sur l'onglet INFORMATIONS et cocher, a minima, les boutons GRANDEUR et DISTANCE. Vous pouvez pour cela choisir de n'afficher que les informations voulues en cliquant sur le bouton PERSONNALISÉES du premier tableau.



Ainsi, lorsque vous cliquerez sur un objet céleste, vous aurez les informations sélectionnées.

Fermer la fenêtre CONFIGURATION et cliquer sur le Soleil. Les informations concernant ce dernier s'affichent dans le coin gauche du logiciel.

Vous disposez alors de la distance, exprimée en UA (unités astronomiques) ou en millions de km entre la Terre (lieu d'observation) et le Soleil ainsi que du diamètre apparent du Soleil.



EXPLOITATION

- Faire varier la date d'observation (touche [F5]) et relever pour différentes dates la distance Terre-Soleil ainsi que le diamètre apparent du Soleil observé depuis la Terre. Compléter le tableau ci-dessous.

Date	Distance Terre/Soleil en UA	Diamètre apparent du Soleil
04/01		
04/02		
04/03		
04/04		
04/05		
04/06		
04/07		
04/08		
04/09		
04/10		
04/11		
04/12		

- À quelle date la distance Terre Soleil est-elle minimale ? Quelle est alors la saison en France ? Que peut-on alors dire du diamètre apparent du Soleil ? Pourquoi ?
- À quelle date la distance Terre-Soleil est-elle maximale ? Quelle est alors la saison en France ? Que peut-on alors dire du diamètre apparent du Soleil ? Pourquoi ?
- Tracer un graphique montrant les variations de la distance Terre-Soleil au cours d'une année.
- Refaire les relevés en vous plaçant à *Le Cap* en Afrique du Sud (touche [F6] pour choisir la situation). Répondre aux mêmes questions que précédemment.
- Les saisons sont-elles dues à la variation de la distance Terre-Soleil ? Justifier.

Joël Petit Joel.Petit@ac-orleans-tours.fr est professeur de physique-chimie dans un collège rural du Loir-et-Cher et membre de plusieurs associations telles que Blois Sologne Astronomie (BSA), la Société Astronomique de France (SAF) ou le Comité de Liaison Enseignants Astronomes (CLEA).

MAQUETTE « DURÉE DU JOUR ET DU CRÉPUSCULE »

David Alberto

Connaître la durée du jour, en peu de temps, sans calculs, à toute date et en tout lieu : vous en rêviez ? Cet instrument astronomique, développé par David Alberto, vous est proposé en téléchargement !

Cet instrument permet aussi, par différence, de trouver la durée du crépuscule.

LATITUDE

La durée du jour dépend de la latitude de l'endroit où l'on se trouve. À titre indicatif, celle de Dakar est proche de 15°, Casablanca 34°, Marseille 43°, Paris 49°, etc. Dans l'hémisphère sud, la latitude est comptée négativement.

DÉCLINAISON DU SOLEIL

La déclinaison est un angle qui mesure la position d'un astre par rapport au plan de l'équateur. La déclinaison du Soleil varie au cours de l'année ; pour simplifier, on considère qu'elle est quasiment constante durant une journée. On peut trouver la déclinaison du Soleil à une date donnée dans des éphémérides[1] [2].

PRINCIPAUX ÉLÉMENTS DE LA MAQUETTE

La règle mobile représente l'horizon de l'observateur, et pivote pour permettre le réglage de l'instrument selon la latitude.

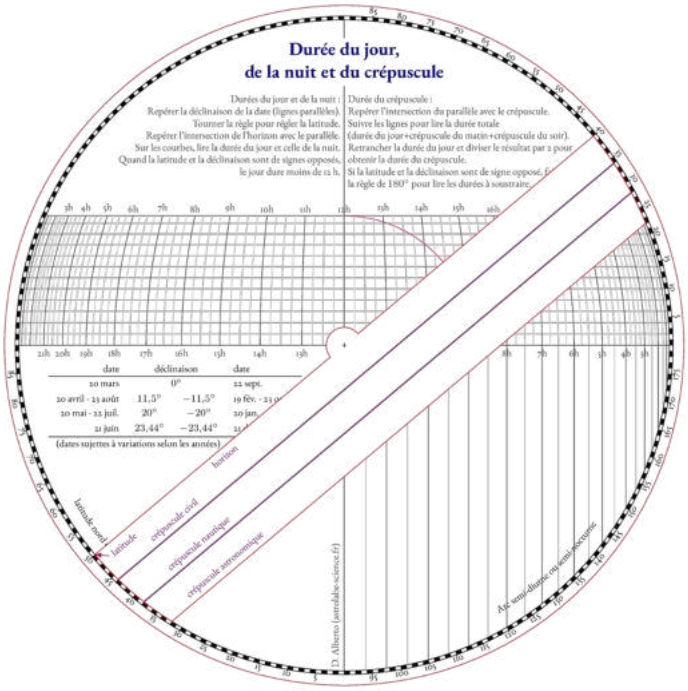


Fig. 1 - Vue générale de la maquette assemblée

Les latitudes positives et négatives sont repérées sur la même échelle. Les lignes horizontales parallèles sont les lignes d'égale déclinaison. À chaque ligne on peut associer une date. Les graduations de déclinaison vont de 0 à 23,4° (sur cette maquette, les déclinaisons positives et négatives sont superposées).

UTILISATION DE LA MAQUETTE

- Tourner la règle mobile pour que le bord « horizon » soit en face de la graduation de latitude voulue.
- Repérer la ligne parallèle correspondant à peu près à la déclinaison de la date choisie.
- Repérer l'intersection de l'horizon avec la ligne de déclinaison.
- À cette intersection, les courbes indiquent deux durées en heures : ce sont la durée du jour et celle de la nuit.

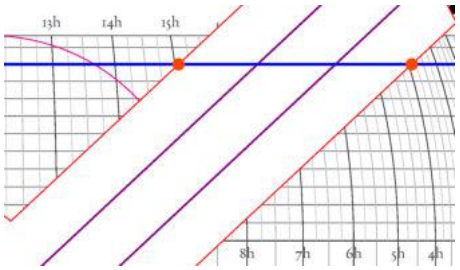


Fig. 2 - Sur cet exemple (latitude 47° nord), le 20 mai (déclinaison +20°, ligne bleue) : le jour dure 15 h environ. Pour le 20 janvier (déclinaison -20°), le jour dure 9h (24-15 = 9h)

LONGUEUR DU JOUR ET DE LA NUIT

Cet instrument fait beaucoup de travail, mais il demande malgré tout à l'utilisateur quelques notions. Il faut en effet savoir, pour la latitude et la date choisies, si le jour est plus long ou plus court que la nuit. Entre le 20 mars et le 22 septembre, dans l'hémisphère nord la durée du jour est supérieure à 12 heures, c'est l'inverse dans l'hémisphère sud : à cette même période la nuit est plus longue que le jour. Sur la période 22 septembre - 20 mars, le jour dure moins de 12 heures dans l'hémisphère nord, et plus de 12 heures dans l'hémisphère sud. Cela peut se résumer ainsi : si la latitude et la déclinaison sont de signes opposés, alors le jour dure moins de 12 h ; il est plus court que la nuit.

[1] Site de l'IMCCE : https://ssp.imcce.fr/forms/ephemeris

[2] https://www.astrolabe-science.fr/declinaison-soleil-skyfield-python/

Durée du crépuscule

Le crépuscule désigne les moments de la journée où il fait relativement clair, bien que le Soleil soit sous l'horizon. Le crépuscule du matin précède le lever du Soleil, et celui du soir suit son coucher. On peut considérer que ces deux crépuscules ont quasiment la même durée.

La nuit noire n'est pas marquée par un changement brutal, la luminosité du ciel variant progressivement. Pour établir une définition sans ambiguïté, les astronomes ont fixé depuis l'Antiquité comme début ou fin de la nuit noire le moment où la hauteur du Soleil est de -18° (hauteur négative, donc sous l'horizon). La durée du crépuscule est donc la durée pendant laquelle la hauteur du Soleil passe de 0° à -18° (de -18° à 0° pour l'aube).

Plus récemment, on a défini le crépuscule civil (passage à -6°) et le crépuscule nautique (-12°), s'ajoutant au crépuscule astronomique (-18°). Le ciel est plus lumineux pour le crépuscule civil. En-dessous du crépuscule astronomique, le ciel est supposé être noir. La règle mobile de l'instrument indique les 3 crépuscules par 3 lignes parallèles, le bord inférieur étant le crépuscule astronomique. Pour rechercher la durée du crépuscule civil ou nautique, on peut replier la règle en papier le long de la ligne correspondante.

Si on repère l'intersection de la ligne de crépuscule avec le parallèle de la date, on lit la durée totale comprenant le jour, le crépuscule matinal et le crépuscule du soir. En retranchant cette durée à celle trouvée pour le jour, et en divisant par 2 la différence, on obtient la durée du crépuscule.

Exemple : avec les réglages de la figure 2, la durée totale est de 20 heures environ. La soustraction donne 20-15 = 5 h. Donc le crépuscule dure 2,5 heures.

Une précaution à prendre pour trouver la durée du crépuscule, si la latitude et la déclinaison sont de signes opposés : **il faut faire pivoter la règle mobile de 180°** (en conservant la graduation de latitude sur la ligne d'horizon).

Variations annuelles et géographiques

Avec cet instrument, on retrouve facilement certaines lois plus ou moins connues de cosmographie :

- À la latitude 0° (sur l'équateur), le jour dure 12 heures toute l'année. De plus, le crépuscule astronomique y dure toute l'année un peu plus d'une heure (les calculs donnent environ 1 h 15 min). En ce lieu le crépuscule est plus court qu'ailleurs.
- Aux équinoxes de mars et de septembre, le jour dure 12 heures quelle que soit la latitude, donc partout sur Terre (voir cependant le cas particulier des pôles, ci-après).
- À la latitude 90° (aux pôles), aux équinoxes, l'horizon est parallèle à la ligne de la date : ces jours-là, le Soleil rase l'horizon toute la journée. Les autres jours, soit il ne se lève pas, soit il ne se couche pas.
- Au-delà du cercle polaire (latitudes comprises entre 66,6° et 90°), à certaines dates la ligne suivie par le Soleil ne coupe pas l'horizon : soit le Soleil ne se couche pas, soit il ne se lève pas.

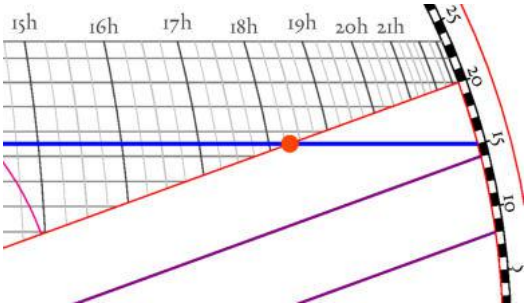


Fig. 3 – Lecture pour la latitude 70° nord, et la déclinaison +15° (ou la latitude 70° sud et la déclinaison -15°). Le jour dure plus de 18 h. Aucune ligne de crépuscule ne coupe le parallèle 15° : le crépuscule dure toute la nuit. Pour les déclinaisons supérieures à 20° (en valeur absolue), le Soleil ne se couche pas de la journée.

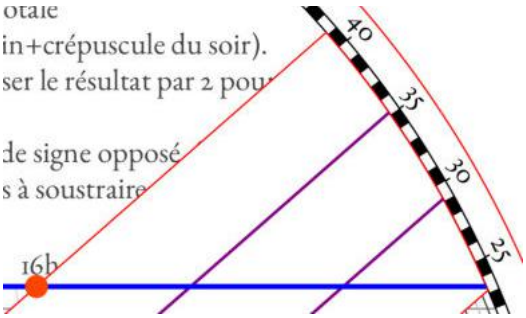


Fig. 4 – Plus près de nous, pour Paris : la nuit du solstice d'été (21 juin), le Soleil ne passe pas sous la ligne du crépuscule astronomique.

Quant à l'arc de cercle qui coupe les parallèles, la place manque pour expliquer son rôle dans l'instrument. Pour le savoir, consulter la notice jointe avec l'instrument.

Si vous voulez réaliser un tel instrument, la maquette peut être téléchargée à l'adresse : https://www.astrolabe-science.fr/maquette-duree-jour-crepuscule/

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Son portrait a été fait dans le n°7 du magazine ("Parole à un gnomoniste").

DÉTERMINER LA DÉCLINAISON D'UN MUR

Roger Torrenti

Et si le mur sur lequel vous souhaitez réaliser un cadran solaire n'est pas orienté plein sud, voire peut-être incliné, comment évaluer ces deux angles ?

Vous savez qu'un cadran solaire peut se tracer facilement et êtes décidé à vous lancer dans le tracé d'un cadran solaire vertical (destiné au mur de votre maison ou immeuble, de l'école ou de tout autre mur sur lequel vous aurez eu la permission de le faire), vous étant assuré, si nécessaire, du concours d'artisans capables de le réaliser.

Vous tracez alors le cadran en quelques clics en utilisant TraCad par exemple[1] et commencez à saisir les données relatives à votre cadran (latitude et longitude du lieu d'installation, rapport hauteur - largeur de la table du cadran, etc.) mais hésitez à entrer les valeurs déclinaison et inclinaison : le mur est-il plein sud (dans l'hémisphère nord) et bien vertical comme vous le supposez ?

La déclinaison (ou « déclinaison gnomonique ») D d'un mur est l'angle (compté négativement vers l'est, positivement vers l'ouest) entre la perpendiculaire au mur et le « plan méridien » (plan vertical comprenant la direction nord-sud). Si D = 0° le mur est plein sud (et le cadran dit « méridional »).

L'inclinaison d'un mur est l'angle que fait une perpendiculaire au mur avec la verticale ; il est donc égal à 90° lorsque le mur est strictement vertical.

Pour mesurer l'inclinaison (vérifier la verticalité) du mur, un fil à plomb et un rapporteur devraient vous suffire (illustration 1). À noter que les murs, aujourd'hui, étant généralement bien verticaux, vous pourrez toujours supposer que le mur est vertical puis ajuster la table lors de la fixation du cadran ou, si vous réalisez directement le cadran sur le mur, préparer une sous-couche bien verticale pour la table du cadran.



Illustration 1

Mais pour la déclinaison, comment faire ?

Le plus simple est bien entendu d'utiliser une boussole que vous placerez devant le mur afin de lire l'angle entre la direction nord-sud donnée par la boussole et la perpendiculaire au mur, que vous pourrez matérialiser avec une équerre (illustration 2). Solution simple, mais peu précise car la valeur lue (corrigée de la valeur de la déclinaison magnétique) dépend de la qualité de la boussole, de la présence éventuelle de masses ferreuses à proximité, de la précision de mesure,...

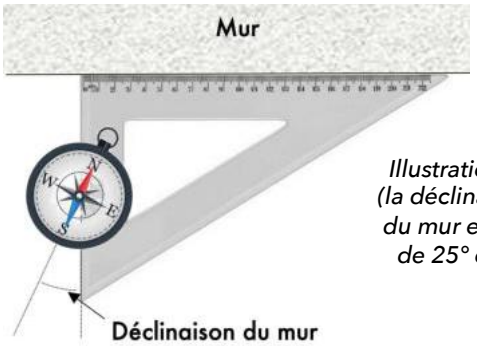


Illustration 2 (la déclinaison du mur est ici de 25° est)

Une autre solution simple : utiliser Google Maps[2] ou le portail public français Geoportail[3] (illustration 3) et mesurer avec un rapporteur, sur une copie d'écran, l'angle entre la direction nord-sud (donnée par la verticale de la carte) et la perpendiculaire à votre mur, telle qu'elle peut être tracée sur la carte. Une fois encore, solution simple mais pouvant manquer de précision pour le cadran que vous allez réaliser, que vous voulez bien entendu le plus précis possible...



Illustration 3 (la déclinaison du mur est ici de 10° ouest)

[1] Tracer un cadran solaire en quelques clics (TRACAD/CALCAD)
[2] https://www.google.fr/maps/
[3] https://www.geoportail.gouv.fr/

Il existe en fait de nombreuses méthodes, plus ou moins complexes, pour évaluer avec précision la déclinaison d'un mur. Nous en évoquerons ici une seule, qui vous permettra de faire appel aux connaissances que vous avez pu acquérir en trigonométrie et en gnomonique.

ÉTAPE 1 (illustration 4)

Prenez un support rigide carré de 50 cm à 1 m de côté (carton épais ou mieux un morceau de tablette mélaminée blanche pour étagère) et fixez une tige longue et pointue (un clou de 5 à 10 cm traversant le support fera l'affaire) près du milieu d'une arête du support. Assurez-vous avec une équerre que la tige est strictement perpendiculaire au support ! Matérialisez la verticale passant par le pied du clou et attachez un fil à plomb près du pied du clou, puis placez le support contre le mur. Vous vérifierez ainsi le bon positionnement du support (la verticale tracée doit suivre le fil à plomb) et… vous pourrez en profiter pour vérifier la verticalité du mur, voire évaluer son inclinaison !

Notez alors sur le support (avec un crayon par exemple) la position du point P, ombre de l'extrémité du clou sur le support, en notant précisément l'heure (légale) de l'opération. Retirez le support et mesurez la distance PO, O étant l'intersection de la droite horizontale passant par P et de la verticale tracée sur le support. Faire cette mesure lorsque cette distance n'est pas trop grande (P situé hors du cadre) ni trop petite (imprécision de la mesure).

ÉTAPE 2 (illustration 5)

L'angle θ que fait la direction du Soleil (qui a alors un azimut A) avec le plan vertical contenant la tige se déduit logiquement de la formule θ = arctan PO / L, L étant la longueur de la tige. Mais puisque vous connaissez l'azimut du Soleil à l'heure de la mesure par la formule rappelée ci-après, vous pourrez en déduire alors la déclinaison D du mur !

L'azimut A du Soleil est donné par la formule

$$\tan A = \sin H / (\sin \varphi \,.\, \cos H - \cos \varphi \,.\, \tan \delta)$$

avec H l'angle horaire du Soleil, φ la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil, et en rappelant que H peut être exprimé en degrés ou en heures (1 h = 15°) et qu'à 10 h heure solaire H = -30°, à 13 h : H = +15°, etc.

Attention cependant : dans l'exemple donné, D est égal à θ – A mais cela dépend de la déclinaison du mur et de l'heure de la mesure. Dans certains cas ce sera θ + A ou A – θ, ce que l'illustration 5 permet de concevoir.

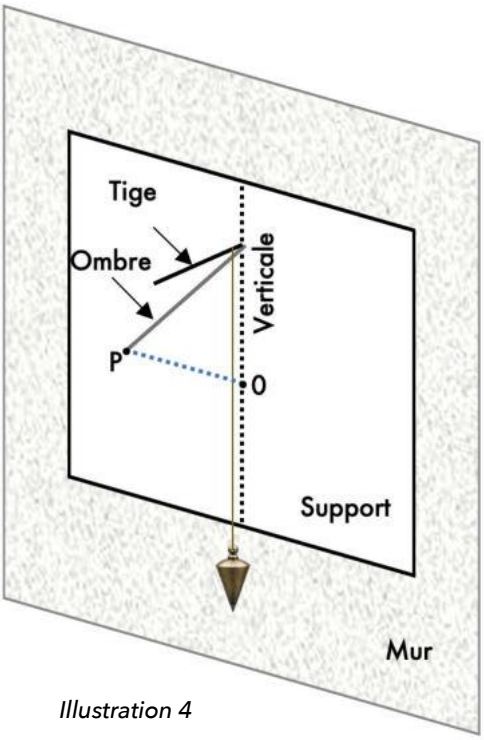
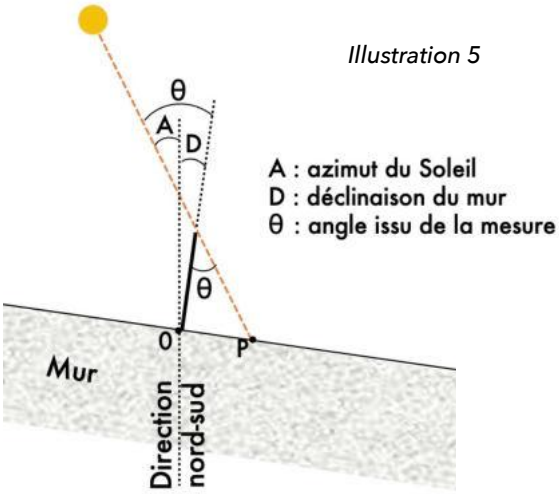


Illustration 4

Illustration 5



On trouvera une présentation plus élaborée de cette méthode sur le forum d'Yvon Massé[4] qui renvoie même, pour les moins matheux ou les plus pressés des lecteurs, à un outil en ligne du bien regretté Michel Lalos permettant de déterminer en un simple clic l'inclinaison et la déclinaison d'un mur à partir de mesures réalisées avec un tel dispositif !

Roger Torrenti est l'auteur du *MOOC cadrans solaires*[5] (cours en ligne gratuit) et le responsable éditorial du magazine *Cadran solaires pour tous*.

[4] https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?t=21
[5] https://www.cadrans-solaires.info/

UN GLOSSAIRE POUR TOUS !

Comité éditorial

Au cours de l'une des réunions périodiques du Comité éditorial de ce magazine, Joël Petit a soumis l'idée qu'un glossaire relatif à la gnomonique et aux cadrans solaires soit mis à la disposition des lecteurs afin que le magazine soit réellement « pour tous », chaque lectrice ou lecteur pouvant alors se référer à une définition précise des termes qu'il ne connaît pas ou dont il veut vérifier la définition précise.

L'idée a été accueillie très favorablement et certains membres sont partis à la recherche de glossaires existants, dans les ouvrages publiés à ce jour ou sur Internet.

La conclusion de cette recherche est qu'il n'existait pas à ce jour de glossaire répondant aux critères que le Comité avait fixés :

- suffisamment exhaustif, couvrant la majeure partie des termes concernant les aspects théoriques (gnomoniques) et pratiques des cadrans solaires,
- présentant des définitions suffisamment explicites et réellement compréhensibles par tous (même les débutants),
- développé sous une licence Creative Commons permettant une réutilisation, voire un développement complémentaire, par des tiers, à condition de citer la source initiale du travail et qu'il n'y ait pas d'objectif commercial à cette réutilisation.

Le Comité éditorial a donc décidé de développer un tel glossaire.

Dans une première étape, l'ensemble du Comité a listé les termes qu'il convenait d'inclure dans un tel glossaire, la diversité des parcours des membres du comité (gnomonistes, cadraniers, enseignants, littéraires, historiens, etc.) garantissant une pertinence raisonnable d'une telle liste (de 100 termes environ).

Puis, un groupe restreint composé d'Yves Opizzo, Yvon Massé et Roger Torrenti s'est attelé à la tâche longue et délicate de proposer une première version de ce glossaire.

Les autres membres du Comité ont alors été sollicités pour vérifier si toutes les définitions étaient bien compréhensibles et complètes, s'ils ne voyaient pas des expressions à modifier ou des termes à ajouter, et si l'ensemble leur paraissait cohérent…

Nous sommes très heureux de vous présenter dans ce numéro le résultat final de ce travail collaboratif.

Nous tenons à préciser que nous sommes pleinement conscients que le domaine de la gnomonique et des cadrans solaires est aussi bien celui des femmes que des hommes, même si la double flexion ou le point médian ou toute autre forme d'écriture inclusive n'ont pas été systématiquement utilisés dans ce glossaire.

Le glossaire est disponible sous la forme d'un fichier pdf que vous pouvez télécharger par le lien https://bit.ly/3uamF4k.

Il a été également (ou sera très prochainement) mis en ligne sur les sites de membres du Comité :

- Le MOOC cadrans solaires de Roger Torrenti[1],
- Le forum d'Yvon Massé[2],
- Le site d'Yves Opizzo[3],
- Le site de Jean-Luc Astre[4],
- Le site de la CCSQ de Jasmin Gauthier[5],
- Le site de David Alberto[6].

Nous espérons qu'il sera utile au plus grand nombre. N'hésitez cependant pas à nous faire part de toute remarque ou suggestion qui nous permettrait d'améliorer ce glossaire.

Et n'hésitez pas, dans le cadre de la licence Creative Commons BY-NC-SA 4.0 DEED[7], à réutiliser ce travail dans vos projets et d'ainsi faire vivre librement et développer le domaine de la gnomonique et des cadrans solaires !

Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Yvon Massé, Yves Opizzo, Joël Petit, Michèle Tillard, Roger Torrenti.

---

[1] https://www.cadrans-solaires.info/

[2] https://gnomonique.fr/forum/

[3] http://www.opizzo.de/

[4] https://cadsolonline.web-pages.fr/

[5] https://sites.google.com/site/ccsq2015/

[6] https://www.astrolabe-science.fr

[7] https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.fr

GLOSSAIRE

GNOMONIQUE ET CADRANS SOLAIRES

Novembre 2023

Auteurs : Yvon Massé, Yves Opizzo, et Roger Torrenti
Avec le concours des autres membres du Comité éditorial du magazine Cadrans solaires pour tous :
Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Combefort, Claude Gahon,
Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Joël Petit et Michèle Tillard.

Développé sous licence Creative Commons BY-NC-SA 4.0 DEED
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.fr
CC BY-NC-SA 4.0 DEED

Les auteurs sont conscients que le domaine de la gnomonique et des cadrans solaires est aussi bien celui des femmes que des hommes même si le double flexion ou le point médian ou toute autre forme d'écriture inclusive n'ont pas été systématiquement utilisés dans ce glossaire.

Équinoxe : quasi égalité des jours et des nuits partout sur le globe terrestre, lorsque le (centre du Soleil est dans le plan de l'équateur terrestre (la déclinaison du Soleil est alors égale à 0°), soit aux environs du 21 mars et du 23 septembre. Son étymologie traduit sa signification : équi (aequus en latin) : égalité ; nox (nox) : nuit. À ces dates, le cercle limitant le jour et la nuit (le terminateur) passe quasiment par les deux pôles terrestres.

Fuseau horaire : découpage théorique du globe terrestre en 24 bandes (ou fuseaux) de 15° s'étendant d'un pôle à l'autre. Chaque fuseau est centré sur un méridien dont la longitude est un multiple de 15° et dont l'heure solaire moyenne est attribuée au fuseau. L'heure légale d'un État est en général celle du fuseau qu'il occupe géographiquement. Ce n'est pas le cas pour la France qui se réfère à l'heure de pays d'Europe centrale, au fuseau 15° E.

Géocentrique : un système est dit géocentrique lorsque la Terre est considérée comme le centre de l'Univers. Cher à Aristote et Ptolémée dans l'Antiquité, le géocentrisme a été abandonné au xvie siècle par l'héliocentrisme. Les formules trigonométriques n'ont pas de difficulté particulière qui reflète bien la réalité visuelle sur Terre. Et c'est bien ce système-là que vous utilisez lorsque vous cherchez à connaître le déplacement du Soleil dans le ciel pour trouver une bonne place à l'ombre !

Gnomon : le terme désignait chez les Grecs de l'Antiquité la règle (au sens mathématique) ou l'équerre, mais aussi l'aiguille, le style du cadran solaire, dont l'ombre portée permet de lire l'heure. Par extension l'aiguille, le style du cadran solaire, dont l'ombre portée permet de lire l'heure, ou mât fixé verticalement sur le sol ou la table du cadran, dont l'ombre portée indique la direction du Soleil) permet de déduire l'heure (cadran d'azimut).

Gnomonique : aspects théoriques, science des cadrans solaires, relevant de la géométrie ; c'est la connaissance de la position du Soleil qui permet le tracé d'un cadran solaire.

Gnomoniste : spécialiste de la théorie, de la science des cadrans solaires. Les gnomonistes sont également cadraniers. Une majorité de gnomonistes sont des astronomes mais on trouve beaucoup de cadraniers qui ont développé cette science autour du xvᵉ siècle. Enfin, de nombreux passionnés ont développé de curieux complètent cette grande famille.

Heure horizontale : angle mesuré sur le plan de l'équateur, positivement à l'ouest et négativement à l'est, entre le demi-plan du méridien local et la direction considérée, généralement celle du Soleil. Cet angle est exprimé en degrés ou en heures, avec 1 h = 15°. Le concept de cadran à style polaire (parallèle à l'axe de rotation terrestre) est fondé sur l'angle horaire du Soleil.

Apogée, Aphélie : l'apogée est le point le plus éloigné de la Terre pour par exemple la Lune (Lune) ou artificiel, en orbite elliptique autour de notre planète. On parle d'apoastre pour une étoile céleste et d'aphélie lorsqu'il s'agit du Soleil. L'aphélie de la Terre a lieu début juillet, où elle est plus éloignée du Soleil, se déplace moins vite sur son orbite, ce qui fait que la déclinaison du Soleil est lentement qu'en hiver. Et l'été dure plus longtemps (dans l'hémisphère Nord).

Arcs diurnes : le tracé d'un cadran solaire, en particulier s'il est à surface plane, est constitué d'arcs diurnes, représentant la course de l'ombre d'un point particulier du style (son extrémité, un renflement local ou un œilleton), avec l'hypothèse, admise en général, que la déclinaison du Soleil est constante au cours d'une journée. Souvent, ces arcs sont limités par les solstices d'hiver et d'été et à « l'équinoxiale », la droite correspondant à la course de l'ombre lors du changement de signe dans le calendrier zodiacal, sont également tracés.

Ascension droite : angle, généralement exprimé de 0 à 24 heures, mesuré sur l'équateur céleste depuis le point vernal jusqu'à la direction considérée dans le sens opposé au mouvement du Soleil. C'est, avec la déclinaison astronomique, l'une des deux coordonnées équatoriales définissant le système de coordonnées équatorial.

Astrolabe : connu depuis l'Antiquité, reposant sur une projection plane de la sphère locale, l'astrolabe permet notamment de mesurer la hauteur des étoiles, donc de déterminer l'heure solaire (ou « équinoxiale »). Très utilisé dans la navigation maritime (astrolabe nautique), permettant uniquement de mesurer la hauteur du Soleil), il ne permet proprement parler mais un instrument de mesure et de calcul astronomiques entre autres des fonctions gnomoniques.

Astrologie : système de croyances et de pratiques développé il y a plusieurs millénaires en Mésopotamie, fondé sur la correspondance supposée entre d'une part la position des astres et d'autre part les affaires humaines. Ce n'est pas une science, et elle peut être dangereuse car elle semble faire du bien à beaucoup de personnes...

Astronomie : science de l'observation des astres pour comprendre leur mouvement. « La première et la plus belle des sciences, dont tout dépend, et qui utilise les autres » (1842-1925). Nous vivons sans conteste l'âge d'or ou de platine de l'astronomie, branche de l'astronomie, l'astronomie de position (ou astrométrie), est

Azimut : angle exprimé en degrés et mesuré sur l'horizon à partir du nord pour les astronomes, ou à partir du sud pour les marins, positivement à l'ouest et négatif à l'est.

Longitude écliptique : c'est Soleil par exemple) dans le ciel.

Longitude terrestre : distance l'est. Mais depuis 1982, l'UAI (Union direct (antihoraire), de 0° à 360°.

Méridien : demi-cercle passant par le l'antiméridien. Le méridien dit « de Greenwich » (Angleterre) et sert d'origine pour la mesure

Méridienne : une méridienne est un cadran dans la journée : midi solaire. Au début des montres à l'aide de méridiennes installées sur une méridienne particulière a été construite pour le Soleil enflammait la mèche d'un petit canon qui existe par ailleurs des méridiennes de temps moyen.

Nocturlabe : « horloge nocturne » dont l'invention dans la navigation maritime (les domaines des cadrans mutuellement enrichis au cours des siècles). Ce n'est pas une puisque la détermination de l'heure n'est pas fondée sur celle d'étoiles (celles de la Grande Ourse et de la Petite Ourse).

Obliquité : l'écliptique est penché d'un angle de 23,4 l'équateur terrestre dans le ciel. Cette obliquité varie d'environ Actuellement, cette obliquité diminue. C'est l'obliquité qui

Œilleton : un œilleton équipe quelquefois l'extrémité du comprend des arcs diurnes. C'est alors la tache lumineuse permettra de lire l'heure sur la table. Un tel œilleton peut être dimension, une petite boule par exemple.

Périgée, Périhélie : le périgée est le point le plus proche de naturel (Lune) ou artificiel, en orbite autour de notre planète. On céleste et de périhélie lorsqu'il s'agit du Soleil. Le périhélie de la qui fait que l'hiver dure moins longtemps que l'été (dans l'hémisphère

Point vernal : correspond à l'équinoxe de printemps (20 mars le semble traverser l'équateur céleste du sud vers le nord. Il y a déjà plus l'entrée du Soleil dans la constellation du Bélier. Le point automnal correspond le 23 septembre.

Pôles : points autour desquels la Terre tourne sur elle-même en un jour (j de l'écliptique sont les points où un axe perpendiculaire à l'écliptique traverse du Dragon au nord et de la Dorade au sud).

Polos, Scophé : le polos est l'un des tout premiers cadrans solaires qui aurait été Babyloniens il y a plus de 2 500 ans et assez courant dans la Grèce antique. Il est sphère creusée dans la partie horizontale d'un bloc de pierre, et d'un style vertical rayon de la sphère, fixé au centre de celle-ci. Des versions tronquées d'un tel cadran Romains) sont alors apparues. Elles sont limitées à la zone utile du tracé des lignes horaires, alors horizontal, fixé sur un bord de la demi-sphère. Ce type de cadran solaire (polos) est très utilisé en Corée, sous la forme de cadrans portatifs ou de cadrans monumentaux.

Précession des équinoxes : l'axe de rotation terrestre est soumis à un mouvement lent (période de 26 000 ans environ, valeur actuellement admise) autour de la perpendiculaire à l'écliptique. La conséquence, appelée « précession des équinoxes », est que le point vernal varie, au cours du temps, l'étoile vers laquelle l'axe de rotation de la Terre pointe précisément.

Hauteur : angle, exprimé en degrés, dessus de l'horizon, négatif en-dessous. C'est, avec l'azimut, coordonnées horizontales qui sont des coordonnées locales.

Héliocentrique : un système est dit héliocentrique lorsque le comme immobile, au centre de l'Univers. S'il est évident de nos des humains...) qu'il en est bien ainsi, c'est en fait une idée anthropocentrique solaire, le Soleil devient tout à fait banal...

Heure (ou temps) solaire (vrai) : heure donnée par la position angle horaire. Les heures solaires sont de durée pratiquement égale est dans le demi-plan du méridien local. C'est une heure locale car différents suivant la longitude.

Heure légale : heure officielle d'un État, ou d'une partie d'un État, est définie à partir de l'UTC auquel est généralement ajouté ou soustrait quand le

Heure sidérale : heure locale correspondant à l'angle horaire du point vernal dans le demi-plan du méridien local.

Heures : heures locales qui décomptent le temps d'une journée. Elles étaient utilisées par la plupart des nations occidentales sont en usage en Italie jusqu'à la fin du xviiᵉ siècle. Elles découpent en douze durées égales d'une journée, la journée, elles sont comptées de 1 à 12. Leurs longueurs le jour et la nuit, excepté aux équinoxes. Elles sont dites

Cadran horizontal : un cadran solaire horizontal est un type très courant, comme cadran de poche, ou installé sur une colonne de jardin, ou (dans l'espace public. Les lignes horaires sont tracées sur le plan horizontal, plan nord-sud. Le style est polaire dans la plupart des cas, c'est-à-dire parallèle à l'axe de rotation terrestre et donc d'un angle égal à la latitude du lieu. À l'inverse du cadran vertical, il ne nécessite pas de journée, toute l'année !

Cadran lunaire : tout cadran solaire peut être équipé d'un style supplémentaire pour lire l'heure la nuit, en repérant tout simplement l'heure à laquelle l'ombre du style sur les lignes horaires correspond à l'heure solaire (ou une correction (qui pourra être reproduit sur la table du cadran) de l'heure solaire (selon « l'âge » de la lune : le nombre de jours écoulés depuis la dernière nouvelle lune).

Cadran polaire : un cadran polaire est un cadran dont le style est parallèle à l'axe de rotation terrestre et donc d'un angle avec le plan horizontal égal à la latitude du lieu. Les heures horaires sont des droites parallèles, équidistantes. Un tel cadran polaire peut être utilisé en tout point du globe (quelle que soit la veiller dans chaque lieu à incliner table et style parallèlement à l'axe du monde.

Cadran polyédrique : un cadran solaire polyédrique est un cadran solaire (forme géométrique à trois dimensions constituée de faces planes). Il est ensemble de cadrans solaires plans, chacun équipant une face du polyèdre, comme par exemple la face sur laquelle repose éventuellement le polyèdre (et par le Soleil). Des cadrans polyédriques de 6 faces (cubes) à 26 faces (rhombicuboctaèdre) courants et on a même réalisé récemment un cadran sur un polyèdre à 62 faces !

Cadran solaire : réalisation humaine de taille variable (du cadran de poche à l'espace public en passant par des instruments de différents types) qui permet de déterminer l'heure solaire (et d'en déduire si on le souhaite l'heure légale) d'après la position du Soleil (angle horaire, hauteur, ou azimut).

Cadran vertical : cadran solaire dont la table est verticale. C'est l'un des types de cadrans les plus fréquents, ornant les murs des maisons et immeubles, bâtiments publics, édifices religieux, équipé d'un style, ou de tout autre dispositif porteur d'ombre ou projetant une tache lumineuse. Il est dit méridional lorsqu'il est orienté plein sud, occidental lorsqu'il est orienté plein ouest, qu'il est dit méridional lorsqu'il est orienté plein sud, occidental lorsqu'il est orienté plein ouest, déclinant dans tous les autres cas. Il est dit méridional lorsqu'il est orienté plein sud, déclinant dans tous les autres cas. Il est dit vertical si la table n'est pas verticale, c'est-à-dire lorsque son inclinaison n'est pas égale à 90° : le cadran est alors dit incliné.

avoir recours à ce type de cadran pour réaliser un cadran solaire sur un mur nord. Le tracé d'un tel cadran est assez simple, s'assimilant à celui d'un cadran vertical extérieur.

Cadran analemmatique : un cadran analemmatique est un cadran d'azimut le plus souvent horizontal qui se rencontre fréquemment dans l'espace public, invitant le passant à jouer le rôle de gnomon du cadran (alternativement il est équipé d'un gnomon mobile). Il est constitué d'une ellipse (projection d'un cadran équatorial) sur laquelle figurent les marques horaires. Au centre de l'ellipse et dans la direction nord-sud, une « ligne-calendrier » sur la table du cadran comporte les douze mois de l'année. Pour lire l'heure, il faut placer le gnomon mobile (ou le passant doit se placer) sur la bonne date, l'heure pouvant être lue dans la direction de l'ombre du gnomon (ou du passant). Il est possible de créer un tel cadran sur un mur quelconque, mais son utilisation peut être délicate... Par ailleurs, le style peut être fixe, et c'est alors l'ellipse qui est mobile !

Cadran araignée : cadran d'azimut constitué le plus souvent d'une table circulaire horizontale au centre de laquelle est placé un gnomon vertical. À chaque mois de l'année correspond un cercle tracé autour du gnomon, sur lequel les marques des heures solaires ont été rapportées (le réseau des heures fait penser aux pattes d'une araignée). L'heure se lit à l'intersection de l'ombre et du cercle du mois considéré. Ce cadran peut aussi être réalisé sur un mur.

Cadran bifilaire : cadran dont la conception remonte au début du xxe siècle, où le style est remplacé par 2 fils parallèles à la table du cadran (horizontale le plus souvent), orthogonaux ou non (mais non parallèles !), et situés à des distances différentes de la table. C'est à l'intersection de l'ombre de ces deux fils que se lit l'heure sur les lignes tracées sur la table. Des cadrans bifilaires destinés à des murs déclinants et inclinés ont également été étudiés.

Cadran canonial : un cadran canonial, qui ornait (et orne encore) les façades sud de nombreux édifices religieux, en particulier en Europe, vers la fin du Moyen Âge, est constitué d'un demi-cercle (parfois d'un cercle complet) divisé en secteurs (la droite horizontale limitant le demi-cercle se situe au-dessus des secteurs), et d'un style perpendiculaire à la table fixé au centre du cercle. Un cadran canonial ne donne pas l'heure solaire mais indique notamment le début des actes liturgiques (qui n'avaient donc pas lieu à la même heure tout au long de l'année).

Cadran commémoratif : un cadran commémoratif est un cadran solaire dont une fonctionnalité permet

LA PAROLE À UN GNOMONISTE



M. André Beaulieu (1935-2016) a été le gnomoniste-cadranier le plus prolifique de la province de Québec. Il a produit plus de 50 cadrans, la plupart gravés sur pierre, tous répertoriés sur le site Internet de la Commission des Cadrans Solaires du Québec, la CCSQ[1].

C'est en octobre 1995 que nous avons fait la connaissance de M. Beaulieu. C'était lors d'une rencontre périodique de la Société d'astronomie du Planétarium de Montréal.

Parmi les différentes activités présentées, M. Beaulieu se montra très intéressé par la partie cadrans solaires et il fut convenu d'une rencontre à sa demeure entre lui et M. André E. Bouchard, alors président de la CCSQ.

M. Beaulieu lui fit alors part de sa joie d'apprendre qu'il existait une association d'amateurs de cadrans solaires. Il lui montra les cadrans qu'il avait déjà réalisés comme celui pour M. Cortez[2] ou celui pour sa voisine[3].

Il a décrit son enfance comme ayant été très difficile puisqu'il est issu de la crèche. C'est un autodidacte qui a fait carrière dans la marine sur le Saint-Laurent. M. Beaulieu a toujours été un grand défenseur de la langue française au Canada. Pour la conduite des bateaux sur le fleuve, il se décrivait comme « homme de roue » au lieu d'utiliser l'appellation anglaise de « wheel man ».



Photo 1

Pour réaliser ses cadrans solaires, M. Beaulieu n'a jamais utilisé d'ordinateur ni de calculatrice. Ancien marin, il vérifiait ses calculs d'orientation de cadrans avec un « Polaris ».

Pour les cadrans d'envergure, il fabriquait de grandes équerres et de grands rapporteurs d'angle comme on le voit sur la photo 1 (de Romain Pelletier*)* ci-dessous, extraite de l'article paru dans *La Voix de la Matanie*. Ce cadran analemmatique est installé aux Jardins de Doris dans le Bas Saint-Laurent[4].

Il a été aussi un restaurateur de cadrans solaires comme celui de l'église de la Visitation[5] à Montréal : ce cadran avait disparu depuis longtemps, uniquement son piédestal apparaissait à la surface du sol.

M. Beaulieu était un vulgarisateur à la verve inépuisable. Nous le voyons ci-dessous (photo 2) décrire à l'assistance le fonctionnement d'un cadran solaire suite au dévoilement d'un cadran dont il a été l'instigateur, celui de la ville de Montebello[6] dans la région de l'Outaouais.

Il était aussi le mentor de jeunes apprentis-cadraniers. Tout en les initiant aux principes de la gnomonique, il les invitait à venir travailler dans son atelier, situé sur la rue Fullum à Montréal. Nous le voyons ci-dessous (photo 3) surveiller les progrès d'une de ses élèves.

Jasmin Gauthier ccsq2015@gmail.com
Ex-président de la CCSQ



Photo 2



Photo 3

[1] https://sites.google.com/site/ccsq2015/home?authuser=0
[2] https://sites.google.com/site/ccsq2015/207?authuser=0
[3] https://sites.google.com/site/ccsq2015/202?authuser=0
[4] https://sites.google.com/site/ccsq2015/364?authuser=0
[5] https://sites.google.com/site/ccsq2015/230?authuser=0
[6] https://sites.google.com/site/ccsq2015/336?authuser=0

LA PAROLE À UN CADRANIER

Zarbula, cadranier piémontais, qui a réalisé, dans la seconde moitié du XIXe siècle, dans les Alpes françaises et italiennes (Queyras, Briançonnais, etc.) plus de 100 cadrans solaires, des cadrans verticaux dont de très nombreux sont encore admirables aujourd'hui.

Son nom complet était-il Giovanni Francesco Zarbula, comme l'indiquent Wikipédia[1] et la plupart des sources relatives à l'histoire de la gnomonique et des cadrans solaires ? S'agit-il de Gioanni Zarbolla dont on a retrouvé des signatures ? Le nom Zarbula désigne-t-il plutôt la « marque » d'une famille de maçons, peintres, cadraniers ayant écumé cette région, ce que corroboreraient diverses périodes qui, selon Gaëlle Putelat[2], caractérisent son œuvre : période des oiseaux, géométrique et baroque. Oui mais… l'œuvre de Picasso a connu également des périodes (bleue, rose, cubiste, ingresque et classique, surréaliste) et c'était le même homme ! Le mystère persiste…

Autre mystère, comment cet artisan a-t-il réussi, à cette époque, dans cette région, à réaliser des cadrans donnant l'heure solaire (l'heure alors en usage) avec précision (à moins de 5 minutes près) ? Comment fixer si minutieusement le style et réaliser un tracé des lignes horaires si parfait ?

Ce mystère a, lui, été résolu au fil des ans, grâce notamment aux travaux de Paul Gagnaire et Michel Ugon dont on peut télécharger[3] un diaporama expliquant les principes de conception des cadrans de Zarbula. Le gnomoniste Joël Robic a même réalisé[4] « Mon Zarbula » en hommage à cet homme et pour mieux mettre en valeur la technique de tracé.

N'hésitez donc pas, si vous allez dans les Alpes : allez admirer une réalisation de Zarbula ! Vous les reconnaîtrez assez facilement : cadre de faux marbre en trompe l'œil, peinture à fresque pour la table du cadran, richement décorée, et avec souvent la même devise « Sans le soleil, je ne suis rien, et toi, sans Dieu, tu ne peux rien ».

Quel que soit le mystère qui entoure encore le personnage, il est un maître reconnu et lorsqu'on se trouve au pied d'un cadran de Zarbula on est tenté de chuchoter « C'est un Zarbula ! » comme l'on chuchoterait « C'est un Monet ! » en visitant un musée ou « C'est un Bansky » en découvrant, un matin, un graffiti au coin d'une rue…

Source d'inspiration de nombreux cadraniers, personnage de roman[5], Zarbula a fait l'objet d'un dossier très complet[6] sur le site du bien regretté Michel Lalos.



Sur une maison de Saint-Véran (Hautes-Alpes)



Sur l'église de Molines-en-Queyras (Hautes-Alpes)

[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Giovanni_Francesco_Zarbula
[2] Cadrans solaires du Queyras - Balade à l'heure du soleil - Gaëlle Putelat et Pierre Putelat - Éditions Du Queyras - 2015
[3] http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/zerbola/methode/Methode_Zarbula.pdf
[4] http://www.cadrans-solaires.fr/zarbula.html
[5] Les Larmes du Soleil - Michel Floro et Alain Rota - Éditions La Fontaine de Siloé - 2005
[6] http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/zerbola/zarbula.php

ZOOM SUR…

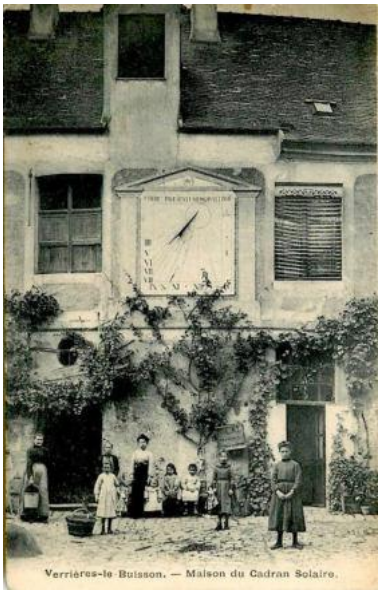
UN CADRAN SOLAIRE

À Coaraze dans les Alpes-Maritimes, le « Village du soleil » présenté dans le n°9 du magazine, à la Chapelle bleue, dans un terrain calcaire sédimentaire que petits et grands explorent à la recherche de fossiles, un cadran en forme de coquille, dont la devise est empruntée au *Petit Prince* de Saint-Exupéry : *On ne voit bien qu'avec le cœur.*



UNE CARTE POSTALE

En vente sur https://www.beekollect.fr/ une belle carte postale ancienne intitulée *Maison du Cadran Solaire*. Un moment de la vie de Verrières-le-Buisson (Essonne) mis en scène autour d'un cadran que l'on peut toujours admirer aujourd'hui au 46 rue d'Estienne d'Orves.



UN TIMBRE

Le site web du très regretté Michel Lalos consacré aux cadrans solaires http://michel.lalos.free.fr, une mine d'or dont nous avons souvent parlé dans ce magazine, est toujours accessible en ligne. On y trouve, entre autres, une rubrique *Philatélie et cadrans solaires* présentant ce beau timbre autrichien.



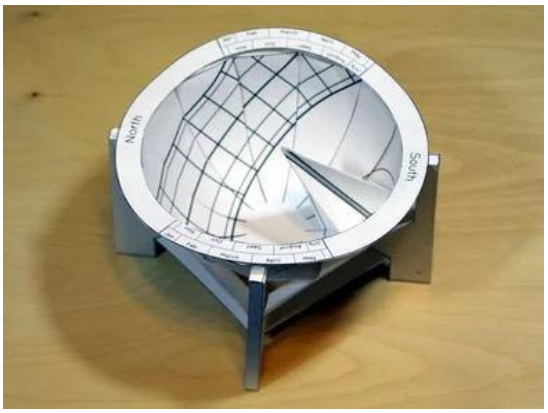
UNE VIDÉO

« Eh oui, les cadrans solaires c'est aussi de l'astronomie ! ». C'est ainsi qu'est présentée cette vidéo de moins de 9 min dans laquelle Jacques Auriau de la SAPCB (Société d'Astronomie Populaire de la Côte Basque - https://www.astrobasque.com/) nous compte l'histoire de la gnomonique et des réalisations de cadrans solaires. Scannez le QR code ci-contre ou utilisez le lien indiqué.



https://www.youtube.com/watch?v=bVsbr-Uin0E

ZOOM SUR…



UN LOGICIEL OU UN SITE WEB

Et si vous réalisiez un cadran hémisphérique semblable aux scaphés et polos de l'Antiquité… en papier ! Vous trouverez sur ce site (en anglais) modèles à découper et modes d'emploi !

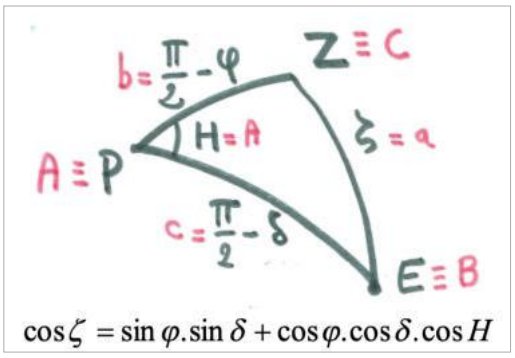
https://www.instructables.com/A-Hemispherical-Paper-Sundial/



UN LIVRE

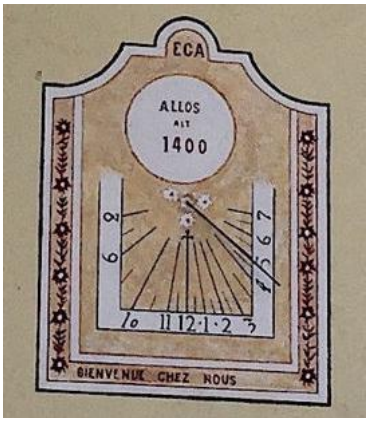
Nous avons eu le plaisir de recevoir ce trimestre Masato Oki, vice-président de la JSS (Société japonaise des cadrans solaires - https://sundial.stars.ne.jp/) qui a édité en 2002 un ouvrage richement documenté, en japonais et anglais, répertoriant 500 cadrans du Japon, accompagné d'un autre ouvrage en japonais donnant des informations complémentaires sur ces cadrans. Masato Oki, auteur des deux ouvrages, nous les a aimablement remis, ainsi qu'une traduction en français du second, qui peut être téléchargée depuis le lien ci-dessous.

https://bit.ly/3StvkJg



UNE FORMULE

Vous souhaitez vous familiariser avec les formules de la trigonométrie sphérique si chères aux astronomes et aux spécialistes de gnomonique ? Téléchargez via le lien https://bit.ly/3qUknVE le cours de Georges Paturel (Observatoire de Lyon) qui, en 5 pages, vous présente cette branche des mathématiques qui paraîtra probablement un peu ardue à ceux ne maîtrisant pas la géométrie dans l'espace…



UNE DEVISE

Sur ce cadran solaire ornant une maison particulière du village d'Allos (Alpes-Maritimes), une devise simple mais bien sympathique : « Bienvenue chez nous ».

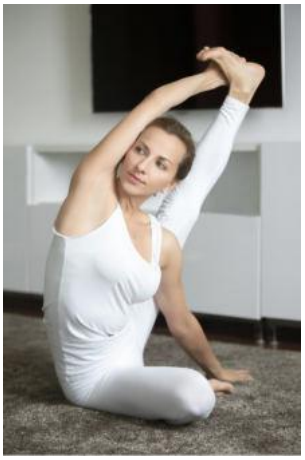
JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

TROUVEZ L'INTRUS

Parmi les affirmations ci-dessous, une seule est fausse. Saurez-vous identifier laquelle ?

1. Dans le style emprunté des « précieuses ridicules » moqué par Molière, Voltaire (dans *La vie de Molière*) nous apprend qu'un cadran solaire a pu être appelé « greffier solaire ».
2. Au-dessus de notre tête, à la verticale, se trouve le zénith, et sous nos pieds, à l'opposé, le nadir.
3. La position de yoga ci-dessous s'appelle « le cadran solaire ».
4. En 2008, pour célébrer ses 50 ans d'existence, la NASA a envoyé par radio vers l'espace un message contenant la chanson *Imagine* de John Lennon.
5. La phrase « La Terre tourne autour du Soleil » est à valeur gnomique (adjectif de même racine que gnomonique)
6. On appelle Amphisciens les peuples de la zone intertropicale car leur ombre est dirigée tantôt au nord, tantôt au sud selon la période de l'année. Et on appelle Périsciens ceux habitant au-delà des cercles polaires, qui peuvent voir leur ombre faire un tour complet autour d'eux aux périodes de l'année où le Soleil ne se couche pas de la journée.



UNE ÉNIGME

SUR LE MUR D'UNE ÉGLISE

Vous flânez près d'une église en Écosse et apercevez cette gravure sur le mur principal de l'édifice. De quoi s'agit-il ?



JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

DEUX FOIS PLUS HAUT !

Récemment, le fil X (anciennement Twitter) de @PatrimoineHorlo rappelait qu'en 1988, Fanchon et Laurent Maget ont conçu, réalisé et filmé un projet de cadran solaire monumental au Mont Saint-Michel (photo ci-dessous extraite du site http://maget.maget.free.fr/). Utilisant comme gnomon la statue de saint Michel placée au sommet de l'église abbatiale et culminant à 150 mètres au-dessus du rivage, ils ont installé des infrastructures à marée basse permettant d'indiquer les heures et demi-heures, formant une ligne au pied du Mont, afin que ce cadran solaire puisse fonctionner à l'équinoxe d'automne. Magnifique projet poétique de « land art », éphémère puisque les marées ont rapidement emporté les infrastructures.

À ce tweet, un autre fil X, @chilled_wizard, répondait que l'on pourrait envisager une œuvre comparable utilisant le sommet de la tour Eiffel, qui culmine à 330 m (antennes comprises).

Et si vous releviez le défi ? Sauriez-vous déterminer l'endroit précis à Paris où l'ombre de l'extrémité de l'antenne de la tour Eiffel est située, à midi solaire, à l'équinoxe d'automne ?



UN TEST RAPIDE

ÉCLAIREMENT D'UN CADRAN SOLAIRE

La durée d'éclairement d'un cadran solaire vertical plein sud (c'est-à-dire la durée pendant laquelle le cadran est éclairé par le Soleil) est-elle, en Europe continentale, plus longue au début de l'été qu'au début du printemps ?



Cadran solaire sur le mur de l'hôtel Dupin à Paris

SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

L'intrus est l'affirmation n°4 car le message radio de la NASA ne contenait pas *Imagine*… mais *Across the Universe* (*À travers l'Univers*) des Beatles, dont le titre est bien en phase avec l'objectif du message…

En ce qui concerne les autres affirmations :

- Voltaire nous apprend en effet qu'Antoine Houdar de la Motte appelle « greffier solaire » un cadran solaire dans une courte fable de son ouvrage Fables nouvelles, publié en 1719 (photo ci-dessous)
- Le magazine *Cadrans solaires pour tous* se dégage de toute responsabilité si vous tentez la position de yoga « cadran solaire » sans expérience ni préparation ! ☺
- Gnomique signifie en effet « Qui exprime un fait général de connaissance ».
- Attention: les mots Périsciens et Amphisciens sont désuets : les employer en étant conscient de cela…



La Montre & le Quadran ſolaire.

UN jour la Montre au Quadran inſultoit,
Demandant quelle heure il étoit.
Je n'en ſçais rien, dit le Greffier Solaire.
Eh ! que fais-tu donc là, ſi tu n'en ſçais pas plus ?
J'attends, répondit-il, que le Soleil m'éclaire ;
Je ne ſçais rien que par Phœbus.
Attends-le donc ; moi je n'en ai que faire,
Dit la Montre ; ſans lui je vais toûjours mon train.

Illustration et texte de la fable d'Antoine Houdar de la Motte
https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/btv1b8613373p/f204

UNE ÉNIGME

Vous avez peut-être pensé à un cadran canonial mais ce n'en est pas un… Un cadran canonial est typiquement constitué (photo ci-dessous) d'un demi-cercle (parfois d'un cercle complet) divisé en secteurs réguliers et d'un style perpendiculaire au mur, fixé au centre du cercle. Il ne donne pas l'heure solaire mais indique le début des actes liturgiques.

Ce qui figure sur la photo prise en Écosse n'est pas un cadran canonial mais un repère de nivellement, installé souvent sur les murs de bâtiments publics afin que les géomètres disposent de repères fixes (position et hauteur) dans leurs mesures. Un tel repère peut revêtir des formes très différentes : petit cylindre de métal scellé dans le mur, plaque décorative, etc.

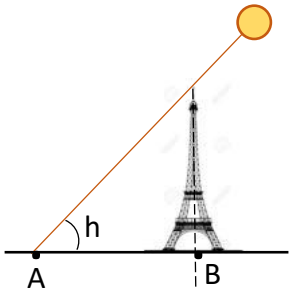


SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Considérons tout d'abord le schéma ci-dessous à gauche : aux équinoxes, à midi solaire, le point A (extrémité de l'ombre de la tour Eiffel) sera situé dans la direction nord-sud passant par le pied B de la tour Eiffel, la distance AB étant égale, puisque la déclinaison du Soleil est égale à 0° (voir la vidéo https://bit.ly/4080lEJ), à 330 / (tan (90° - φ) soit 377,7 m environ, φ étant la latitude du pied de la tour Eiffel (que Google Earth https://earth.google.com permet d'évaluer à 48° 51′ 29″). Or, 377,7 m au sol correspond à un angle α au centre de la Terre de 377,7 / R radians, R étant le rayon de la Terre (6 371 km environ), c'est-à-dire un angle d'environ 12″. La longitude de B étant de 2° 17′ 40″, A pourra aisément se trouver sur Google Earth avec les coordonnées 48° 51′ 41″ (écart de latitude de 12″ avec le point B) et 2° 17′ 40″ (longitude égale à celle de B). La droite (en jaune sur l'illustration centrale) que suivra l'ombre du sommet de la Tour Eiffel aux équinoxes est dans la direction est-ouest et passe par le point A.

Une autre méthode est d'utiliser le portail public français https://www.geoportail.gouv.fr/. Geoportail comporte en effet un outil 'Mesurer une distance' qui permet de déterminer aisément (voir illustration de droite) le point situé à 377,7 m au nord du pied de la tour Eiffel !



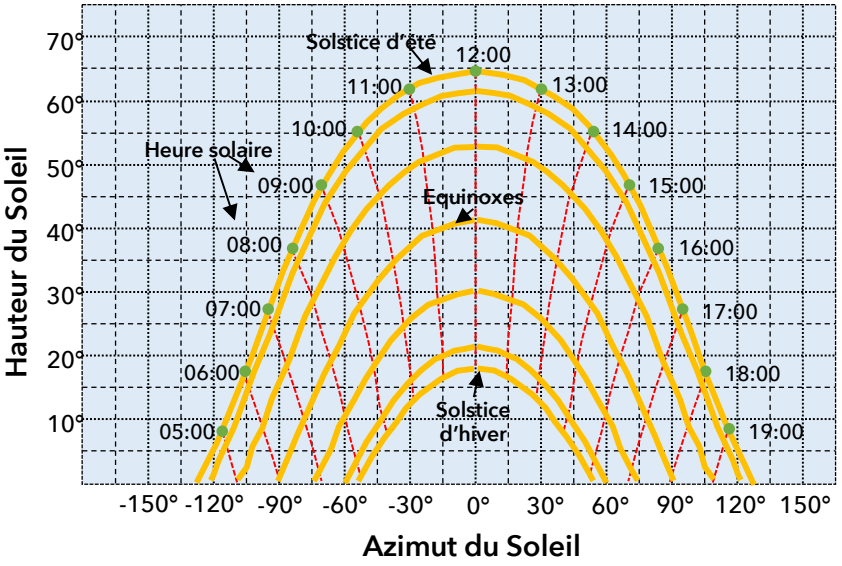




UN TEST RAPIDE

On serait tenté de répondre « Au début de l'été bien entendu ! », or, c'est le contraire !

En effet, pour qu'un cadran solaire soit effectivement éclairé par le Soleil, il faut (en l'absence d'ombres portées par l'environnement extérieur), d'une part que le Soleil soit au-dessus de l'horizon (c'est-à-dire que sa hauteur soit supérieure à 0°), d'autre part que le Soleil soit devant la table du cadran (c'est-à-dire que son azimut soit compris entre -90° et +90°). Or, de l'équinoxe de printemps à l'équinoxe d'automne, en Europe continentale, le Soleil (qui a alors une déclinaison positive) se lève au nord-est et se couche au nord-ouest (donc derrière la table), et la durée d'éclairement du cadran solaire (vertical plein sud) est alors inférieure à 12 h (sa valeur aux équinoxes).



Le graphe ci-dessus, représentant l'évolution, à Paris, de la hauteur et de l'azimut du Soleil au cours de l'année, permettra de mieux comprendre pourquoi la durée d'éclairement d'un cadran vertical plein sud est plus courte au début de l'été qu'au début du printemps ou de l'automne…

LA MARCHE DE L'HEURE

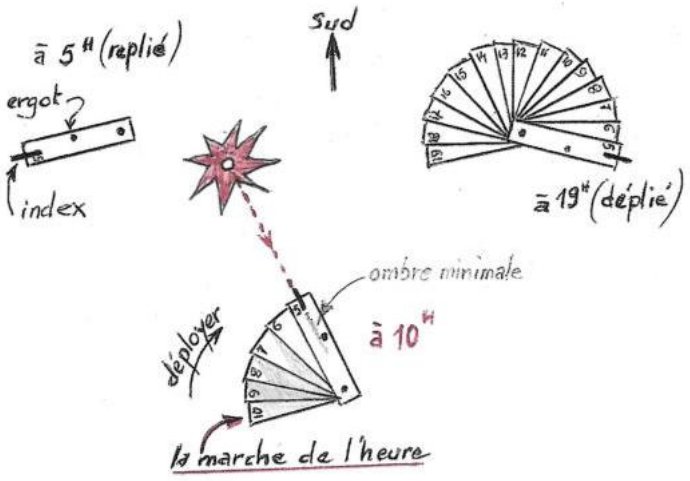
Cette page est consacrée, depuis le n°4 du magazine, à l'une des dernières créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr.

Pour ce numéro a été choisi « La marche de l'heure », cadran fondé sur le concept de cadran équatorial (auquel Claude Gahon a souvent recours dans ses créations), et que l'on déploie, comme un éventail, pour lire l'heure solaire...



Cadran de type équatorial.
Partant de la position "replié" et grâce à l'ergot , on déploie les marches jusqu'à ce que l'ombre de l'index soit la plus petite possible.
Dans cette position, l'heure est indiquée par le N° de la dernière marche découverte.
Sur le croquis on lit 10h solaire.
La plage horaire utile va de 5h à 19h.

Ce cadran est adaptable à toute latitude grâce à la flexibilité de la tige en aluminium.



Claude Gahon a réalisé une courte vidéo sur ce cadran, que l'on peut retrouver sur https://youtu.be/FEytmbW7DMg ou en scannant le QR code ci-dessous.

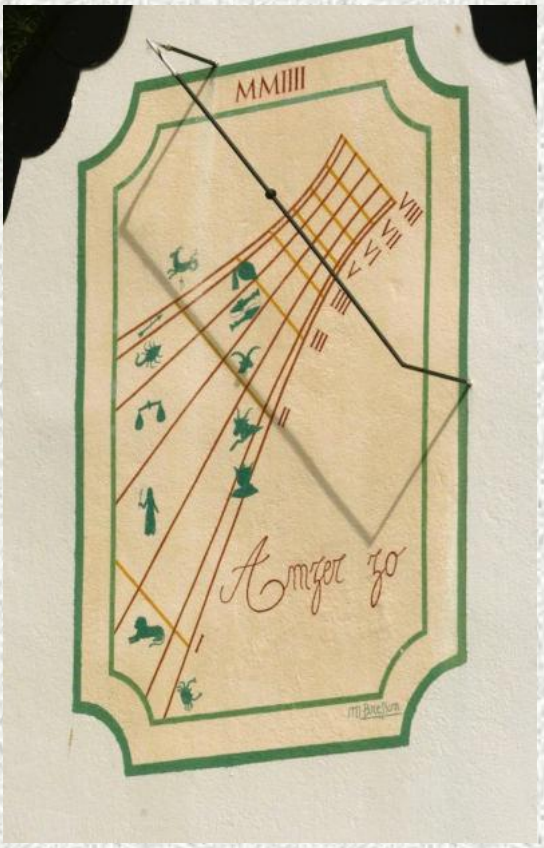


c.gahon



Ci-dessus : le livre « Jeux et énigmes sur les cadrans solaires » a été publié en juin 2023. Son contenu est issu des 8 premiers numéros de ce magazine. Il regroupe plus précisément les devinettes, énigmes, problèmes gnomoniques et tests rapides de la section « Jeux et énigmes » de chaque numéro paru à la date de publication, soit un total de 32 jeux et énigmes, accompagnés des 32 solutions. Il peut être téléchargé gratuitement ou commandé en version papier depuis l'adresse https://www.cadrans-solaires.info/jeux-enigmes/. Une façon différente, ludique, de tester ou d'améliorer ses connaissances, de se familiariser avec les cadrans solaires et leur science : la gnomonique…

Page suivante : cadrans solaires de Bretagne (voir article p. 20 et 21)



À Bannalec (29) - Cadran solaire occidental. Conçu et peint par Michel Bresson en 2004. Arcs diurnes, signes du zodiaques, heures de I h à VIII h (13 h à 18 h).



À Ploudalmézeau (29) - Cadran horizontal gravé sur schiste. Étude-projet P. Labat - gravure M. Théotec. Vues de la sphère terrestre, du pôle Sud et du pôle Nord. Heures de midi de 15 villes du monde dans le cadre d'interventions humanitaires. Phares de l'Île Vierge et du chenal du Four en mer d'Iroise. Devise « amañ hag e lec'h all » (« ici ou ailleurs »).



À Quimper (29) - Cadran vertical méridional en schiste de 1772 « *Fait Par QUEAU pour MISSIR AUGUSTIN LE ROY Prêtre* ». Sur ce cadran de 87 x 66,5 cm nous observons la grande richesse des « Arma Christi » (instruments de la Passion du Christ), au nombre de 23. C'est un travail remarquable que l'on retrouve sur plusieurs sites en Finistère.



Au château des Rochers-Sévigné à Vitré (35) - Le seul cadran multiple important connu à ce jour en Bretagne : 20 cadrans. Il doit dater du XVIe siècle. Il est en calcaire, matière classique avec le grès pour une telle réalisation. Plusieurs cadrans verticaux, polaires, équatoriaux, plans et concaves. Une restauration importante est à exécuter pour le rendre lisible à tous.

ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 11 – Printemps 2024 - 11€



CONTENTS

4 **Credits**

5 **Editorial**

6 **News**

8 **Polyhedral dials by ray tracing** - Jean-Luc Astre

Jean-Luc Astre had, in issue no. 5 of this magazine, announced that his Cadsol software was now available online and then described, in issue no. 9, the "ray tracing" tracing algorithm. From now on, this free software is open to polyhedral dials!

10 **Discovering the sundials of Calvados** - Pascal Gastin

Land of history and memory, Calvados is also a territory rich in sundials that Pascal Gastin invites you to discover through this article but also through "discovery walks" designed by his astronomy club, "La GIRAFE".

12 **A mysterious dial** - Yvon Massé

Are you convinced that the shadow of the style of a sundial, invariably, rotates regularly, in the same direction, on the table of the dial? This article will convince you that this is not always the case!

14 **A large protractor for finding true north** - Yves Opizzo

Accurately orienting a sundial relative to the north-south direction is essential for most sundials. Yves Opizzo invites us here to make and use a large protractor and guarantees you an accuracy of ten seconds of time for your dial, if it is precisely traced of course...

16 **Sundials with sidereal hours** - Pierre-Louis Cambefort

Do you know the "sidereal hours" and could you design a sidereal hour sundial? You will find the answers to your possible questions on these two pages.

18 **Astronomical navigation instruments (2/2)** - Pierre-André Reymond

Here is the continuation of the article published in the previous issue of the magazine, in which Pierre-André Reymond invited us to discover astronomical navigation instruments, whose history took place in parallel with that of sundials...

20 **The Phenomena of Aratus, an astonishing... publishing phenomenon (1/2)** - Michèle Tillard

You can certainly cite several publishing successes from memory, but do you know the one experienced by The Phenomena of Aratus at the end of the 3rd century BC, in which a poet uses astronomy to decipher the signs of Zeus? Michèle Tillard presents this work to us...

22 **Let's imagine... a horizontal height dial** - Roger Torrenti

What if you let your imagination run wild to design or even build a non-traditional sundial? This is an exercise that Roger Torrenti invites us to do in this article.

24 **An Apian universal dial to print** - David Alberto

David Alberto offers us here to reproduce a portable altitude-based sundial designed 500 years ago... The layout is provided, little material is needed and assembly is easy. Up to you !

26 **A brief history of Hungarian sundials** - Géza Marton

Do you know that Hungary is a country rich in sundials? Géza Marton gives you an overview of this heritage, which will perhaps encourage you to go and admire some of these dials during your next stay in his country...

28 **Sundials in schools in Togo** - Doh Koffi Addor

A West African country, close to the equator and extending over 550 km practically along the Greenwich meridian, Togo will soon have its first sundial and the author of the article, at the origin of this project, presents his efforts and preliminary actions to make it happen.

30 **Sundials, puzzles and video games** - Alix Loiseleur des Longchamps

Do you think the interest in sundials is reserved for a few enthusiasts and amateurs? Think again ! This magnificent object is seen and used by hundreds of millions of people, thanks to... video games.

32 **The Clea, an association that lives to the rhythm of the Sun** - Frédéric Pitout

Teachers play an important role in transmitting knowledge of astronomy. It is from this conviction that Clea was created and that it develops its actions, particularly concerning sundials.

34 **Games and puzzles**

36 **Solutions to games and puzzles**

38 **Manhattan - Claude Gahon**



SOMMAIRE

4 Crédits photos et illustrations

5 Éditorial

6 Actualités

8 Cadrans polyédriques par tracé de rayon - Jean-Luc Astre

10 À la découverte des cadrans solaires du Calvados - Pascal Gastin

12 Un cadran mystérieux - Yvon Massé

14 Un grand rapporteur pour trouver le nord géographique - Yves Opizzo

16 Cadrans solaires à heures sidérales - Pierre-Louis Cambefort

18 Instruments de navigation astronomique en mer (2/2) - Pierre-André Reymond

20 Les *Phénomènes d'Aratos*, un étonnant phénomène… d'édition (1/2) - Michèle Tillard

22 Imaginons… un cadran de hauteur horizontal - Roger Torrenti

24 Un cadran universel d'Apian à imprimer - David Alberto

26 Petite histoire des cadrans solaires hongrois - Géza Marton

28 Des cadrans solaires dans les écoles du Togo - Doh Koffi Addor

30 Cadrans solaires, énigmes et jeux vidéo - Alix Loiseleur des Longchamps

32 Le Clea, une association qui vit au rythme du Soleil - Frédéric Pitout

34 Jeux et énigmes

36 Solutions des jeux et énigmes

38 Manhattan - Claude Gahon

Photo de couverture : à Lion-sur-Mer dans le Calvados (région très riche en cadrans solaires, voir p. 10-11), près d'une plage du débarquement du 6 juin 1944, un cadran horizontal monumental commémore l'événement : l'heure du débarquement est indiquée par une plaque que l'ombre du gnomon recouvre à l'heure dite.

Ci-dessus : le mercredi 20 mars est, cette année, la date de l'équinoxe de printemps. Équinoxe de printemps ou d'automne, journée si particulière dans l'année où, en tout point de notre planète, les jours et les nuits ont la même durée, de 12 h, ce que l'illustration permet de comprendre. En tout point ? Pas tout à fait bien sûr, car si vous avez la chance d'être ce jour-là au pôle Nord ou au pôle Sud, vous verrez le Soleil tourner autour de vous pendant 24 h, sans quitter la ligne d'horizon…

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo Evelyne Tricot
- Page 2 : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Illustration Roger Torrenti
- Page 4 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) – Photo https://fr.freepik.com/ - Photos extraites des sites mentionnés
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Image extraite du site mentionné - Image extraite du site https://cartecs.web-pages.fr - Photos extraites des sites mentionnés
- Pages 8 et 9 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 10 et 11 : Illustration et photos mises à disposition par Pascal Gastin (photos personnelles et issues du site http://michel.lalos.free.fr/)
- Pages 12 et 13 : Photos Yvon Massé
- Pages 14 et 15 : Photos et illustration Yves Opizzo
- Pages 16 et 17 : Illustration Roger Torrenti - Photo Yves Opizzo - Photo extraite du site http://michel.lalos.free.fr/ - Illustration David Alberto - Illustration Pierre-Louis Cambefort
- Pages 18 et 19 : Illustrations et photos mises à disposition par l'auteur
- Pages 20 et 21 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Aratos von Soloi.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Tfr000 - Fichier : Earth within celestial sphere.gif - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 22 et 23 : Illustrations Roger Torrenti – Photo extraite du site http://michel.lalos.free.fr/cadrans_solaires/
- Pages 24 et 25 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Peter Apian.jpg - Domaine public) - Illustrations David Alberto
- Pages 26 et 27 : Photos mises à disposition par l'auteur
- Pages 28 et 29 : Copie d'écran Google Maps - Photos Doh Koffi Addor
- Pages 30 et 31 : Copies d'écran des jeux vidéo cités
- Pages 32 et 33 : Photos mises à disposition par l'auteur
- Page 34 : Illustration David Alberto - Illustration Francis Reymann
- Page 35 : Photo Karin Rø extraite du site https://www.visitnorway.com - Document Wikimedia Commons (Auteur : Graham Curran - Fichier : Null Island 2017.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Francesco Villamena - Fichier : Christopher Clavius.jpg - Domaine public) - Illustration Francis Reymann
- Page 37 : Illustration Roger Torrenti
- Page 38 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Photo Roger Torrenti - Gros plan : document Wikimedia Commons (Auteur : Kergeo – Fichier : Temple of Apollo (7238818732) détail.jpg – Licence CC BY-SA 2.0)



ÉDITORIAL

Cadrans solaires pour tous évolue… avec pour objectif d'être encore plus adapté aux attentes exprimées par ses lecteurs.

Tout d'abord, à l'attention de nos lecteurs anglophones de plus en plus nombreux, nous présenterons désormais en p. 2 un sommaire en anglais, accompagné des courtes présentations de chaque article (celles figurant en haut des articles en français). De même, l'éditorial du magazine sera désormais présenté en français et en anglais à cette page.

D'autre part, les pages *Zoom sur* ont été supprimées ainsi que les pages *Actualités* fondées sur des tweets sélectionnés du compte Twitter @MOOC_CS. À leur place, deux nouvelles pages *Actualités* (p. 6 et 7) présentent des actualités (voire des informations classées précédemment dans *Zoom sur*) de façon plus détaillée. On trouvera notamment dans les *Actualités* de ce numéro les annonces :

- du lancement de notre Concours 2024 : règlement (français / anglais) à télécharger depuis https://bit.ly/4b8wxg3.
- de la *Chronologie - Gnomonique et cadrans solaires,* opuscule développé au sein du comité éditorial de façon collaborative : à télécharger depuis https://bit.ly/3u088b.

Enfin, les pages *La parole à un cadranier* et *La parole à un gnomoniste* ont également été supprimées : elles feront désormais l'objet d'articles plus détaillés si nécessaire.

Ainsi, le magazine pourra compter (à nombre total de pages constant) jusqu'à 2 articles complets de plus : 13 au lieu de 11 dans les numéros précédents, outre les pages *Actualités* et *Jeux et énigmes*, ainsi que celle consacrée à une réalisation de *Claude Gahon*. Nous espérons que vous apprécierez ces quelques évolutions et recevrons toujours avec grand plaisir vos commentaires et suggestions.

Un dernier point important : la cadranière suisse Elisabeth Regamey http://www.cadransolaire.ch/ est venue élargir et renforcer notre comité éditorial.

EDITORIAL

Cadrans solaires pour tous is evolving… with the aim of being even more adapted to the expectations expressed by its readers.

First of all, taking into account the growing number of English-speaking readers, we will now present on p. 2 a summary in English, accompanied by short introductions to each article (those appearing at the top of the French articles). Likewise, the magazine's editorial will now be presented in French and English on this page.

Moreover, the *Zoom on* pages have been removed as well as the *News* pages based on selected tweets from the @MOOC_CS Twitter account. Replacing them, two new *News* pages (p. 6 and 7) present news (or information previously devoted to the *Zoom on* pages) in more detail. You will find in particular in the *News* of this issue the announcement of :

- the launch of our 2024 Sundial Contest : detailed contest rules (in French and English) downloadable from https://bit.ly/4b8wxg3.
- *Chronology – Gnomonics and sundials a booklet* developed collaboratively within the magazine's editorial committee : a document (in French) freely downloadable from https://bit.ly/3u088b.

Finally, the pages *The floor to a sundial maker* and *The floor to a gnomonicist* have also been put aside : they will now be the subject of more detailed articles whenever necessary.

With this development, the magazine will count (at a constant total number of pages) up to 2 more complete articles : 13 instead of 11 in previous issues, in addition to the *News* and *Games and puzzles* pages, as well as the one devoted to a sundial created by Claude Gahon. We hope you will appreciate this evolution and will always welcome your comments and suggestions.

A last important point : the Swiss dial maker Elisabeth Regamey http://www.cadransolaire.ch/ has joined to expand and strengthen our editorial committee.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

contact@cadrans-solaires.info

Roger Torrenti
Editorial manager

ACTUALITÉS



Concours 2024

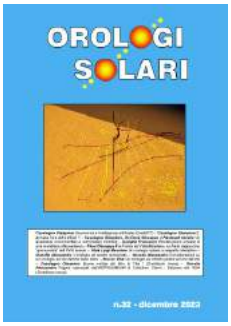
Le *Concours international Cadrans solaires pour tous 2024* est lancé ! Cette année, le thème sera… littéraire ! Pour concourir vous devrez soumettre une courte nouvelle (moins de 2 pages) ou un poème ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée.



Les participants devront envoyer leur candidature par email avant le 1er novembre 2024 à l'adresse concours@cadrans-solaires.info. Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine, se réunira début novembre 2024 et sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés et mis en valeur dans le n°14 du magazine à paraître en décembre 2024.

Le règlement détaillé du Concours 2024 peut être téléchargé, en français ou en anglais, à l'adresse https://bit.ly/4b8wxg3.

Orologi Solari



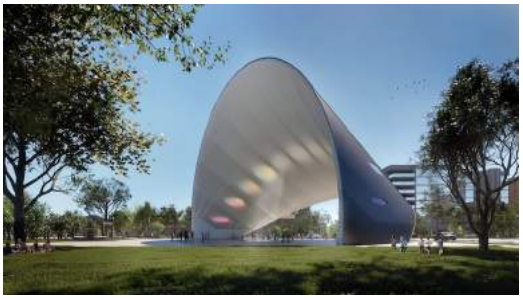
Connaissez-vous la revue *Orologi Solari* préparée par un groupe de spécialistes et passionnés italiens ? Elle paraît trois fois par an, contient d'intéressants articles et peut être téléchargée gratuitement à l'adresse https://www.orologisolari.eu. Si vous ne maîtrisez pas l'italien, tentez de saisir, grâce aux images et illustrations, le sens des articles ou… utilisez les outils gratuits de traduction automatique en ligne !

Le goût du temps



Alix Loiseleur des Longchamps, membre du comité éditorial du magazine, a repéré un petit livre indispensable à ceux qui, au-delà de la mesure du temps par la position du Soleil, s'intéressent également à la notion même de temps. L'ouvrage, intitulé *Le goût du temps*, se présente sous la forme de courts textes de philosophes, romanciers et poètes, brièvement (mais brillamment) introduits et commentés par Brigit Bontour. On passe d'Aristote à Zweig, de Kant à Léo Ferré, de Proust à Modiano, de Perec à Élisabeth de Fontenay, etc. Très agréable à lire et plein d'enseignements. Paru en mai 2023, édité par Mercure de France, il coûte moins de 10 € en format poche.

Le plus grand du monde ?



Il y a déjà quelques mois était annoncé le projet (photo) de « L'arche du temps », développé à Houston (Texas), dont la réalisation intègrerait « le plus grand cadran solaire du monde ». Méritera-t-il ce titre une fois réalisé ? En tout cas, on ne peut que saluer cette initiative de Land Art Generator (https://landartgenerator.org/), une organisation encourageant la créativité aux croisements de l'engagement citoyen, de l'art public, de l'urbanisme soutenable, et des énergies renouvelables. Qu'elle puisse inspirer d'autres réalisations de cadrans solaires monumentaux dans l'espace public !



ACTUALITÉS



Chronologie

C'est le titre d'un opuscule de 17 pages, fruit d'un nouveau travail collaboratif au sein du comité éditorial de ce magazine, après le *Glossaire* qui vous a été proposé dans le numéro précédent. Une version initiale de cette chronologie était incluse dans un ouvrage d'Yves Opizzo paru il y a une trentaine d'années. Le comité éditorial a, fin 2023, examiné en détail ce travail et suggéré modifications et compléments. La nouvelle version, qui peut être téléchargée via le lien https://bit.ly/3u088bW, n'est pas pour autant figée et chaque personne parcourant cet opuscule est invitée à suggérer modifications ou compléments à Yves Opizzo (yves@opizzo.de), voire à considérer ce travail comme une base et constituer une chronologie sensiblement différente, ce que la licence qui a été choisie (BY-NC-SA 4.0 DEED) permet de faire !

Un World Sundial Day ?

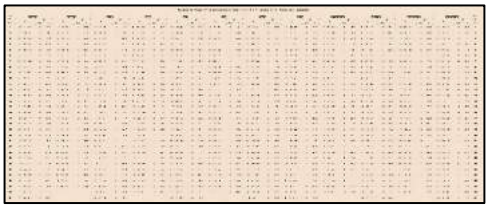
Esteban Martínez relojandalusi@gmail.com vient de lancer une belle initiative : promouvoir l'instauration d'une *Journée mondiale des cadrans solaires* qui se tiendrait, chaque année, à l'équinoxe de printemps. Pour plus de détails et soutenir ce projet, voir www.relojandalusi.org.

Une application simple mais bien utile



L'application en ligne (gratuite) https://heuresolaire.com/ vous donne l'heure solaire. Pratique pour notamment positionner un cadran solaire ou vérifier la précision d'un cadran existant, sans avoir recours à la formule de conversion heure légale – heure solaire. L'application reconnait vos coordonnées géographiques mais vous pouvez également saisir ces valeurs.

Éphémérides 2024



Vous avez besoin des valeurs précises de l'équation du temps et de la déclinaison du Soleil pour chaque jour de l'année 2024 ? Pierre-Louis Cambefort, membre du comité éditorial du magazine, a préparé, comme il le fait chaque année, ce qu'il vous faut : le tableau ci-contre, téléchargeable en bonne qualité via https://bit.ly/495JOEt

34 000



Ou plus exactement 33 925… C'est le nombre de cadrans solaires répertoriés en France dans le dernier inventaire (données d'octobre 2022) de la Commission des cadrans solaires de la SAF, dans le cadre d'un travail long et minutieux piloté par Serge Gregori. Pour plus de détails, voir https://ccs.saf-astronomie.fr/

CADRANS POLYÉDRIQUES PAR TRACÉ DE RAYON

Jean-Luc Astre

*Jean-Luc Astre avait, dans le n°5 de ce magazine, annoncé que son logiciel Cadsol était désormais disponible en ligne[1] et avait ensuite décrit, dans le n°9, l'algorithme de tracé par « lancer de rayons »[2] (*ray tracing *en anglais). Désormais, ce logiciel gratuit s'ouvre aux cadrans polyédriques !*

Les cadrans solaires polyédriques présentent un cadran solaire sur chacune des faces d'un polyèdre (un article[3], paru dans la revue Cadran-Info, donnera aux lecteurs une vision plus détaillée de l'histoire, des caractéristiques et de la construction de tels cadrans).

Les techniques de tracé par lancer de rayons permettent de tracer les lignes horaires et les arcs diurnes sans se préoccuper de formules mathématiques complexes. Il suffit de connaître les coordonnées 3D de chaque sommet, d'orienter le polyèdre, et de mettre en place un gnomon sur chaque face. Le menu de CadsolOnLine[4] contient toutes les commandes nécessaires. Il est complété par des vidéos de démonstration de l'auteur.

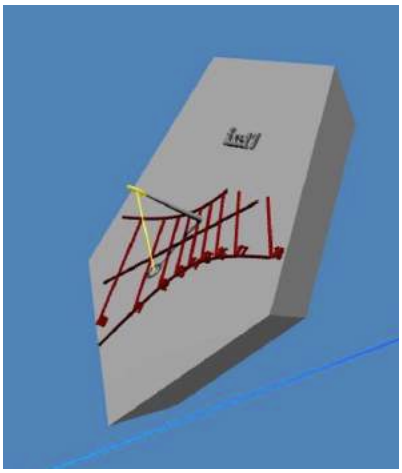
Les coordonnées 3D des polyèdres[5] sont lues dans un fichier json contenant (actuellement) les données pour : les 5 solides de Platon, les 13 solides d'Archimède, les 8 prismes droits, les 8 anti-prismes, et les 92 solides de Johnson[6 7]. À titre d'exemple, voici des données pour le tétraèdre régulier (4 sommets) :

```
Tetrahedron : {
"name":"Tetrahedron",
"category":["Platonic Solid"],
"vertex":[[0,0,1.732051],[1.632993,0,-
0.5773503],[-0.8164966,1.414214,-0.5773503],[-
0.8164966,-1.414214,-0.5773503]], // 4 sommets
"edge":[[0,1],[0,2],[0,3],[1,2],[1,3],[2,3]], //
6 arêtes
"face":[[0,1,2],[0,2,3],[0,3,1],[1,3,2]]}  //4
faces
```

Ligne « vertex » : les coordonnées 3D des sommets
Ligne « face » : les index de chaque face. Par exemple, la deuxième face a pour sommets les vertex 0, 2 et 3
(la numérotation des tableaux commence à 0)

Cette base de données a été établie par le professeur Lee Stemkoski[8] (*Professor of Mathematics and Computer Science, Adelphi University, New York*).

Pour modéliser d'autres polyèdres, il suffit d'ajouter les données des objets json correspondants.



Le logiciel doit pouvoir tracer un cadran solaire sur chaque face du polyèdre, sans déborder sur les autres faces. Chaque face est modélisée par une pyramide tronquée dont le sommet est le centre de symétrie du polyèdre.

Par exemple, pour un dodécaèdre (12 faces pentagonales) chaque face est représentée par un solide limité par 2 pentagones (un extérieur, un intérieur) et 5 trapèzes (voir la vue en perspective ci-dessus). Le maillage (*mesh*) de chaque face est généré par l'algorithme de l'enveloppe convexe[9] (*Quickhull algorithm*).

Le polyèdre est donc subdivisé en autant de solides qu'il y a de faces. Les lignes horaires et les arcs diurnes sont obtenus par lancer de rayons sur chaque face.

---

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-astre.pdf
[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/09/mag-CSpour-tous-n9_JL-Astre.pdf
[3] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2021/05/Cadran-Info_43-cadrans-polyedriques.pdf
[4] https://cadsolonline.web-pages.fr/
[5] https://fr.wikipedia.org/wiki/Poly%C3%A8dre
[6] https://fr.wikipedia.org/wiki/Solide_de_Johnson
[7] Norman W. Johnson, Convex Solids with Regular Faces, Canad.J.Math., vol. 18, 1966, p. 169–200 (DOI 10.4153/CJM-1966-021-8) *Contient l'énumération originale des 92 solides.*
[8] https://www.adelphi.edu/faculty/profiles/profile.php?PID=0372
[9] https://fr.wikipedia.org/wiki/Enveloppe_convexe

Pour chaque face, on peut préciser :

- la hauteur, la position et la forme du gnomon,
- le texte, la position et la taille de la devise.

La vue 2D permet de visualiser et imprimer chacune des faces du polyèdre, avec ses lignes horaires et ses arcs diurnes.

Il est possible d'exporter :

- une feuille de calcul au format csv pour chaque face (coordonnées des points de tracé),
- un fichier au format svg pour chaque face (pour imprimante, fraiseuse, graveur laser etc...),
- des fichiers 3D (aux formats stl, ply, obj, gltf) pour imprimantes 3D.

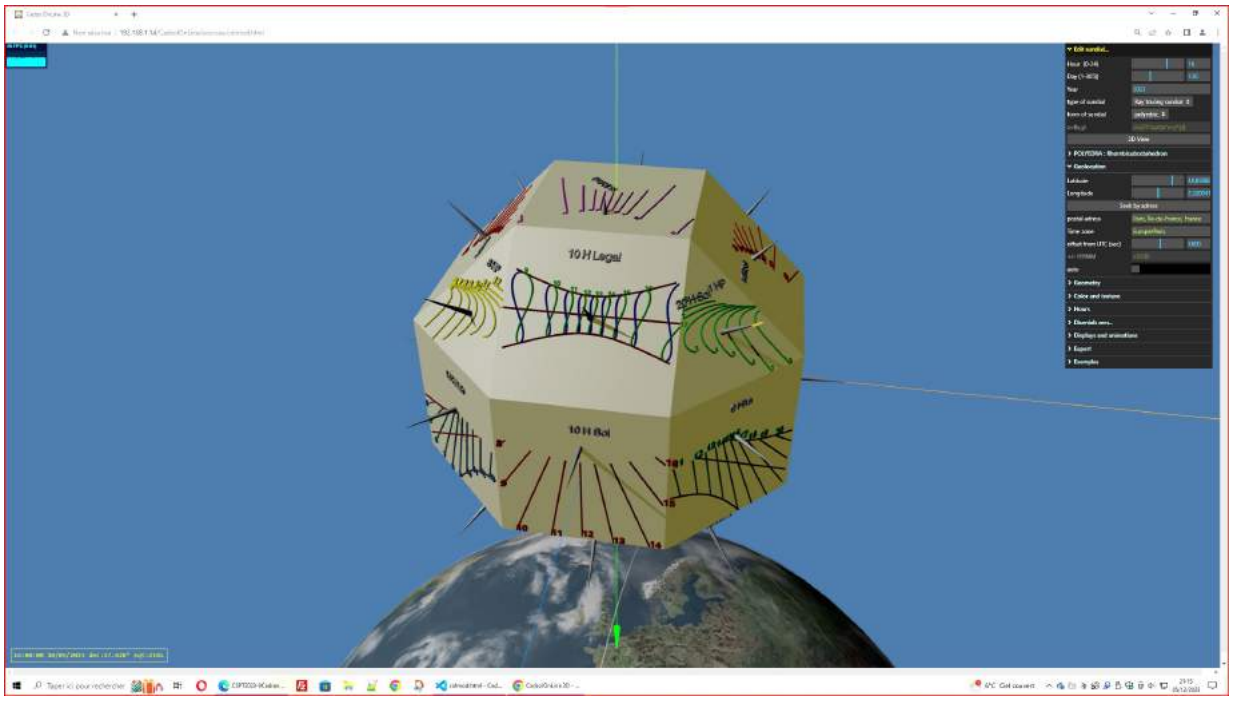
Ces fichiers peuvent être lus par les logiciels correspondant à leur format respectif.

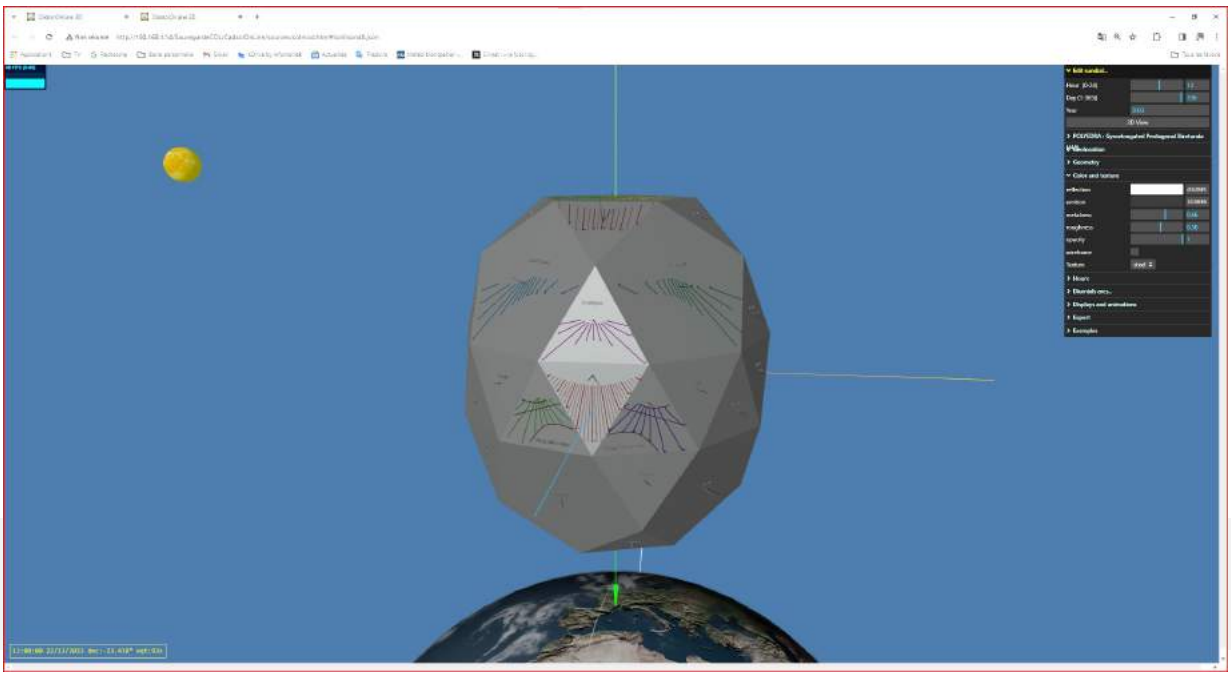
Le logiciel est libre et open source.

Site web : https://cadsolonline.web-pages.fr
Sources : https://github.com/cadsol/CadsolOnLine

Remerciements à Yvon Massé pour sa relecture attentive du code et les nombreux tests du logiciel.

Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com, membre du comité éditorial de ce magazine, a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres domaines : astronomie, informatique, biologie moléculaire... Il a commencé le codage de Cadsol dans les années 90.

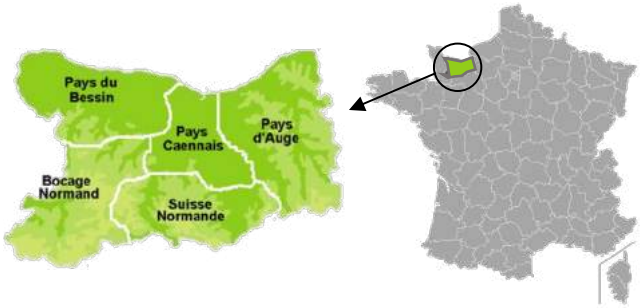




À LA DÉCOUVERTE DES CADRANS SOLAIRES DU CALVADOS

Pascal Gastin

Terre d'histoire et de mémoire, le Calvados est également un territoire riche en cadrans solaires que Pascal Gastin invite à découvrir par cet article mais aussi par des « balades - découverte » conçues par son club d'astronomie, « La GIRAFE ».



Le Calvados est l'un des 5 départements de la Normandie réunifiée et se divise en 5 territoires : le Bessin, la plaine de Caen, les côtes de Nacre et Fleurie, le Bocage virois, le pays d'Auge et la Suisse normande. Avec des paysages variés, ces territoires sont sillonnés par de nombreuses routes touristiques qu'il est très agréable d'arpenter, surtout aux belles saisons.

C'est depuis ses côtes qu'avait embarqué, il y a presque 1 000 ans, Guillaume « le Bâtard » pour aller conquérir le royaume d'Angleterre. Et c'est sur ces mêmes côtes que, presque 900 ans plus tard, a débarqué l'armada de la liberté, venue d'Angleterre pour libérer le vieux continent de la barbarie nazie.

Le Calvados est donc une terre d'histoire et de mémoire, mais regorge aussi de cadrans solaires. Malheureusement, les bombardements destinés à raser les principales villes lors du débarquement allié de 1944 ont détruit de nombreux cadrans, dont des joyaux de la gnomonique. Certains ont été reconstruits mais d'autres, hélas !, sont définitivement perdus.

Les cadrans solaires font partie de notre patrimoine au sens large et pourtant ils en sont un parent pauvre. Pas d'émission TV pour élire le plus beau cadran solaire de France, de loto du patrimoine pour les sauvegarder et/ou les restaurer… Et pourtant lorsque l'on compare des photos de cadrans prises il y a 10, 15 ans ou plus avec leur état actuel, on ne peut que constater que certains sont en péril ou en train de s'effacer progressivement, et c'est bien dommage, car c'est un morceau de notre patrimoine qui se perd.

Il faut donc se réjouir du patrimoine existant et se féliciter que des cadraniers, notamment dans le Calvados, perpétuent l'art de la gnomonique, réalisant de nouveaux cadrans et en rénovant d'autres. Mais il faut aller plus loin, vers plus de sauvegarde et de restauration, et pour cela il faut sensibiliser les propriétaires (particuliers, municipalités ou autres) de l'intérêt de ces objets qui ornent leur résidence ou les monuments qu'ils administrent.

À « La GIRAFE », nous pensons qu'il faut absolument mettre ce patrimoine en valeur et mieux le faire connaître et reconnaître auprès des personnes de notre département : les locaux, mais aussi les nombreux touristes venus découvrir et visiter ce territoire empreint d'histoire et de mémoire.

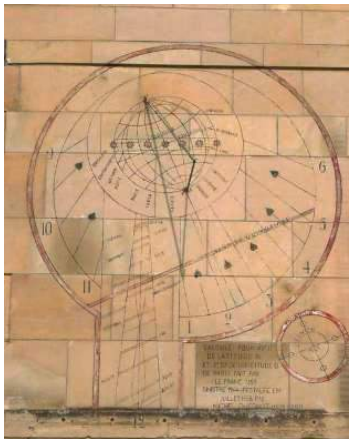
Notre club propose ainsi à ses adhérents, mais aussi à toutes les personnes intéressées, une sélection de cadrans solaires qui allie découverte du patrimoine gnomonique avec une belle balade touristique à faire à vélo, à scooter, à moto, en voiture, en minibus ou en camping-car, seul, en famille ou entre amis, mais de préférence lors d'une journée ensoleillée…

Après une première balade - découverte des cadrans solaires autour de Creully dans le Bessin, et deux balades autour de Caen les années précédentes, la GIRAFE proposera à nouveau une balade découverte autour de Thury-Harcourt, en Suisse normande, au printemps 2024. Alors n'hésitez pas à vous connecter sur le site Internet de La GIRAFE (https://www.astroclubdelagirafe.fr/) où vous pourrez consulter et télécharger ces « balades découvertes ». D'autres sont en cours de réalisation et vont enrichir progressivement le site pour le plus grand bonheur des amateurs de gnomonique et de belles balades touristiques…

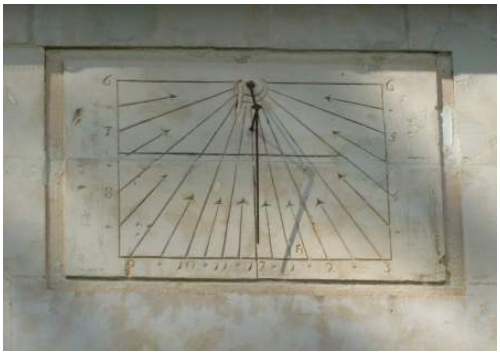
En attendant, la couverture du magazine et les photos ci-contre vous permettront d'avoir un premier aperçu de ce que vous pourrez découvrir dans notre beau département.

Pascal Gastin (pascal.gastin@wanadoo.fr) est co-fondateur et président de l'Astro-club de la GIRAFE (ou « La GIRAFE ») à Caen, qui fêtera cette année ses 25 ans d'existence. Passionné d'astronomie, de moto et de bricolage, il conçoit et réalise télescopes et cadrans solaires.

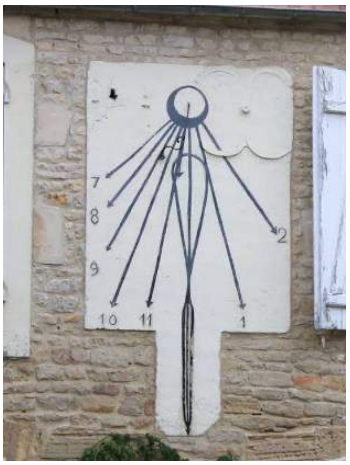




Situé juste entre Caen et Bayeux, Bretteville l'Orgueilleuse recèle deux beaux cadrans dans sa rue principale (27 et 61 rue de Caen)



Escoville (15 rue de Troarn)



Lantheuil : 3 rue Fleurie
Cadran du matin (une bâtisse masque le Soleil l'après-midi)



Cagny : église
Daté de 1692, il donne l'équation du temps



Thury-Harcourt (église)



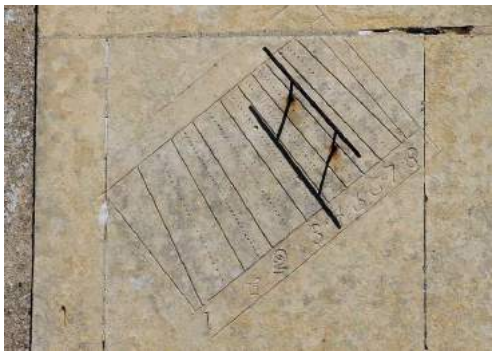
Caen : église du vieux Saint-Sauveur
8 cadrans sur la tour carrée



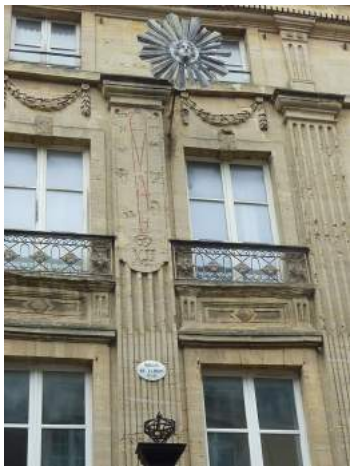
Le Mesnil Guillaume : RD 219 vers Lisieux
Daté de 2010, composé de 10 cadrans



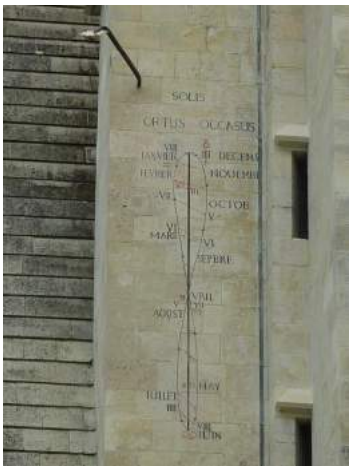
Plumetot : 18 rue Bout Basset
Daté de 1844



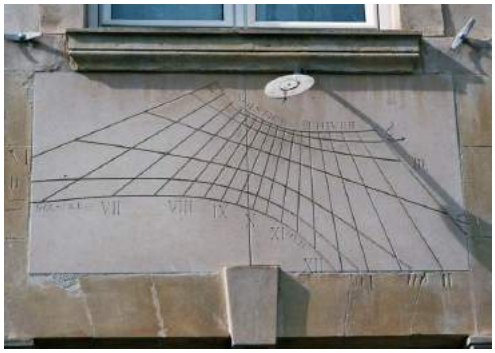
Mutrécy : église



Bayeux : 6 rue Saint-Martin



Caen : église rue Saint-Pierre
Méridienne redécouverte en 2019



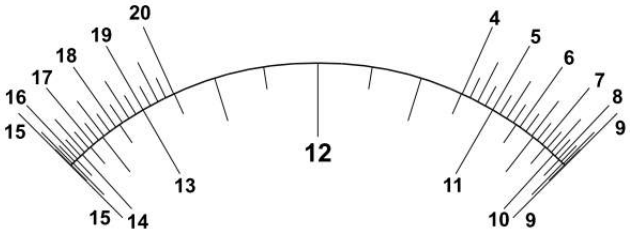
Dozulé : 137 Grande rue

UN CADRAN MYSTÉRIEUX

Yvon Massé

Vous êtes convaincu que l'ombre du style d'un cadran solaire, invariablement, tourne régulièrement sur la table du cadran, dans le même sens ? Cet article va vous prouver que ce n'est pas toujours le cas !

Ce cadran est particulièrement singulier car sa table est équatoriale, c'est-à-dire parallèle au plan de l'équateur. Dans ce cas, nous savons tous que les lignes horaires sont des plus simples à tracer avec un style polaire qui, en l'occurrence, est perpendiculaire à la table. Nous allons toutefois fortement incliner le style jusqu'à obtenir le tracé des lignes horaires suivant.



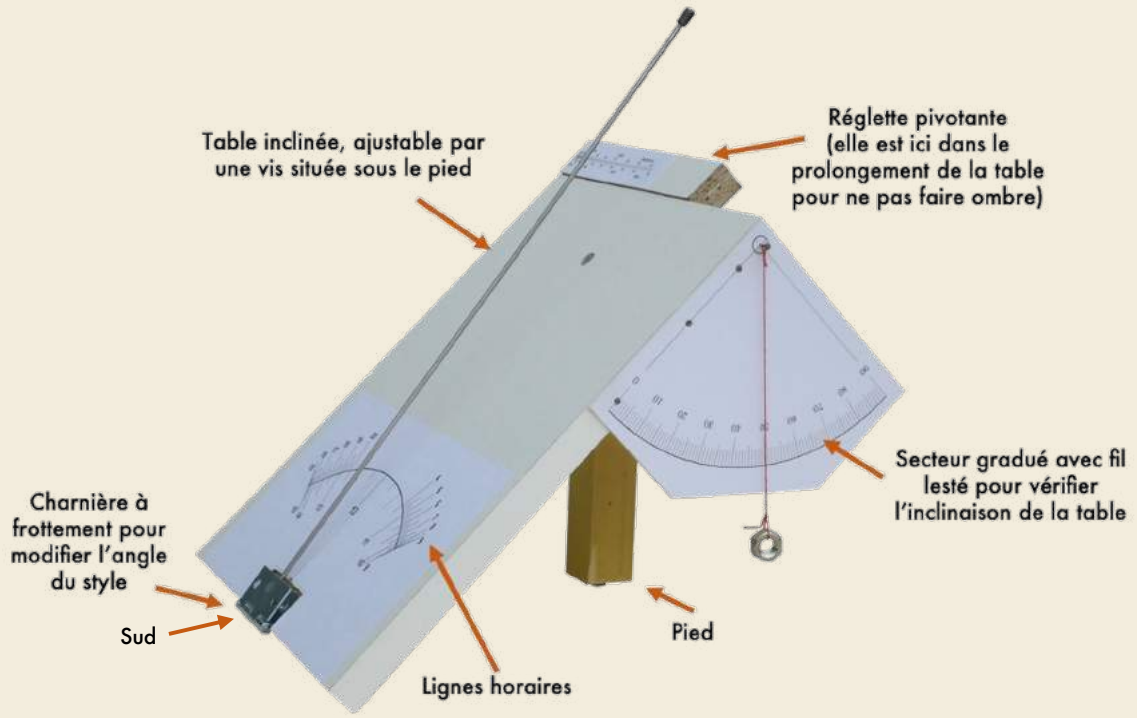
Oui, vous avez bien vu, l'ombre fera deux retours en arrière pendant la journée : ce cadran n'est pas qualifié de mystérieux pour rien ! La contrainte pour observer ce « balancement » de l'ombre sera de régler l'angle du style en fonction de la date, contrainte faible en regard du fait que ce cadran indique vraiment l'heure solaire suivant un principe parfaitement rigoureux.

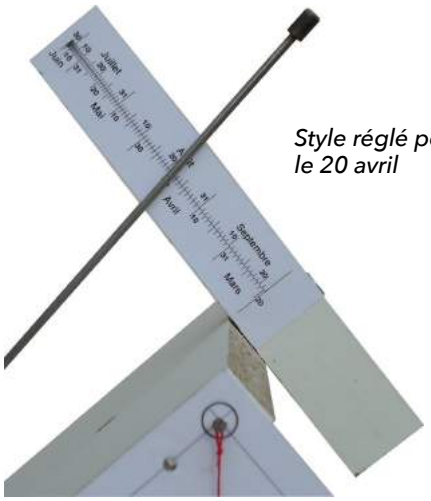
Sans plus attendre, voyons un exemple de réalisation pratique. C'est un cadran de table qu'il faut orienter pour que le style soit dans le plan du méridien local, la partie haute de la table en direction du sud (ce cadran est conçu pour l'hémisphère nord). Par simplification, seule une des faces est utilisée, aussi le cadran ne fonctionnera que pour les beaux jours à venir : printemps et été.

Pour régler l'angle du style, la réglette pivotante est relevée perpendiculairement à la table et il faut faire passer le style devant le jour d'utilisation sur l'échelle des dates, comme sur l'illustration page suivante. Celle-ci nous permet aussi de constater que l'angle du style varie comme la déclinaison du Soleil : il est (en principe) nul aux équinoxes et maximum au solstice d'été mais, à la différence de la déclinaison, cet angle maxi n'est que d'environ 17°.

Pour réaliser ce cadran il suffit donc de connaître les grandeurs suivantes dont vous trouverez les courbes et les équations correspondantes en annexes[1] :

- L'angle du style en fonction de la date.
- L'angle tabulaire en fonction de l'heure.





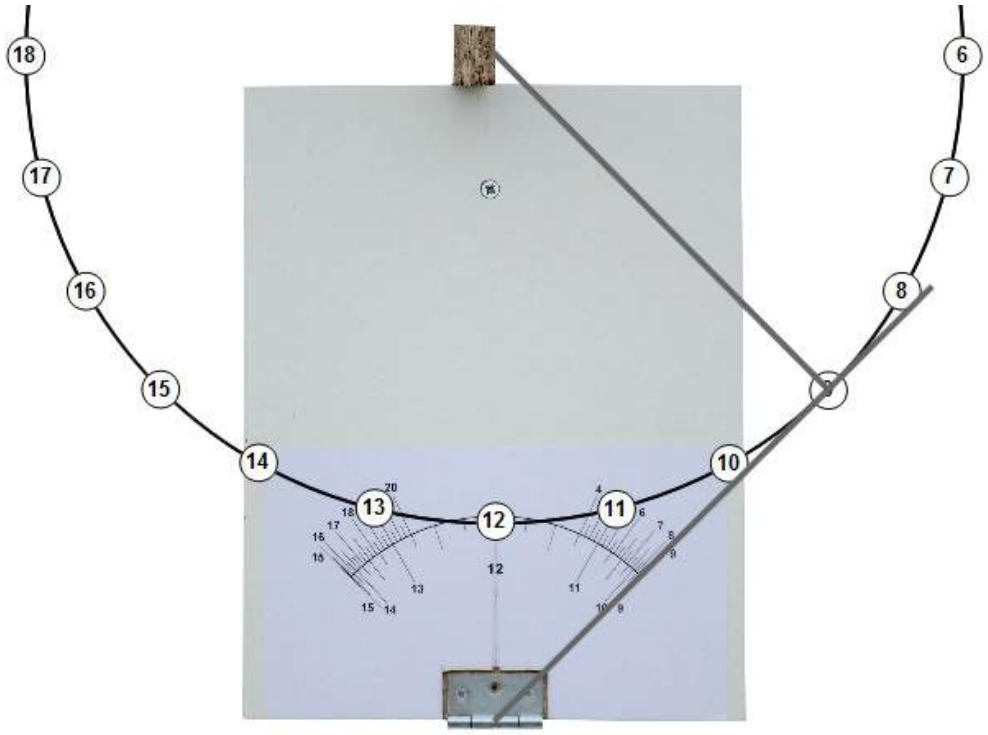
Style réglé pour le 20 avril

Voyons maintenant comment éclaircir le mystère des allers et retours de l'ombre. Imaginons que l'échelle des dates, quand elle est relevée pour régler l'angle du style, soit remplacée par un style standard, ou gnomon, suffisamment court pour que l'extrémité de son ombre ne dépasse pas de la table. Pendant une journée, cette extrémité parcourt une portion de cercle que l'on peut facilement graduer en heure par un découpage régulier du cercle. Le rayon de ce cercle dépend de la hauteur du gnomon et on peut même s'arranger, en faisant varier cette hauteur au fil des jours, pour que l'extrémité de l'ombre passe toujours par le même cercle.

Dans le cadre du cadran mystérieux, l'échelle des dates est conçue justement de façon que si l'extrémité du gnomon est en face du jour d'utilisation, l'extrémité de l'ombre parcourt tous les jours une unique portion de cercle qui est dessinée sur l'illustration suivante, en la prolongeant en dehors de la table et en la graduant en heure.

Quant au style, son réglage est tel qu'il passe justement par l'extrémité de ce gnomon. Il devient alors facile de dessiner l'ombre de l'ensemble style-gnomon pour une heure particulière (9 heures sur l'illustration) : l'ombre du style part de son intersection avec le plan de la table (c'est un point fixe) et passe par l'extrémité de l'ombre du gnomon qui parcourt le cercle. Il ne reste plus qu'à imaginer l'évolution de cette ombre et vous constaterez que celle du style change de sens deux fois dans la journée.

Ce phénomène d'aller-retour est appelé rétrogradation pour des raisons historiques. Nous verrons dans un prochain article dans quel contexte il a été mis en évidence et nous l'expliquerons par un autre cadran de type azimutal.



Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/ et anime l'intéressant forum gnomonique qui lui est associé.

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/Annexes_Y-Masse-n11.pdf

UN GRAND RAPPORTEUR POUR TROUVER LE NORD GÉOGRAPHIQUE

Yves Opizzo

Orienter précisément un cadran solaire par rapport à la direction nord-sud est essentiel pour la plupart des cadrans. Yves Opizzo nous invite ici à fabriquer et utiliser un grand rapporteur et vous garantit une précision de dix secondes d'heure pour votre cadran, s'il est précisément tracé bien entendu…

Imaginons : nous sommes à Nissa la Bella (Nice), sur la Prom' (promenade des Anglais), et nous voulons tracer un cadran, même provisoire, mais précis.

Aucun doute à ce sujet, une détermination rigoureuse du méridien du lieu, donc du nord géographique, est une condition essentielle pour obtenir un cadran solaire de bonne précision. Et il existe de nombreuses possibilités pour ce faire.



Le logiciel en ligne Google Earth[1] par exemple, permet cela aisément. Le trait rouge a été tracé avec l'outil banal du programme, mais entre deux points ayant la même longitude. C'est suffisant pour avoir le méridien du lieu très correctement, mais il faudra encore travailler un peu pour la réalisation. En effet, il faut maintenant à partir de l'une des extrémités de la droite viser l'autre extrémité, par exemple avec une corde tendue. Je peux vraiment difficilement vous conseiller cela sur la Prom' !

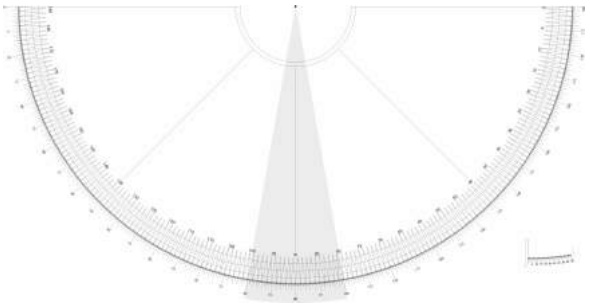
Un téléobjectif posé sur pied aiderait bien. Mais la précision ne sera pas idéale, parce que les deux points sont très proches, ce qui entraîne des erreurs de mesure parfois très importantes.

La méthode des géomètres, qui consiste à viser des points de coordonnées géographiques connues avec précision est bien plus précise, mais il faut un théodolite. Un autre article détaillera un usage de cet instrument magnifique.

La méthode des cercles indiens a déjà été exposée dans ce magazine[2]. Elle est pratique et assez simple, quoiqu'il faille attendre plusieurs heures avant de pouvoir tracer le méridien. Par ailleurs, il faudrait travailler fin juin ou fin décembre, aux solstices.

Oublions la boussole pour une bonne précision, puisque la déclinaison magnétique du lieu peut varier énormément en seulement quelques mètres, si une masse ferreuse est enfouie par là.

Une autre solution semble être idéale, à savoir l'utilisation d'un grand rapporteur. Grand signifie ici dans les 100 cm de large et cela ne se trouve pas dans le commerce. Il faut donc travailler soi-même. Et voici le plan (image ci-dessous), que vous pouvez télécharger en pdf[3].



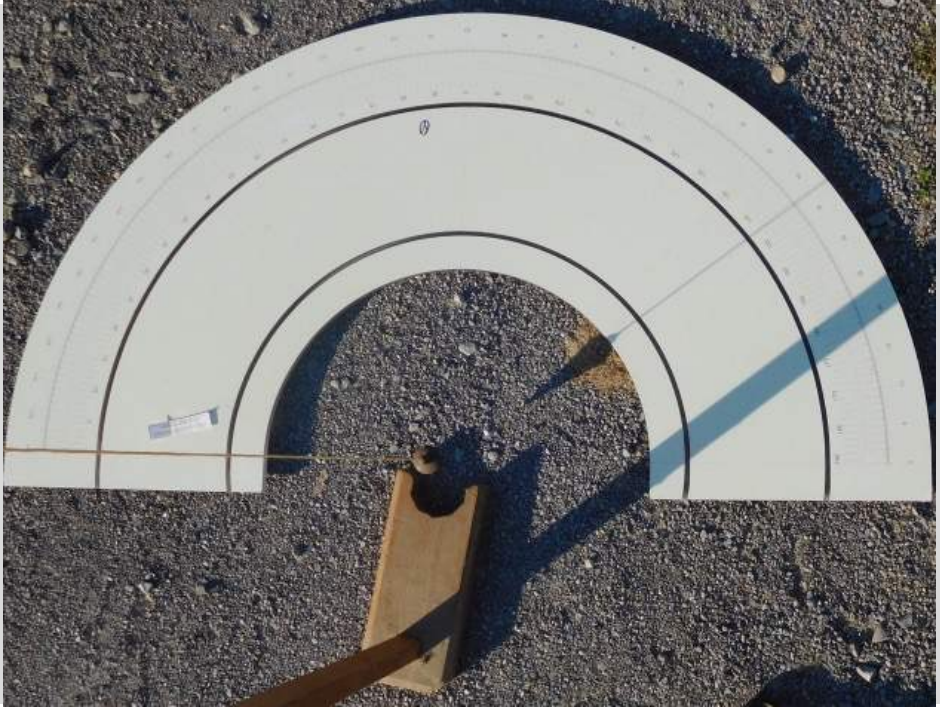
La précision donnée atteint les trois minutes d'arc (3'), soit une dizaine de secondes d'heures. Le vernier permet selon la taille d'obtenir quelques secondes d'arc.

Le triangle grisé pourrait suffire. Il faut imprimer ce fichier le plus grand possible sur papier fort, ou mieux encore le faire imprimer sur une feuille à coller sur un support rigide, comme sur l'image page suivante. Si seul le triangle est imprimé, il faudra travailler autour de midi vrai. Avec l'ensemble du rapporteur imprimé, il suffit qu'Hélios soit présent…

Mais comment faire ? Il y a quatre étapes simples et deux plus complexes.

1. Le rapporteur doit être posé bien à l'horizontale, à contrôler au niveau à bulle par exemple.
2. Placer le centre du rapporteur, matérialisé par un point sur le plan (pointe du triangle grisé), sous un fil à plomb bien stabilisé.

[1] https://www.google.com/intl/fr/earth/about/
[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-YORT.pdf
[3] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/01/RapporteurA4_Yves-Opizzo.pdf



3. Dès que le fil à plomb donne une ombre nette, notez cette ombre sur le rapporteur, par un petit trait et lisez rapidement l'heure légale à votre montre.
4. Il vous faut maintenant calculer le TVL, Temps Vrai Local. Ce n'est pas évident, mais le programme Excel WozMez[4] (macros garanties sans virus) vous donnera les réponses facilement. Rappelons ceci :

TVL = heure légale – heure d'été (le cas échéant) – différence de longitude – équation du temps du jour

5. Il faut ensuite calculer l'azimut du Soleil en ce lieu, en ce jour, à cet instant TVL, avec la formule de l'azimut (WozMez fait tout pour vous !) :

$Az = \arctan(\sin H / (\sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \tan \delta))$

Avec φ = latitude du lieu, δ = déclinaison solaire du jour, H = TVL noté (converti en angle horaire).

6. Vous avez maintenant la valeur théorique de l'azimut (la direction par rapport au sud géographique) du Soleil lorsque vous avez procédé à la mesure. Il serait bien surprenant que l'ombre du fil à plomb tombât sur la bonne valeur, mais c'est sans importance.

   Supposons, avec des valeurs simples pour la compréhension, que vous ayez noté 60° sur le rapporteur, alors que la valeur théorique est de 80° (attention, mesuré depuis le nord. Avec ce rapporteur, il convient donc d'ajouter 90°. Le programme donnerait -10°). Tourner le rapporteur de 20° vers la gauche n'est pas la meilleure idée, mais c'est ce que nous ferons avec le théodolite. Laissez-le donc en place et procédez ainsi : si le rapporteur était exactement bien placé, alors la valeur 90° nous donnerait exactement le méridien. Comme dans l'exemple le rapporteur est décalé de 20° à gauche, le méridien se trouve à 20° à gauche (noté 70° ou 110° sur le rapporteur). Ce décalage sera aussi souvent à droite qu'à gauche, attention. Une boussole vous donnera malgré tout une approximation à vérifier, en notant la direction du nord magnétique en plusieurs endroits proches du lieu précis.

Il vous reste le plus facile, à savoir tendre une ficelle entre le pied du fil à plomb et le point noté sur le rapporteur pour marquer au sol le méridien.

Cette méthode est très sûre, pratique et peu chère. Vous pouvez imprimer vous-même le rapporteur sur plusieurs feuilles de papier fort et les coller correctement sur une planche. Le triangle grisé au format A4 mesure environ 15 sur 5 cm. Avec une planche de 75 sur 25 cm, vous atteindrez les 3' comme mentionné, voire mieux encore, ce qui vous donnera un cadran pouvant prétendre atteindre une précision de l'ordre de dix secondes d'heure, excellente !

Cette précision ne vous suffit pas ? J'ai réalisé de nombreux cadrans à l'aide d'un théodolite électronique, qu'il est heureusement possible de louer, parce que son achat pose quelques difficultés financières. Et là, il est envisageable d'atteindre 1'', oui, vraiment une seconde d'arc, avec beaucoup de doigté toutefois... Les 15'' ne sont pas un problème, ce qui donne une seconde d'heure ! Qui dit mieux ?

Le gnomoniste et cadranier Yves Opizzo yves@opizzo.de a publié 14 ouvrages et de très nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : http://opizzo.de/

[4] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/01/WozMez_2023.xls.zip

CADRANS SOLAIRES À HEURES SIDÉRALES

Pierre-Louis Cambefort

Connaissez-vous les « heures sidérales » et sauriez-vous réaliser un cadran solaire à heures sidérales ? Vous trouverez les réponses à vos questions éventuelles dans ces deux pages.

Les cadrans solaires indiquent généralement, cela est bien connu, le « temps solaire vrai », celui du lieu où nous nous trouvons.

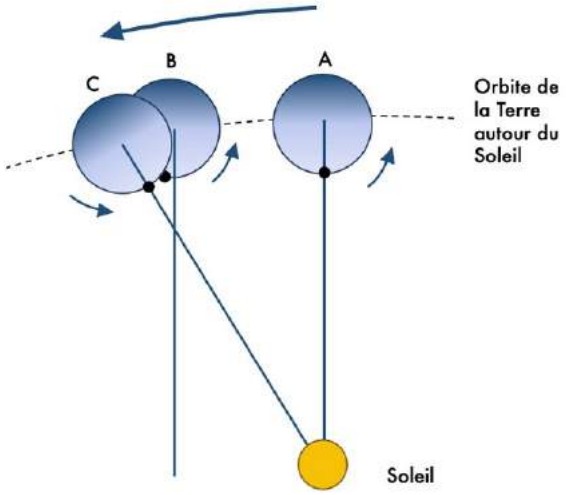
Ce temps solaire vrai est celui indiqué par le soleil ; l'intervalle de temps compris entre deux passages consécutifs du soleil au méridien supérieur du lieu est appelé jour solaire vrai ; cet intervalle de temps est variable, compte tenu des variations de l'équation du temps, d'où une différence avec le jour solaire moyen qui, lui, dure 24 heures exactement. Il faut donc certaines corrections et adjonctions pour retrouver l'heure de nos montres.

Au-delà du temps solaire vrai, de l'heure solaire indiquée par le cadran solaire, il existe une autre heure, qui correspond, elle, à des jours d'une durée égale à 23 h 56 m 4,09 s. Il s'agit de l'heure sidérale (et du jour sidéral correspondant).

D'où viennent ce jour sidéral et cette heure sidérale ?

Un jour sidéral est en fait, tout simplement, le temps que met la Terre à faire une rotation sur elle-même dans le repère des étoiles, la « sphère des fixes » des anciens, celle que nous voyons tous les soirs, quand la nuit est belle…

Ce jour-là est différent du jour solaire car au-delà de sa rotation sur elle-même, la Terre



Entre A et B, la Terre effectue une rotation sur elle-même, un jour sidéral s'est donc écoulé ; mais il faut attendre 3 min 56 s pour qu'un jour solaire, survenant lorsque la Terre est en C, se soit écoulé (la Terre faisant une révolution de 360° autour du Soleil en 365,2422 jours, on retrouve cette valeur par la division 360 / 365,2422 égale à 0,9856° par jour, soit environ 3 min 56 s).

effectue une révolution autour du Soleil, ce que l'illustration ci-dessus (dans laquelle la Terre et le Soleil ne sont bien entendu pas à l'échelle) permet de parfaitement concevoir.

À ce stade, vous vous demanderez peut-être si un cadran solaire peut indiquer les heures sidérales au lieu (ou en plus) des heures solaires.



Cadran à heures sidérales dans le jardin des cadrans solaires du Deutsches Museum de Munich

Dans la Cour d'Honneur du lycée Louis-le-Grand, l'un des 4 cadrans doubles (celui du bas) de la façade sud de la tour indique les heures sidérales

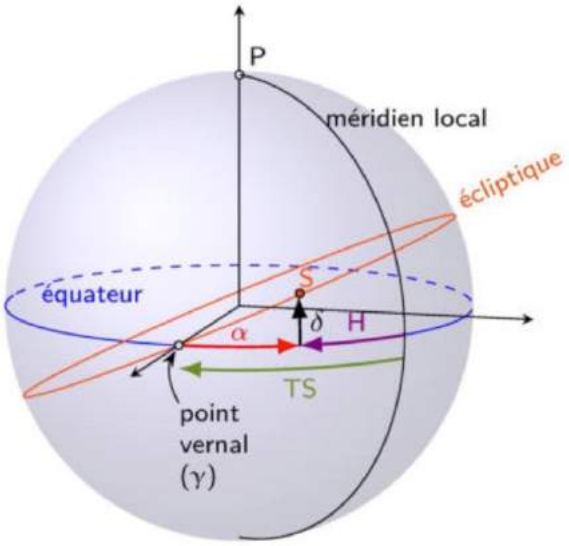


Et la réponse est oui et nous allons vous expliquer comment le faire.

Même si vous n'envisagez pas de réaliser de tels cadrans au tracé si particulier à court terme, au moins saurez-vous les reconnaître, car certains peuvent se rencontrer dans des lieux publics, comme le lycée Louis-le-Grand à Paris ou le Jardin des cadrans solaires du Deutsches Museum de Munich.

Dans tous les cas aurez-vous appris ou révisé quelques notions astronomiques intéressantes…

Dans un précédent article du magazine[1], dans lequel David Alberto et Yvon Massé proposaient la construction d'une « Horloge sidérale solaire » à partir d'éléments à télécharger et rappelaient (illustration ci-dessous) qu'une formule simple reliait l'angle horaire du Soleil H et le temps sidéral local TS : TS = H + α, avec α ascension droite du Soleil (équivalent, dans la sphère céleste, de notre longitude terrestre, le méridien origine choisi pour la sphère céleste passant par le point vernal, position du Soleil à l'équinoxe de printemps).



Quelques éléments de la sphère céleste, avec des coordonnées repérant la position du Soleil. α : ascension droite, δ : déclinaison H : angle horaire, TS : heure sidérale

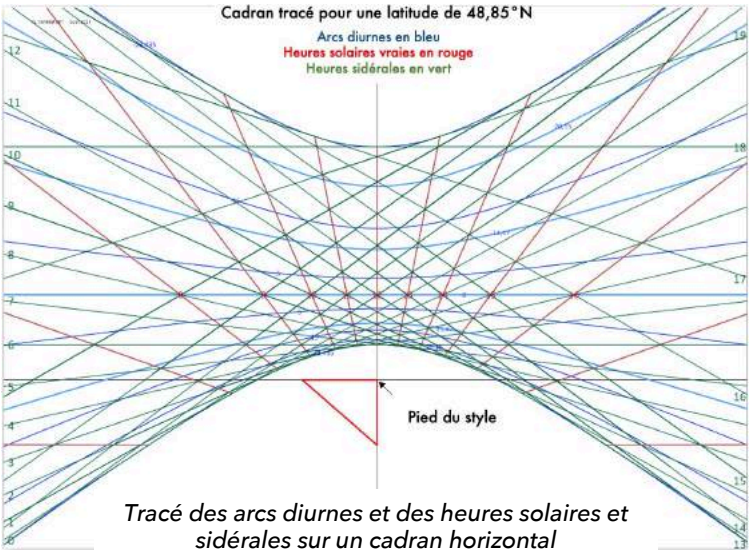
Sur un cadran solaire, quand l'ombre de l'extrémité du gnomon atteint un arc diurne donné correspondant à une déclinaison δ du Soleil, l'ascension droite du Soleil est donnée par sin α = tan δ / tan ε, ε étant l'obliquité apparente, c'est-à-dire l'angle entre les grands cercles de l'écliptique et de l'équateur.

On peut donc, sur un cadran solaire, obtenir α par l'arc diurne et H par la ligne horaire, et on peut donc en déduire l'heure sidérale par la formule TS = H + α. Ainsi, tout cadran solaire peut indiquer le temps sidéral.

Il est relativement facile de démontrer que toute ligne horaire de temps sidéral est une droite ; en conséquence 2 points suffisent pour tracer les lignes horaires sidérales d'un cadran solaire.

Nous pouvons choisir par exemple un point sur l'équinoxiale (α = 0) et un sur le solstice d'été (α = 6 h) et tracer alors les droites correspondantes aux différentes heures sidérales ; nous pouvons également remplacer dans les équations qui définissent les coordonnées x et y d'un cadran solaire l'angle horaire H par TS - α en donnant deux valeurs à l'ascension droite α. En effet, la relation ci-dessus, donnant sin α en fonction de tan δ, possède deux solutions : α et 12 - α (les ascensions droites sont généralement exprimées en heures). Il y a donc deux réseaux de droites sidérales croisés.

Pour tenir compte de ces deux réseaux, il est quelquefois jugé préférable, pour faciliter la lecture, de tracer deux cadrans solaires de temps sidéral pour chacune des deux valeurs, c'est-à-dire l'un utilisable pendant la période allant du solstice d'hiver au solstice d'été, l'autre pour la période du solstice d'été au solstice d'hiver.



Tracé des arcs diurnes et des heures solaires et sidérales sur un cadran horizontal

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/09/mag-CSpour-tous-n9_D-Alberto_Y-Masse.pdf

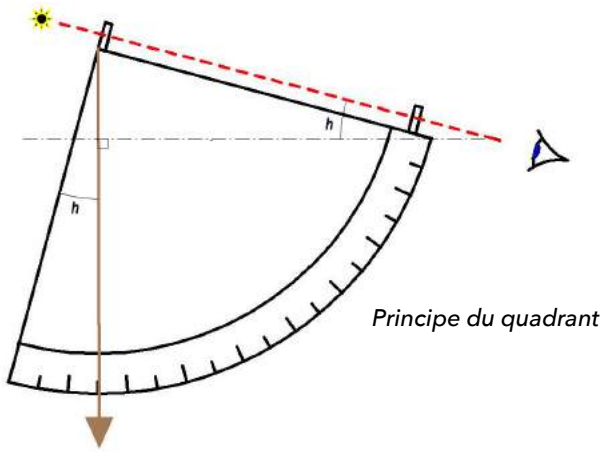
INSTRUMENTS DE NAVIGATION ASTRONOMIQUE EN MER (2/2)

Pierre-André Reymond

Voici la suite de l'article paru dans le précédent numéro du magazine, dans lequel Pierre-André Reymond nous invitait à la découverte d'instruments de navigation astronomique, dont l'histoire s'est déroulée en parallèle de celle des cadrans solaires…

LE QUADRANT NAUTIQUE

C'est un des premiers instruments de mesure angulaire employé dans la marine pour faire le point en mer. Un quart de cercle gradué en degrés, deux pinnules de visée et un fil à plomb. Ce dernier marque la verticale (donc l'horizontale) et on peut ainsi mesurer la hauteur de l'astre observé au-dessus de l'horizon, par exemple l'étoile polaire. La précision atteinte est de l'ordre du degré.



Principe du quadrant

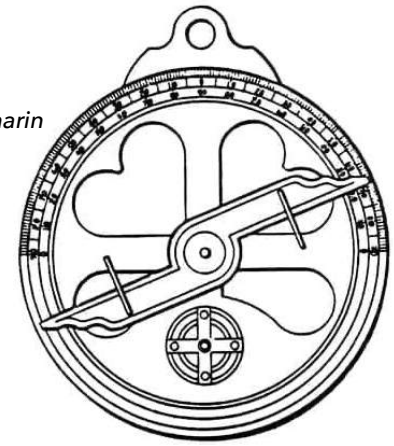
Observer le Soleil avec un tel quadrant est très difficile, du fait que l'on peut se brûler les yeux à regarder ses rayons directement. On pouvait cependant aussi se tenir à côté de l'instrument et observer le Soleil par ombre portée pour prendre la mesure, mais cela demandait la participation de deux personnes.

L'ASTROLABE MARIN

Cet instrument a été mis au point par les navigateurs portugais à la fin du XV^e^ siècle, remplaçant avantageusement le quadrant nautique. Il s'agit d'une version simplifiée de cet instrument complexe attribué à Hipparque, puis magnifiquement développé par les astronomes arabes.

L'astrolabe nautique ne garde que les deux pièces principales de l'instrument : l'astrolabe proprement dit et l'alidade, laissant de côté l'araignée ; ces deux pièces permettent de mesurer la hauteur d'un astre ou la hauteur méridienne du Soleil, ce qui, en langage maritime de l'époque, s'appelait « peser le Soleil ». L'astrolabe marin pouvait mesurer jusqu'à 1 pied de diamètre et devait être assez lourd pour donner de l'inertie et de la stabilité. En mer, il n'était guère pratique et sa précision n'excédait pas le degré d'angle.

Astrolabe marin

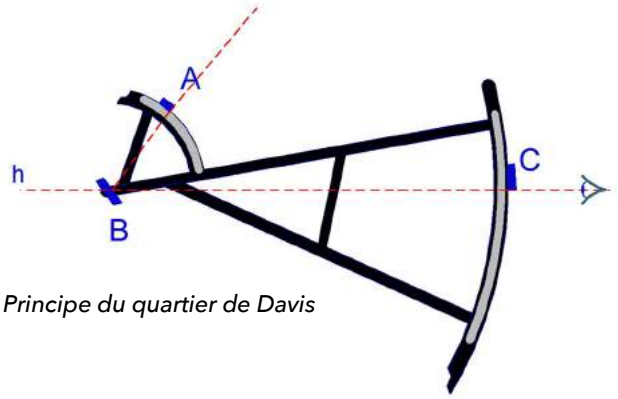


LE QUARTIER DE DAVIS

Également appelé quadrant à observation de dos (*backstaff* en anglais) il est apparu vers la fin du XVI^e^ siècle et ce fut un soulagement pour les yeux des observateurs. Construit en bois, l'instrument comporte deux arcs de cercle gradués ; le supérieur mesure 60° et l'inférieur 30°, soit 90° au total. La somme des deux angles relevés donne la hauteur de l'astre sur l'horizon. La flèche de cet instrument peut mesurer plus d'un mètre.

Les pinnules A et C coulissent sur leurs cercles respectifs ; elles restent délicates à réaliser et surtout peuvent tomber et se perdre : ne pas oublier que le pont d'un navire reste un endroit instable et parfois fort mouvementé !

Sources
- Évolution de la navigation astronomique au cours des siècles - Pierre-André Reymond - Editions Aldebarán, Cuenca, Espagne, 2012
- L'histoire de la navigation, de l'usage pratique de l'astrolabe, Hubert Michea (http://hubertmichea.fr/pages/astrolabe.htm)
- Wikipedia https://fr.wikipedia.org/



Principe du quartier de Davis



Reproduction de l'instrument

Ayant construit une réplique d'un tel instrument, je peux confirmer que l'exactitude des mesures de cette copie est de l'ordre du quart de degré, soit quelque 15 milles nautiques. Rappelons ici que le diamètre du Soleil est proche du demi-degré. Le quartier de Davis sera utilisé jusqu'à la fin du XVIIIe siècle.

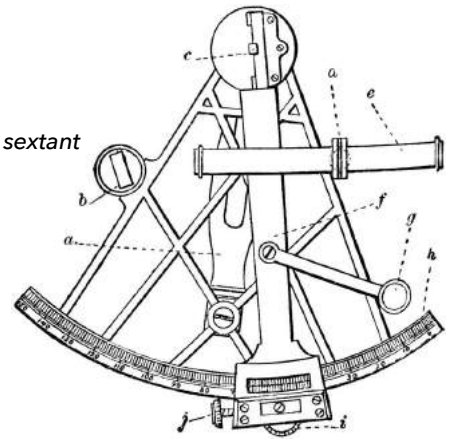
LE SEXTANT

L'évolution de la manufacture des verres et miroirs optiques, en particulier la découverte des lentilles achromatiques va enfin permettre la réalisation d'instruments de mesure de bonne précision. Il y eut tout d'abord le quadrant à réflexion, instrument attribuée au célèbre physicien Isaac Newton, en 1699. C'est un dispositif optique, utilisant le principe de la réflexion des rayons lumineux. Ledit instrument optique sera rapidement remplacé par l'octant, une réalisation intermédiaire qui va être fortement applaudie par les marins.

Quant au sextant, il est né d'une suggestion d'un capitaine de la Royal Navy, John Campbell, en 1757. Les promoteurs de l'utilisation des distances lunaires pour déterminer la longitude en mer à la fin du XVIIIe siècle ont largement stimulé la réalisation de cet instrument : l'octant ne pouvait en effet mesurer que des angles allant jusqu'à 90 degrés et la "méthode des distances lunaires" exigeait la possibilité de relever des angles allant jusqu'à 120 degrés.

Ainsi, tout comme l'octant, le sextant était utilisé pour mesurer la hauteur d'un astre (Soleil, Lune, étoiles, planètes) au-dessus de l'horizon, de même que la distance angulaire entre deux astres. Typiquement l'angle entre la Lune et le Soleil, soit sur des angles souvent plus importants.

Schéma d'un sextant



Depuis, l'instrument a certes été amélioré, passant d'une réalisation en bois à un instrument entièrement métallique, pourvu d'une optique de grande qualité.

Et il faut avouer qu'après 250 années de bons et loyaux services, il reste d'actualité.

En toute logique, si ce n'est un modèle nécessaire à des besoins pédagogiques, je n'ai pas cherché à réaliser une reproduction d'une telle machine de précision. Mon propre sextant m'a rendu de précieux services pendant de nombreuses années de navigation au long cours. Il existe aussi des sextants en plastique, peu onéreux et d'une précision remarquable.

Un tel instrument de précision a toujours été coûteux et pour son utilisateur, c'était un bien des plus précieux du bord et tout le monde ne pouvait pas s'en offrir un. En 1771, un sextant pouvait coûter 3 000 livres. La livre contenait légalement 4,5 grammes d'argent pur. Au cours actuel de 0,69 €, la livre d'avant la révolution représente ainsi environ 3 €. On peut ainsi comprendre pourquoi lors d'un naufrage le capitaine faisait tout pour sauver son instrument, comme on a pu le voir dans certains fameux films de marine récents, tels *Le Bounty* ou *Master & Commander : de l'autre côté du monde*.

Pierre-André Reymond reymondsurveys@gmail.com - https://www.navigare-necesse-est.ch/ est né à Lausanne. Officier de marine marchande, puis expert en navigation de plaisance, il consacre parallèlement plusieurs décennies à l'enseignement, à la formation et à l'écriture. Il a enfin réalisé des reproductions fidèles d'un grand nombre d'instruments de navigation astronomique.

Les Phénomènes d'Aratos, un étonnant phénomène… d'édition (1/2)

Michèle Tillard

Vous pouvez certainement citer de mémoire plusieurs succès d'édition mais connaissez-vous celui qu'a connu Les phénomènes d'Aratos *à la fin du IIIe siècle avant notre ère, dans lequel un poète fait appel à l'astronomie pour décrypter les signes de Zeus ? Michèle Tillard nous présente cette œuvre…*



Aratos de Soles

Tout commence à la fin du IIIe siècle avant J.-C., à la cour du roi de Macédoine, Antigone Gonatas. Désireux d'assurer l'éclat intellectuel de sa cour, et probablement aussi d'honorer sa jeune épouse Phila, dont le poète était un proche, le souverain offrit à Aratos de Soles une œuvre de l'astronome Eudoxe de Cnide – un texte en prose, ou bien un objet, une sphère pleine reproduisant le mouvement des planètes, comme semble le suggérer Cicéron (*De republica*, I, XIV), à charge pour lui de rédiger un poème monumental dans la lignée d'Homère et d'Hésiode. Ce qui fut fait.

Né à Soles, en Cilicie au sud-est de l'actuelle Turquie, Aratos aurait suivi Phila, fille de Séleucos, à la cour de Pella – une cour qui se transportait très régulièrement à Athènes où le roi, fort cultivé, aimait à réunir son cercle intellectuel. Notre poète s'attela donc à la tâche.

Son ouvrage, qui compte 1154 vers – soit 329 de plus que les *Travaux et les Jours* d'Hésiode[1] – est rigoureusement construit. Il commence, dans la grande tradition poétique, par un hymne à Zeus (v. 1 à 18), qui, en même temps qu'il énonce le projet et le plan de l'ouvrage, indique clairement son objectif : il s'agit de décrypter les signes que Zeus adresse aux hommes, dans sa bienveillance, pour leur indiquer le « bon moment » pour tous les actes de la vie agricole.

On est bien dans la continuité d'Hésiode, et en même temps dans l'optique stoïcienne d'un dieu protecteur des hommes…

Ensuite, une première partie, des v. 19 à 739, décrit les astres ; d'abord les « fixes », c'est-à-dire les constellations, telles qu'elles se présentent les unes par rapport aux autres, hors de tout mouvement. La « sphère des fixes », sur laquelle sont accrochées les quelque 6 000 étoiles visibles à l'œil nu, constituait pour les Anciens la limite extrême du Cosmos – c'est-à-dire le monde ordonné, susceptible d'être connu et mesuré par des calculs mathématiques. Aratos reprend la liste des constellations d'Eudoxe de Cnide, peut-être complétée.

À partir du v. 451, Aratos aborde ensuite les cercles sur lesquels les fixes se tiennent ; pour lui, ils ne semblent pas être des constructions abstraites et conventionnelles, mais des réalités matérielles, que l'on peut voir en observant les étoiles et la voie lactée. Ils sont au nombre de 4 : l'équateur, les deux tropiques, du Cancer et du Capricorne, et le « Cercle des Figures », le zodiaque – qui se confond avec ce que nous appelons aujourd'hui l'écliptique, le plan dans lequel se fait la révolution de la Terre autour du Soleil.

Il « évacue » rapidement les 5 planètes (Jupiter, Mars, Saturne, Vénus et Mercure, qu'il ne nomme pas) se déclarant incompétent à leur sujet ; elles n'entrent pas dans son projet, car leur course est trop aléatoire pour qu'on puisse y déceler les messages de Zeus aux hommes (v. 454-460). Dans une perspective géocentrique, en effet, il n'était pas possible de calculer leur trajectoire…

Enfin, il complète sa description par la partie la plus difficile et la plus problématique de son œuvre : le mouvement des différents cercles, le synchronisme des levers et des couchers des constellations, et donc les coordonnées de celles-ci.

En effet, un phénomène encore inconnu à l'époque d'Aratos, mais probablement découvert par Hipparque, ou à l'époque de celui-ci, la précession des équinoxes, modifie d'environ 1,4° par siècle le « point vernal »,

c'est-à-dire le point où le Soleil paraît traverser l'équateur céleste du sud au nord.

Il faut ajouter le fait que les levers et couchers diffèrent selon la latitude : ils ne sont pas tout à fait les mêmes à Pella et à Athènes… Il en résulte que les données sur lesquelles s'appuyait Aratos étaient déjà fausses au IVe s. av. J-C, et que sa description du ciel ne provenait pas d'une observation directe et personnelle, mais d'une compilation de ses sources.

Si l'on en croit Jean Martin (*Introduction aux Phénomènes d'Aratos*, p. XCII), les données d'Aratos correspondraient, si on les prend au pied de la lettre, « *à une époque située entre 1040 et 960 avant notre ère, sous une latitude comprise entre 32° et 33° 40' (Babylone)* ».

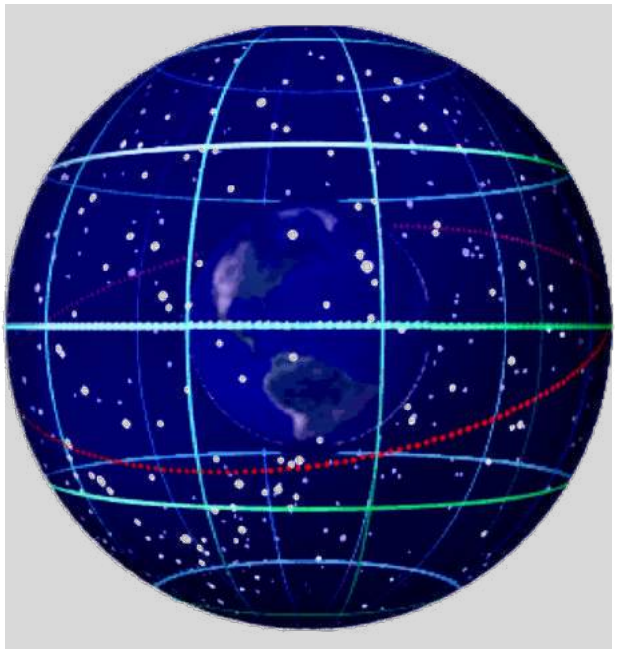
Mais il ajoute aussitôt que « *le poète n'a pour objet ni de donner une hauteur précise du pôle […] ni de dire exactement par quelles étoiles passent les cercles* ».

La deuxième grande partie, des vers 740 à 1154, traite des « Pronostics » : les mouvements des astres permettent d'exprimer des signes de Zeus. L'inspiration est ici différente ; l'accent est mis sur les phénomènes météorologique, et la configuration des astres est complétée par l'observation des animaux et des végétaux…

Aratos était-il un véritable astronome, qui se fondait sur des observations personnelles, ou, comme le suggère Cicéron, s'est-il contenté de « mettre en vers » les découvertes d'autrui, en particulier Eudoxe, sans être lui-même complètement au fait des phénomènes qu'il décrivait ?

On peut avancer l'hypothèse suivante : sans doute, comme son protecteur le roi Antigone, était-il un humaniste avant l'heure, ayant « des lumières de tout » sans être vraiment un spécialiste. Et son ouvrage, destiné à la cour, était essentiellement destiné à être une œuvre de prestige, écrite dans le même mètre que ses illustres devanciers, Homère et Hésiode. Si l'astronomie permettait de se repérer dans l'espace et le temps, ce n'était pas ici la préoccupation première ; et il importait assez peu, par conséquent, que le ciel décrit ne soit pas tout à fait celui que l'on pouvait observer à Pella…

Le poème d'Aratos connut une fortune exceptionnelle ; il aurait été le plus lu dans l'Antiquité après l'*Iliade* et l'*Odyssée*.



Sphère céleste

Les noms d'étoiles utilisés de nos jours sont encore ceux qu'il a donnés – même s'il ne les a pas inventés.

Il fut très vite glosé, et commenté, voire critiqué : le célèbre astronome Hipparque[2] (190-120 av. J.-C.) ne nous était connu, jusqu'en 2022, que par son *Commentaire sur les Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos*, dans lequel il critiquait vertement notre poète, contribuant ainsi, sans le vouloir, à sa gloire.

D'autres auteurs, comme Geminos de Rhodes (Ier s. av. J.-C.) publièrent des commentaires, comme plus tard Achille Tatius.

Il fut traduit par Cicéron, puis par Germanicus (15 av. J.-C. - 19 apr. J.-C.) et enfin Aviénus (IVe s. apr. J.-C.) ; il influença les poètes Manilius et Virgile… Lucien de Samosate le cite, tout comme Paul de Tarse.

Nous étudierons, dans un prochain article, ses plus illustres continuateurs…

(À suivre)

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com) a été professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire. Autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (accessibles via son site https://philo-lettres.fr/) elle a également publié de nombreux ouvrages, son dernier étant consacré aux Étrusques (*Les Étrusques* - Ellipses - 2023)

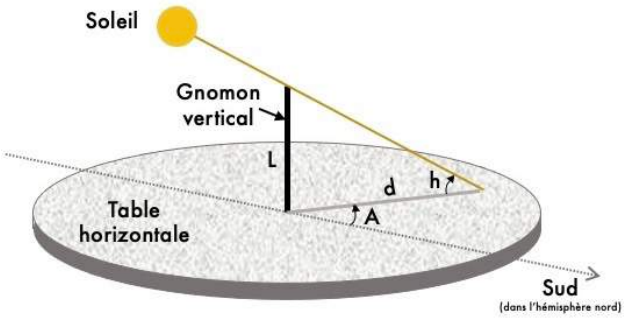
[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/11/mag-CSpour-tous-n10_M-Tilllard.pdf
[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7_M-Tillard.pdf

IMAGINONS…
UN CADRAN DE HAUTEUR HORIZONTAL

Roger Torrenti

Et si vous laissiez aller votre imagination, afin de concevoir, voire de réaliser un cadran solaire non traditionnel ? C'est un exercice auquel nous invite Roger Torrenti dans cet article.

Ce qui est passionnant, lorsque l'on commence à développer ses connaissances dans le domaine de la gnomonique et des cadrans solaires, c'est que l'on peut être tenté de sortir des sentiers battus, de concevoir, voire réaliser des cadrans différents des cadrans traditionnels, en deux mots de penser *outside the box* comme disent les anglo-saxons…

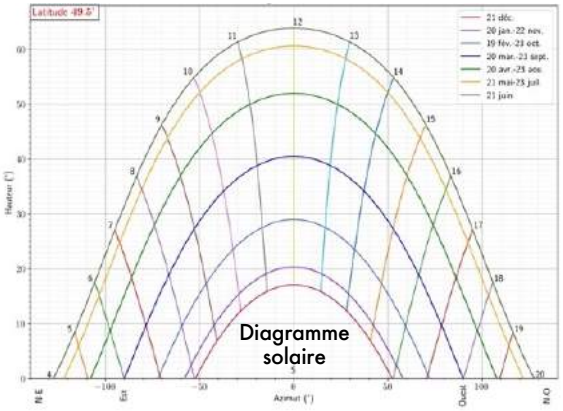


Par exemple, si vous considérez le schéma ci-dessus représentant un gnomon vertical placé au centre d'une table circulaire horizontale, vous penserez aussitôt à un traditionnel cadran d'azimut (voir notamment l'article[1] paru dans le n°7 de ce magazine), cadran qui se décline sous différentes formes bien connues : cadran-araignée ou compas solaire notamment.

Mais vous pourrez aussi vous poser la question : pourquoi ne pas utiliser la hauteur h du Soleil plutôt que son azimut A pour indiquer l'heure solaire, voire légale, et ainsi en faire un cadran de hauteur plutôt qu'un cadran d'azimut ?

Bien entendu des cadrans de hauteur existent, ayant pour nom cadran de berger, quadrant horaire, anneau astronomique, navicula, etc. Mais aucun de ces cadrans n'est horizontal et vous n'avez pas rencontré dans les ouvrages spécialisés de cadran de hauteur à table horizontale et gnomon vertical…

Alors vous vous dites que cela vaut peut-être le coup de creuser l'idée, de développer le concept, tout en gardant à l'esprit la variation de la hauteur (et de l'azimut) du Soleil au cours de l'année, représentée par le « diagramme solaire » ci-après, figurant dans l'article précité et tracé pour une latitude de 49,5° N.

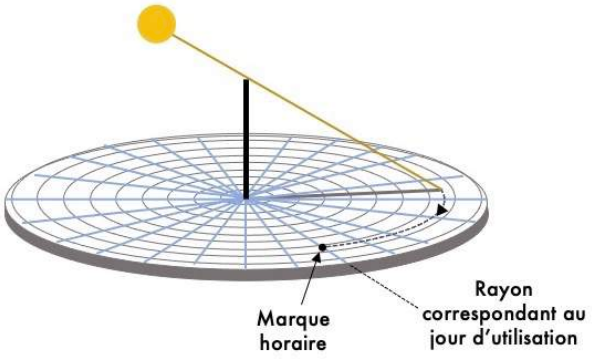


Imitant la conception d'un cadran d'azimut, vous aurez logiquement à tracer :

- des cercles concentriques autour du centre de la table, régulièrement espacés,
- des rayons, reliant le centre au bord de la table, espacés de 15°, les 24 rayons correspondant respectivement aux dates 01/01, 15/01, 01/02, etc. Vous indiquerez sur chaque rayon les différentes marques horaires (voire demi-horaires) correspondant à la hauteur du Soleil au jour considéré.

> *Vous auriez pu bien entendu vous contenter de tracer ces rayons pour la période solstice d'hiver – solstice d'été, sachant que pour la période solstice d'été - solstice d'hiver, la hauteur du Soleil, à une heure donnée, retrouve la même valeur à une autre date (voir le diagramme solaire) ; mais comme le cadran circulaire le permet, vous avez préféré utiliser toute la table…*

Pour connaître à tout instant l'heure solaire, il suffira alors de placer la table du cadran (qu'il est inutile d'orienter) sur un plan horizontal, de repérer le cercle (ou l'intervalle entre deux cercles) où se situe l'ombre de l'extrémité du gnomon, et de poursuivre ce cercle jusqu'au rayon correspondant à la date du jour de la mesure. On lit l'heure solaire sur ce rayon.



Bien entendu il suffit de tracer les heures de la demi-journée car la hauteur du Soleil (se référer au diagramme solaire) est la même pour deux instants symétriques par rapport à midi solaire.

Une fois toutes les marques horaires calculées (pour une latitude donnée, car tout cadran de hauteur ou d'azimut se trace pour une latitude donnée) et placées sur le cadran, vous pourrez bien entendu relier toutes les marques correspondant à une même heure solaire et vous obtiendrez de belles courbes (si vous maîtrisez bien la programmation, un ordinateur pourra tracer ces courbes en moins de temps !).

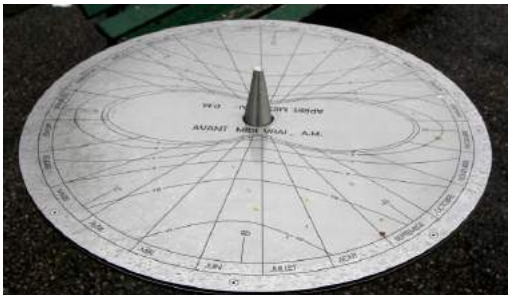
Considérant cette perspective, vous vous dites qu'un autre mode de lecture plus confortable serait d'avoir une table tournant autour de son axe : il suffira alors de faire tourner la table, afin d'amener, au niveau de l'ombre du gnomon, le rayon correspondant au jour d'utilisation !

Mais avant d'aller plus loin et de passer de cette vision conceptuelle à la réalisation du cadran, vous ferez peut-être quelques remarques…

Tout d'abord ce cadran, comme tout cadran de hauteur ne sera pas bien précis autour de midi solaire.

En outre ce type de cadran de hauteur a la particularité que le rapport L / R (L étant la hauteur du gnomon et R le rayon de la table), doit être petit, afin que les heures du matin et de l'après-midi, surtout en hiver, puissent être réellement mesurées. En effet, h^{min} étant la hauteur minimale mesurable du Soleil (lorsque l'ombre de l'extrémité du gnomon atteint le bord de la table), puisque L / R = tan h, alors, pour un rapport de 1/10 (L = 3 cm et R = 30 cm par exemple), h^{min} est égale à 5,7°, ce qui peut paraître satisfaisant. Cependant la lecture de l'extrémité de l'ombre d'un gnomon de 3 cm à une distance de 30 cm risque de poser des difficultés…. On pourrait cependant, pour pallier cette difficulté, imaginer un disque à bords relevés, bords sur lesquels seraient prolongés les marques horaires…

Allez-vous réaliser ce cadran ? Vous vous dites sans doute que sous cette forme c'est un cadran moins intéressant qu'un cadran d'azimut qui nécessite, lui, une table plus réduite et qui est plus précis… Tout compte fait, vous vous demandez si tout cela est vraiment digne d'être breveté… d'autant plus qu'une recherche sur Internet vous permet de découvrir qu'un cadran



Cadran horizontal de hauteur installé devant le musée d'histoire des sciences à Genève

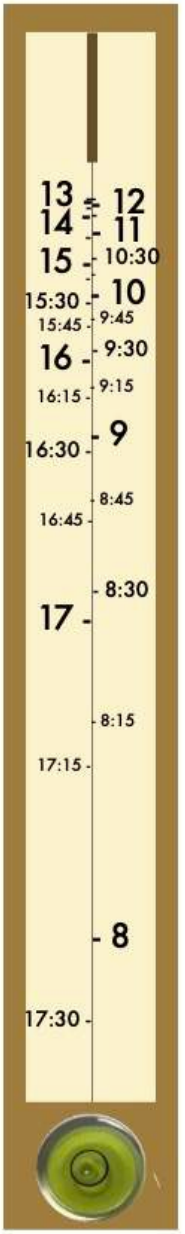
horizontal de hauteur, circulaire, a déjà été réalisé et installé à Genève…

Allez-vous abandonner ?

Non, car il vous vient à l'esprit de tenter quelque chose : un cadran de hauteur horizontal mais portatif et à heure légale ! Et vous imaginez un rectangle tenu horizontalement (équipé si nécessaire d'un niveau à bulle) avec gnomon et table repliables (fig. ci-dessous).



Il suffit alors de tracer sur une feuille, pour chaque jour d'utilisation (ou chaque période de quelques jours), les marques horaires, puis d'insérer cette feuille dans le cadran !



Ci-contre : cadran de hauteur horizontal portatif à heures légales, tracé pour une latitude de 45° N, une longitude de 3° E et la date du 01/03/2024. La hauteur du gnomon est de 2 cm et la dimension de la feuille 2 cm x 16,5 cm

Mais ce cadran-là est-il préférable (en particulier au niveau de la plage et de la précision de lecture) à un cadran de hauteur semblable mais tenu verticalement avec une ficelle par exemple, une sorte de portion de cadran de berger ?

Bon, vous cessez à ce stade de laisser aller votre imagination… Réaliserez-vous ce cadran qui semble original ? Au moins l'exercice aura été intéressant, voire amusant, et aura permis de réviser certains concepts et formules gnomoniques !

Roger Torrenti (roger@torrenti.net) est le responsable éditorial de ce magazine

[1] Un cadran solaire avec un clou vertical - David Alberto
https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7_D-Alberto.pdf

[2] Un cadran de berger transformé en compas solaire - Bernard Trevisan
https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n1-B_Trevisan.pdf

UN CADRAN UNIVERSEL D'APIAN À IMPRIMER

David Alberto

David Alberto nous propose ici de reproduire un cadran solaire portatif de hauteur conçu il y a 500 ans... Le tracé est fourni, peu de matériel est nécessaire et le montage est facile. À vous de jouer !



Ce cadran a été décrit par l'astronome - mathématicien allemand Peter Bennewitz dit Petrus Apianus ou Pierre Apian, dans son ouvrage *Instrument Buch* publié en 1533.

La réalisation proposée utilise un tracé reproduit page suivante (à télécharger depuis https://bit.ly/47uOu5F) et nécessite un matériel limité : feuille A4 bristol – feuille de transparent – fil de 20 cm environ – ciseaux – punaise ou pin's – cutter - perle – règle – trombone.

Le montage suit les étapes suivantes :

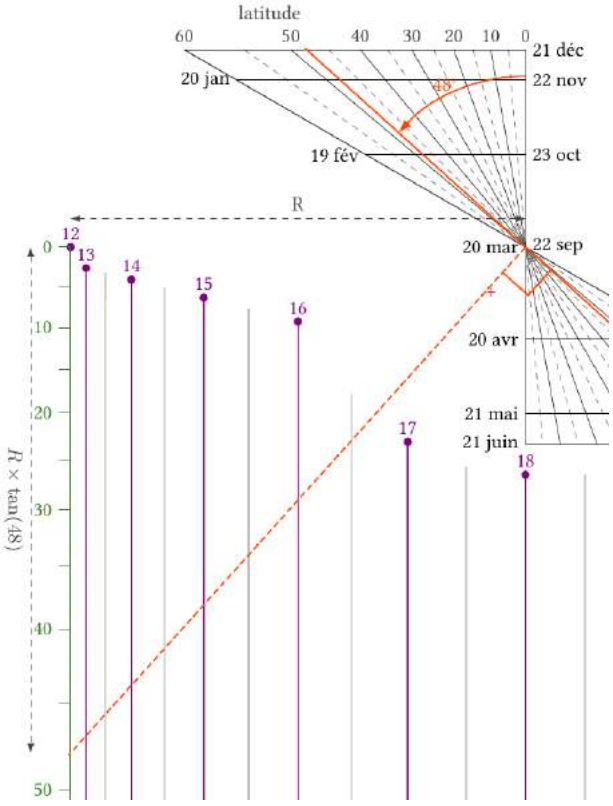
1. Imprimer le tracé du cadran en format A4, de préférence sur papier bristol, ou sur papier standard à coller sur du carton.
2. Percer un petit trou sur la croix entre les dates 20 mar et 20 avr.
3. En haut à droite, découper au cutter les 3 côtés rouges du rectangle hachuré, et plier ce dernier pour le relever à angle droit.
4. Découper au cutter l'entaille horizontale (trait rouge), qui servira à glisser le disque transparent pour le maintenir en place.
5. Tracer sur un transparent un disque de 8 cm de rayon environ. Son rayon dépend de la latitude maximale d'utilisation du cadran solaire. Pour aller jusqu'à la latitude 60°, il faut un disque transparent de rayon 8 cm. Pour la latitude 50°, 6 cm suffiront. Percer au centre.
6. Dans ce disque, découper au cutter une entaille partant d'environ 5 mm du centre et suivant un rayon du disque jusqu'à 5 mm du bord.
7. Enfiler la feuille bristol sur une punaise, puis superposer le disque transparent.
8. Insérer le haut du disque dans l'entaille horizontale découpée dans le bristol.
9. Attacher un petit lest (trombones, rondelle...) à une extrémité du fil. Enfiler la perle (elle doit frotter suffisamment pour ne pas glisser seule vers le bas). Attacher le trombone à l'autre extrémité du fil.
10. Glisser le trombone dans la fente radiale découpée dans le disque transparent.

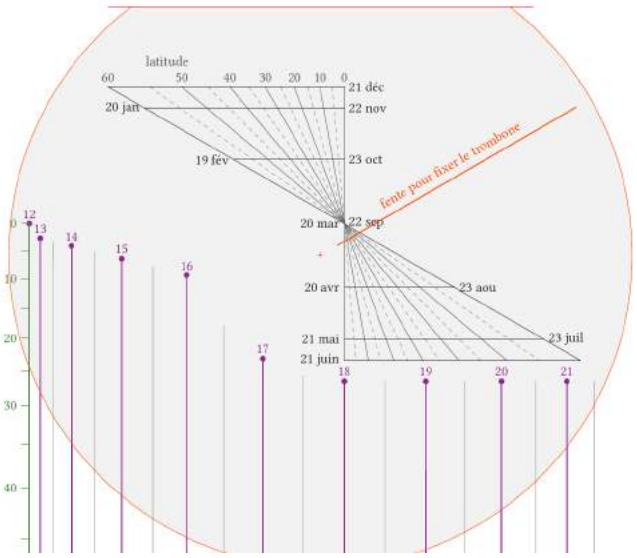
En faisant tourner le disque transparent, et en déplaçant le trombone, on doit pouvoir amener le point de suspension du fil sur n'importe quel point du tracé en forme de nœud papillon.

Si votre latitude ne correspond pas à une ligne existante, vous pouvez ajouter une ligne avec un rapporteur et une équerre : pour une latitude de 48° par exemple, tracer une ligne passant par le point des équinoxes (20 mar – 22 sep), et formant un angle de 48° avec la verticale.

Pour ajouter la graduation correspondante sur l'échelle des latitudes il faut tracer une perpendiculaire à la ligne de latitude, passant par le point des équinoxes, et coupant l'échelle de latitude à gauche.

Sur l'échelle de latitude, on peut également placer la nouvelle graduation ainsi : mesurer la distance R entre le point midi et le point '20 mars' ; ajouter la graduation à la distance R * tan 48° depuis le 0 de latitude.





Le disque transparent, fixé sur le bristol au niveau de la croix. Le haut du disque est glissé sous la fente horizontale du bristol, pour le maintenir.

Avant de le fixer, une fente radiale est pratiquée sur le disque. On y accrochera le trombone, de façon qu'on puisse le glisser le long de cette fente.

Utilisation

Ce cadran nécessite un double réglage préalable :

- réglage en latitude : repérer la ligne oblique de la latitude d'utilisation.
- réglage selon la date : repérer la position verticale s'approchant le plus de la date d'utilisation.

  Amener le point de suspension du fil au croisement des lignes repérées.

  Laisser pendre le fil en le faisant passer par la graduation de la latitude choisie, sur l'échelle latérale de latitudes.

  Amener la perle sur la graduation.

Le réglage préalable est fait. Si la perle n'est pas déplacée, ce réglage reste valable pour le même jour et le même lieu.

- Tenir la feuille verticalement au soleil, de façon que la lumière arrive depuis la droite.
- Faire tourner la feuille dans le plan vertical, pour que l'ombre de la languette s'étende le long de la bande « ombre ».
- Repérer la ligne horaire indiquée par la perle : elle correspond à l'heure solaire.

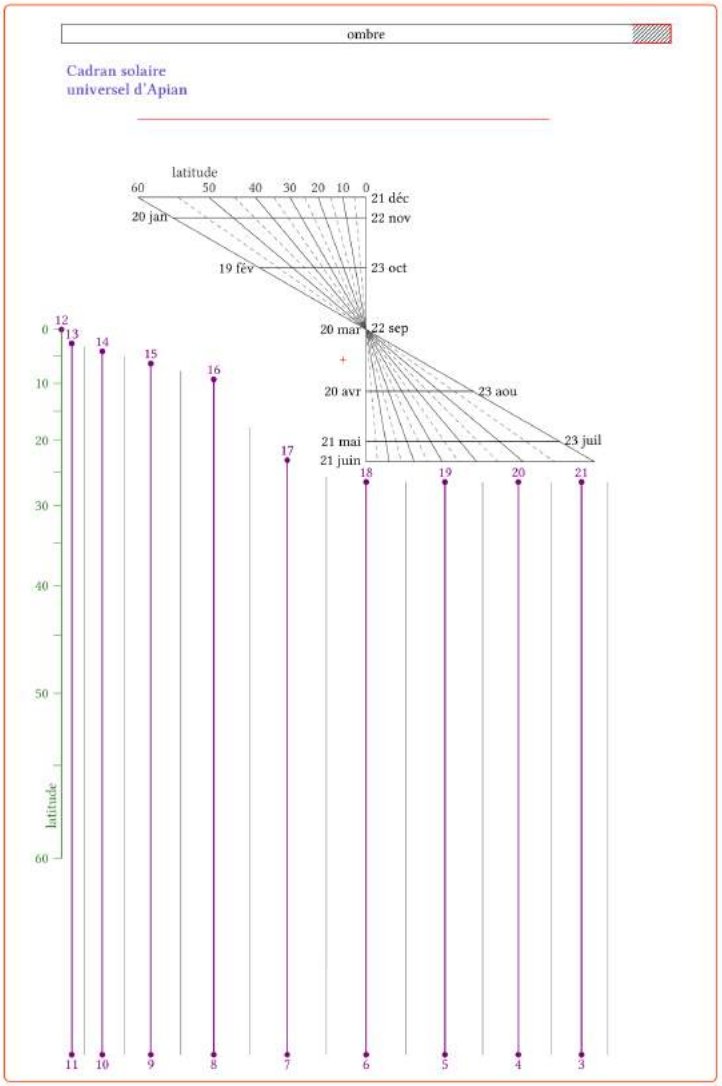
Les cadrans solaires de hauteur déterminent l'heure solaire d'après la hauteur du Soleil, c'est-à-dire l'angle formé par le Soleil et l'horizon.

Étant donné que la hauteur du Soleil augmente le matin puis diminue l'après-midi, le Soleil passe deux fois par la même hauteur au cours d'une journée (sauf à midi).

C'est pourquoi les lignes horaires verticales (violettes) correspondent à deux heures différentes pour une même hauteur. Il faut donc savoir si l'on est le matin ou l'après-midi.

D'autre part, les cadrans de hauteur sont nettement moins précis autour de midi solaire, période où la hauteur du Soleil varie peu.

Pour une utilisation à des latitudes négatives, décaler toutes les dates indiquées de 6 mois.



Tracé du cadran d'Apian

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir https://www.astrolabe-science.fr

PETITE HISTOIRE DES CADRANS SOLAIRES HONGROIS

Géza Marton

Savez-vous que la Hongrie est un pays riche en cadrans solaires ? Géza Marton vous donne un aperçu de ce patrimoine, qui vous incitera peut-être à aller admirer quelques-uns de ces cadrans lors d'un prochain séjour dans son pays…



Voici une brève histoire des cadrans solaires en Hongrie, nous référant pour les illustrations au *Catalogue des cadrans solaires de Hongrie* que nous avons constitué et mis en ligne : le ***Ma**gyarországi **Nap**órák **Ka**talógusa* (en hongrois et bientôt en anglais). https://manapka.mcse.hu

Alors que les Grecs avaient déjà construit des cadrans solaires de types très différents (Vitruve, architecte romain du 1er siècle en identifiait treize), les scaphés constituaient l'essentiel des cadrans que l'on pouvait trouver dans l'Empire romain dont de nombreux, plus ou moins bien conservés, peuvent encore être admirés de nos jours. On n'a pourtant découvert aucun scaphé en Hongrie, même si la région hongroise de Transdanubie a été une province romaine.

Un fragment intéressant de marbre plat, gravé sur ses 2 faces (photo 1), a cependant été mis au jour dans la cité antique d'Aquincum (sur le territoire de Budapest). Il a été étudié en détail par les archéologues Orsolya Madarassy et Ferenc Noeh ; il s'avère que l'un des côtés, sur lequel apparaissent un arc de cercle et des rayons, suggère une approche astronomique et qu'il aurait pu comporter un gnomon (aujourd'hui disparu) dont l'ombre permettait d'indiquer l'heure.

Il ne reste qu'un document écrit concernant un autre cadran solaire datant de l'époque romaine et retrouvé sur le territoire de la commune de Velence (Hongrie centrale). Il s'agit, selon la description, « d'un très beau cadran solaire romain, en pierre de taille, avec de nombreuses inscriptions, et comportant des représentations d'animaux ».

Pour les siècles suivants, et jusqu'au Moyen Âge, nous n'avons également que peu de traces….

Le cadran solaire le plus ancien que l'on puisse admirer aujourd'hui en Hongrie est en fait celui (photo 2) de l'église paroissiale Saint-Michel (*Szent Mihály plébániatemplom*) à Sopron (en allemand Ödenburg) à l'ouest de la Hongrie. Un autre cadran solaire en relativement bon état est celui de l'église réformée de Rudabánya (N.-E. de la Hongrie), datant du milieu du XIVe siècle. (photo 3). À Szentendre, près de Budapest, rue Várdomb, sur une culée de l'église réformée Saint-André (*Szent András református templom*), se trouve également un cadran datant probablement du XIIIe ou XIVe siècle (photo 4).

En définitive, nous avons répertorié sur le territoire actuel de la Hongrie 2 cadrans solaires datant de l'Antiquité et 17 du Moyen Âge (XIIIe au XVIe siècle).

Mais à partir du XVIIe siècle un grand nombre de cadrans solaires sont apparus, notamment sur les façades des bâtiments religieux et fort heureusement beaucoup subsistent aujourd'hui.



Photo 1



Photo 2



Photo 3



Photo 4

Parmi nos cadrans du XVIIIe siècle, à noter la très belle méridienne (*Linea Meridionalis*), installée au sixième étage de la tour de l'observatoire du *Lyceum*, aujourd'hui au sein de l'École supérieure *Eszterházy Károly,* à Eger (au nord de la Hongrie). Cette méridienne a été conçue en 1778 par l'astronome Miksa Hell. Elle utilise un oculus placé à une hauteur de 5 m, et s'étend sur le sol sur une largeur de 30,5 cm et une longueur de 15 m (photo 5).

Quant aux cadrans portatifs (diptyques ou coffrets) apparus au milieu du XVIIe siècle et devenus de plus en plus populaires en Europe, ils étaient fabriqués en série dans les ateliers des maîtres de Nuremberg, Augsbourg, Prague, etc. et sont arrivés chez nous grâce aux voyageurs et commerçants. Ainsi, quelques exemplaires remarquables peuvent être admirés dans les collections des musées du pays, entre autres au Musée d'Art appliqué (*Iparművészeti Múzeum*) de Budapest.

Dans les années 1700, où l'embourgeoisement démarrait, les cadrans solaires apparaissaient aussi dans les établissements non religieux. Un bel exemple est celui du double cadran d'angle d'un moulin à eau (photo 6).

De nombreux cadrans solaires des années 1800 ont malheureusement disparu mais ceux qui ont résisté à l'épreuve du temps et des guerres sont bien représentatifs des cadrans de cette époque (photo 7).

Au-delà des cadrans verticaux, notre patrimoine comporte bien entendu d'autres types de cadrans, comme le beau cadran horizontal gravé sur ardoise du lycée réformé de la ville de Debrecen (*Debreceni Református Kollégium*) à l'est de la Hongrie.

À la fin du siècle dernier de plus en plus de cadrans solaires furent installés et cette tendance s'est accélérée depuis l'an 2000 : nous avons répertorié 377 cadrans solaires datant du XXe siècle et 310 du XXIe siècle !

Des cadrans solaires originaux sont ainsi apparus récemment en Hongrie, comme le bloc gnomonique (photo 8) d'Óbuda, un quartier de Budapest, le cadran sphérique de Miskolc (photo 9), au nord-est du pays, le cadran analemmatique de Kecel au centre du pays, ou encore le cadran-vitrail extérieur de Kecskemét en Hongrie centrale.

Des astronomes, des artistes et de simples passionnés ont contribué à cet essor récent et je voudrais citer Aurél Ponori Thewrewk (voir une de ses réalisations : photo 10) et Lajos Bertha (photo 11), qui ont largement contribué à la diffusion des connaissances sur ces instruments astronomiques d'origine ancestrale. Enfin un hommage doit être rendu à Sándor Keszthelyi qui a initié le précieux travail d'inventaire des cadrans solaires de Hongrie, ce qui a conduit au catalogue en ligne mentionné en début d'article.

Géza Marton idomester@mcse.hu est maître orfèvre et modéliste de formation. Il a réalisé de très nombreux cadrans solaires de tous types et à partir de différents matériaux (80 de ses réalisations figurent dans le catalogue https://manapka.mcse.hu). Il contribue également très souvent, par ses cours et conférences, à la diffusion des connaissances dans le domaine.



Photo 5



Photo 6



Photo 7



Photo 8



Photo 9

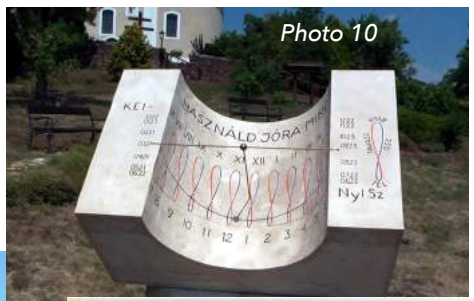


Photo 10



Photo 11

DES CADRANS SOLAIRES DANS LES ÉCOLES DU TOGO

Doh Koffi Addor

Pays d'Afrique de l'Ouest, proche de l'équateur et s'étendant sur 550 km pratiquement le long du méridien de Greenwich, le Togo aura bientôt son premier cadran solaire et l'auteur de l'article, à l'origine de ce projet, nous présente ses efforts et ses actions préliminaires à cette réalisation.



J'ai découvert les cadrans solaires en 2020 et rejoint le Comité éditorial du magazine *Cadrans Solaires Pour Tous* en 2021. Et chaque jour qui passe, je suis séduit et fasciné par les cadrans solaires, bien que mes obligations professionnelles ne me permettent pas encore de leur consacrer beaucoup de temps.

Je me suis cependant fixé comme objectif de concevoir et ériger le tout premier cadran solaire (de type équatorial) du Togo.

Cette idée a été annoncée lors de la première édition des *Journées de Découverte de l'Astronomie* au Togo (JDA-TOGO) en 2021, organisées par l'Association togolaise d'astronomie et présentée dans un article[1] paru dans le n°1 du présent magazine.

Après cette présentation, des démarches ont été entreprises auprès des responsables de l'éducation togolaise pour non seulement faire construire le tout premier cadran solaire dans une école, mais aussi et surtout pour organiser des séances de formation des enseignants et des élèves sur les principes de réalisation des cadrans solaires (leur conception), leur positionnement et la lecture des heures, en suivant le mouvement apparent du Soleil.

Le but de ces démarches est d'arriver à introduire à long terme l'enseignement sur les cadrans solaires dans le programme d'enseignement d'astronomie qui est, à petits pas, en train de prendre corps dans le programme d'enseignement au Togo.

Ces démarches ont eu une issue favorable (bien qu'ayant pris beaucoup de temps) et les tout premiers ateliers de formation sur les cadrans solaires ont eu lieu aussi bien pour les enseignants (en novembre 2023) que pour les élèves (en décembre 2023).

Et nous sommes heureux de vous présenter les temps forts de ces deux ateliers à travers cet article.

ATELIER POUR LES ENSEIGNANTS

Cet atelier s'est déroulé les 22 et 23 novembre 2023 à Tsévié, une localité située à près de 45 km au nord de la capitale Lomé, dans le cadre d'un programme de formation des enseignants du primaire et du secondaire en astronomie. Le cadran solaire équatorial était au centre de cette formation. Il était donc question de leur parler :

- des positions du lever et du coucher du Soleil, différentes de ce qui était toujours enseigné au Togo à savoir : « Le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest », comme si cette position du lever et du coucher du Soleil était figée,
- du mouvement apparent du Soleil,
- de la notion d'ombre selon la hauteur du Soleil,
- de la notion de temps…

Ces points étaient essentiels à connaitre par les enseignants afin qu'ils puissent comprendre :

- l'utilité du cadran solaire à double face que nous leur proposions (photos 3 et 4 page suivante),
- pourquoi ce type de cadran solaire n'est pas fonctionnel aux deux équinoxes, les deux jours de l'année où le Soleil se lève exactement à l'est et se couche exactement à l'ouest,
- aussi et surtout, savoir désormais enseigner à leurs élèves la notion d'orientation, de latitude, de mesure du temps à partir du Soleil.

À la fin de l'atelier, chaque enseignant a pu fabriquer et utiliser son propre cadran solaire équatorial (photo 1 page suivante).

[1] Des cadrans solaires au Togo – Doh Koffi Addor
https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n1-DK_Addor.pdf

Atelier pour les élèves du secondaire

L'atelier pour les élèves s'est déroulé à Lomé le 2 décembre 2023 avec la participation d'une cinquantaine d'élèves du secondaire deuxième cycle (lycée). Il s'inscrivait dans le cadre d'une formation en astronomie pour les élèves « Détectives des étoiles et planètes dans les écoles ». Le cadran solaire, au centre de cette formation, permettait d'amener les élèves à se familiariser avec la notion d'ombre, d'orientation (en utilisant une boussole), du lever et du coucher du Soleil selon les latitudes, du méridien local, et in fine de mieux comprendre le mouvement apparent du Soleil selon la rotation de la Terre, de pouvoir avoir une idée de la position de l'axe de rotation de la Terre et de faire un lien entre l'heure solaire et l'heure « réelle » (d'une montre). À la fin de cet atelier de formation, les élèves ont pu fabriquer leur propre cadran solaire et ont appris comment s'en servir (photo 2 ci-contre)



Photo 1 : Cadrans solaires réalisés par les enseignants



Photo 2 : Cadrans solaires réalisés par les élèves

Pourquoi un cadran solaire équatorial ?

Bien qu'un cadran solaire équatorial soit un peu difficile à réaliser à la latitude du Togo (surtout à Lomé) à cause de la basse latitude (6 °N environ) proche de l'équateur, le cadran solaire équatorial permet facilement selon moi d'introduire latitude, méridien local, axe de rotation de la Terre (qui coïncide avec la tige du cadran), mouvement de rotation de la Terre, lever et coucher du Soleil selon les trois positions (NE-NO, E-O et SE-SO), utilisation d'une boussole pour déterminer les quatre points cardinaux…

Ces notions, abstraites a priori, peuvent donc être illustrées lors de l'enseignement utilisant le cadran solaire équatorial, permettant aux élèves et aux enseignants de mieux comprendre leur fonctionnement.



Photo 3 : Cadran solaire équatorial à double face : face fonctionnelle en hiver



Photo 4 : Cadran solaire équatorial à double face : face non fonctionnelle en hiver

Et la suite…

Dans les mois à venir, outre l'organisation d'autres ateliers sur les cadrans solaires, nous érigerons le tout premier cadran solaire du Togo. Il s'agira d'un cadran solaire équatorial d'au moins un mètre de diamètre. Nous vous présenterons ce cadran solaire dans l'un des numéros à venir de ce magazine.

Continuez donc à nous suivre !

Doh Koffi ADDOR medardkoffi48@gmail.com est président fondateur de l'ONG "Science Géologique pour un Développement Durable" (SG2D), membre du Conseil de International Geoscience Education Organisation (IGEO), président Fondateur de l'Association Togolaise d'Astronomie (ATA), IAU National Outreach Coordinator (NOC TOGO), IAU National Astronomy Education Coordinator (NAEC TOGO), président de l'équipe NASE (Network for Astronomy School Education) Togo, membre du comité éditorial du magazine *Cadrans Solaires pour tous*.



CADRANS SOLAIRES, ÉNIGMES ET JEUX VIDÉO

Alix Loiseleur des Longchamps

Vous pensiez l'intérêt porté aux cadrans solaires réservé à quelques passionnés/passionnées et amateurs/amatrices ? Détrompez-vous ! Cet objet magnifique est vu et utilisé par des centaines de millions de personnes, grâce... aux jeux vidéo.

Entrer dans un jeu vidéo, c'est s'immerger dans la simulation d'un monde vivant, en perpétuelle création, et le plus souvent inspiré de la réalité. Et dans le décor d'un certain nombre d'entre eux, figurent des cadrans solaires, présents pour leur valeur architecturale, esthétique ou artistique, mais pas seulement... Éléments actifs du jeu, en plus de mesurer les heures, ils aident également le joueur à résoudre les énigmes qui le feront progresser pas à pas dans son univers virtuel.

De l'Antiquité jusqu'à des mondes futuristes, fictifs, fantastiques voire post-apocalyptiques, en passant par les Vikings ou le XIX^{e} siècle, les jeux se déroulent dans des paysages qui évoquent indifféremment certaines régions de France, d'Angleterre ou des États-Unis. Ce qui implique, pour les cadrans solaires qu'on y croise, des esthétiques de représentations variées, de la plus minimaliste à la plus monumentale.

Dans certains jeux - ou parties de jeu - cet objet reste purement décoratif :

- **Assassin's Creed Unity** se situe pendant la Révolution française, à Paris. Parmi les éléments architecturaux mis en scène, figurent des cadrans solaires installés sur les façades des bâtiments. Bien que non interactifs, ceux-ci ajoutent une touche de réalité à l'environnement du jeu, renforçant par là même l'immersion du joueur dans une époque révolue.
- Dans la 7e arène de **Pokemon X et Y**, le joueur se retrouve à parler au professeur Platane devant le cadran solaire de Flusselles, une ville de la région de Kalos. Cette ville représente Strasbourg, et ce cadran fait référence à sa cathédrale Notre-Dame, par sa taille monumentale, mais aussi par son horloge astronomique. En effet, le cadran solaire réinterprète la forme du chef-d'œuvre de la Renaissance et scintille dans la lumière du couchant. Une référence assumée et explicite au mystère du rayon vert issu du même monument alsacien.
- **Red Dead Redemption** propose une représentation fictive d'un mythique Far West et de son époque. Les cadrans solaires, présents sur divers bâtiments et objets, visent à renforcer l'authenticité historique du jeu.
- Dans **Genshin Impact**, le personnage tombe sur un ancien cadran, dont l'existence est mentionnée dans un livre, mais hélas inutilisable. Son commentaire est intéressant en ce qu'il évoque sa signification : « Ce cadran semble avoir vieilli, mais ses gravures encore très claires font qu'il peut toujours être utilisé aujourd'hui. Le soleil est rarement visible dans le Gouffre, il est donc facile de perdre la notion du temps. Mais un jour viendra où ce cadran solaire pourra à nouveau mesurer le passage des années ». « Il paraît que le cadran solaire des âges serait gravé dans la mémoire des gens, si bien qu'il ne perdrait pas son éclat, même dans les moments de solitude éphémère... Peut-être qu'il n'a jamais été perdu, en fin de compte ? »

  Passer d'un instrument de mesure du temps à un objet interactif... Il n'y a qu'un pas à faire dans ces univers virtuels. Remonter le temps, l'accélérer, reproduire le cycle jour/nuit : autant de défis à relever pour les joueurs, pour qui ce cadran devient un indice à part entière pour la résolution des énigmes qui feront progresser dans le jeu.

Ce que confirment des gamers interrogés. Dans les jeux évoqués plus haut, les cadrans ne sont pas « utiles », en revanche « ils apportent quelque chose à l'histoire » dans les jeux suivants. Dans les jeux d'action-aventure, les cadrans sont déjà insérés et doivent être trouvés dans l'environnement. Le jeu **Minecraft** fait exception, car le joueur dispose des blocs pour faire avancer son aventure, et c'est lui qui crée son propre cadran solaire.

Tout comme les jeux de survie dans lesquels l'utilisateur peut créer, inventer ou détruire, pour lutter à travers les saisons en construisant une base. Dans **Subsistence Et Valheim**, type de jeu dit « bac à sable », les joueurs doivent construire, avec les matériaux trouvés sur place, de quoi mesurer précisément le temps, en tenant compte de la durée du jour et de la venue de la nuit.

Mais la majorité des jeux ont déjà intégré un ou des cadrans que le joueur doit retrouver et manipuler pour avancer dans son action. De petites tailles ou monumentaux, uniques ou multiples, en plus ou moins bon état, ils sont faits de bois, de pierre ou de métal.

Dans **The Legend of Zelda**, où le passage du temps est indispensable pour résoudre des énigmes, les concepteurs ont même proposé une version améliorée, remplaçant le cadran solaire par un affichage numérique, « plus précis ». Certains cadrans gardent dans le jeu leur rôle dynamique montrant l'ombre en mouvement influant sur la résolution d'énigmes. C'est le cas dans **Assassin's Creed Origin's**, l'alignement permettant d'ouvrir un tombeau sous la pyramide, ou **Sable**, jeu particulièrement esthétique à la Moebius (Jean Giraud), dans lequel le joueur doit attendre le lever du Soleil pour ouvrir des portes.

D'autres conservent la notion de passage du temps comme **Destiny 2**, dans lequel le joueur traverse les époques grâce à des manipulations de l'espace-temps. Il doit pour cela récupérer les composants d'un cadran solaire. Dans **The Elder Scrolls V**, un univers de *fantasy*, on suit Serena qui inspecte un cadran solaire pour tenter d'y retrouver les symboles manquants en fouillant la zone proche. Pour d'autres, il faut aux joueurs retrouver un cadran et aligner certains éléments pour qu'ils puissent poursuivre leur quête. La notion de temps n'apparaît plus. Restent une ombre ou un style à aligner sur un symbole pour déclencher une action. **Diamond in the Rough** fait ainsi apparaître un cadran devant le joueur qui doit alors positionner l'aiguille sur un symbole représentant un homme.

Avec Lara Croft, la célèbre héroïne aventurière britannique de **Tomb Raider**, on doit briser une vitrine pour prendre un cadran solaire, se rendre près d'une sculpture en forme de globe et y placer le gnomon. Le globe est ensuite tourné de manière à placer l'aiguille sur certains chiffres et, par cet alignement, faire s'ouvrir une grille.

Dans la série « puzzles », se trouve le défi du jeu **L'Héritage de Poudlard**, ou comment résoudre le puzzle d'un cadran solaire pour rentrer dans les ruines de Poudlard. Et dans un univers bien plus impitoyable, la mission à effectuer dans **Biomutant** : il s'agit là de la quête de quatre cadrans solaires, dispersés dans la nature, et formant un puzzle comme un casse- tête ; une quête possible qu'au lever du Soleil... La série d'épreuves de **The Room Three** amène le joueur à récupérer un petit cadran solaire qu'il va aller placer au centre d'un plus grand placé au sol et qui, une fois retourné, ouvre une trappe.

Parmi ces 18 jeux vidéo évoqués, deux se démarquent : **Skipper & Skeeto**, jeu danois d'aventure et de vulgarisation scientifique, qui propose un cadran solaire parlant ! Et avec **Horizon Zero Dawn**, les joueurs se retrouvent dans un univers futuriste post-apocalyptique, un monde sauvage dominé par les machines. Les cadrans solaires aident alors le joueur dans sa quête en proposant des repères.

On le voit, tous ces univers, dont le choix est loin d'être exhaustif, n'incluent pas stricto sensu des cadrans solaires traditionnels, destinés à mesurer le temps et marquer les heures. Ils sont présents bien davantage pour leur portée symbolique, supports d'indices et de signes qui aideront le joueur dans la résolution des énigmes qui jalonnent sa quête. Ils apparaissent en cela davantage comme des dispositifs dynamiques, destinés à relancer le jeu pour progresser dans l'aventure.

Merci à Pauline, Gaylord, Grégory et Hugo qui ont bien voulu apporter leur expérience de gamer à la documentation de cet article.

Après des études de lettres modernes et un diplôme de l'INTD-CNAM, Alix Loiseleur des Longchamps est « assez occupée par le merveilleux métier de libraire depuis plus de 30 ans ». Elle est amatrice d'expositions, de broderies, de cuisine, parfois de photos, et de "curiosités" tels que les cadrans solaires, des objets qui la captivent.


Biomutant


Diamond in the rough


The Elder Scrolls V : Skyrim


Assassin's Creed


L'Héritage de Poudlard


Red Dead Redemption II


Valheim

Le Clea, une association qui vit au rythme du Soleil

Frédéric Pitout

Les enseignants jouent un rôle important dans la transmission des connaissances en matière d'astronomie. C'est à partir de cette conviction que le Clea a été créé et qu'il développe ses actions, concernant en particulier les cadrans solaires.

Objectifs et actions du Clea

Le Comité de liaison enseignants et astronomes (Clea) est une association de type loi 1901 qui a pour double objectif de promouvoir l'enseignement de l'astronomie (et plus généralement l'utilisation de l'astronomie dans l'éducation) et d'aider les enseignants en leur apportant aide et ressources pédagogiques. Les motivations premières sont : susciter la curiosité des élèves ; inculquer la méthode scientifique au travers de l'astronomie ; plus largement diffuser une culture scientifique autant interdisciplinaire que possible – au travers de l'astronomie, ce sont l'histoire, la géographie, la philosophie, etc. qui peuvent être abordées. Et puis, la société évoluant et les préoccupations aussi, d'autres objectifs sont apparus comme éduquer aux médias et à l'esprit critique, illustrer les retombées technologiques et sociétales d'une science dite fondamentale comme l'astronomie, utiliser l'astronomie comme prise de conscience environnementale ou encore comme vecteur de diversité, d'équité et d'inclusion.

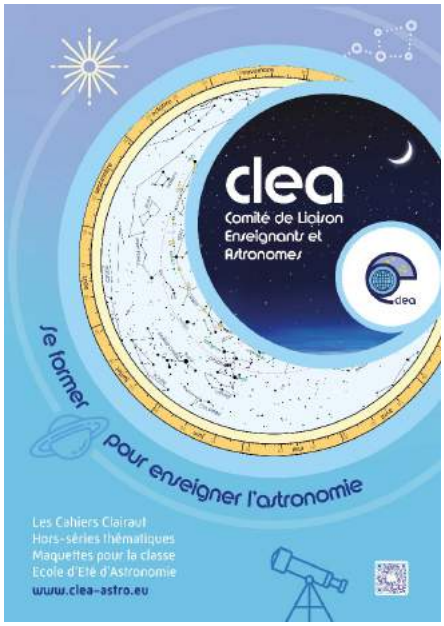


Image 1. Affiche de présentation du Clea

Pour atteindre ses objectifs, le Clea mène ses actions sur quatre fronts. Historiquement, le premier a été l'organisation des formations pour les enseignants. Dès 1977, des universités ou écoles d'été d'astronomie sont organisées avec, selon les années, de quelques dizaines à plus de cent participants. Des stages plus courts sont aussi inscrits aux programmes académiques de formations. Le deuxième est la production des ressources pédagogiques pour les enseignants. Ces ressources, coconstruites par des enseignants et des astronomes, prennent la forme d'une revue trimestrielle, *Les Cahiers Clairaut*, qui à partir de 1978 paraît aux équinoxes et aux solstices (en cela, le Soleil rythme une bonne partie des activités du Clea). Tous les deux ou trois ans, le Clea publie des ouvrages thématiques, sous la forme de hors-séries des Cahiers Clairaut. Le troisième vise à créer du lien entre les enseignants : l'animation d'un réseau de correspondants académiques ou régionaux répartis dans les différents territoires Les correspondants représentent aussi l'association auprès des rectorats et établissements scolaires. Enfin, quatrième front, la technologie et l'ère du numérique aidant, un site Web (http://clea-astro.eu) vient faciliter la mise à disposition de ressources et dynamise la vie de l'association. Ce site héberge notamment *L'Univers à portée de main* ou Lunap, (voir http://clea-astro.eu/lunap/), une encyclopédie astronomique numérique mise en place à l'occasion de l'Année internationale de l'astronomie en 2009. Une liste de diffusion et, plus récemment, les réseaux sociaux viennent compléter l'« offre » numérique.

Et les cadrans solaires ?

En classe, une idée préconçue à laquelle nous sommes souvent confrontés de la part des enseignants voudrait que l'astronomie se pratique uniquement de nuit avec du matériel coûteux et compliqué à manipuler. Je suis certain que les lecteurs de *Cadrans solaires pour tous* sont, tout comme nous, convaincus du contraire. En fait, un simple bâton planté dans le sol constitue un très simple et pourtant puissant instrument de travail – encore faut-il que la météo y mette du sien !

Du reste, la gnomonique et l'observation solaire représentent une bonne partie des activités et ressources proposées par le Clea. Le numéro

134 des Cahiers Clairaut était consacré aux cadrans solaires (on peut le trouver en accès libre sur l'archive http://clea-astro.eu/archives/ comme tous les Cahiers Clairaut de plus de 3 ans) et le hors-série 14 paru en 2018 traite du Soleil en faisant la part belle aux cadrans.

Depuis de nombreuses années, l'école d'été d'astronomie du Clea est organisée au centre d'oxygénation du col Bayard, sur les hauteurs de Gap (Hautes-Alpes). En 2014, à l'occasion d'un atelier, une petite équipe y avait construit un cadran analemmatique avec, lieu obligeant, des balles de golf pour repérer les heures et deux planches en forme de skis qui indiquent la position où se tenir selon l'époque de l'année (image 2).



Image 2. Cadran analemmatique construit par le Clea au centre d'oxygénation du Col Bayard, près de Gap. Sur le panneau surplombant les rochers est inscrit « Astronome, Golfeur, Skieur, par ton ombre indique mon heure

En 2023, le Clea, en partenariat avec l'Association sciences en Seine et patrimoine (ASSP) et la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France, a réalisé une sphère armillaire en bois à monter soi-même (voir http://clea-astro.eu/lunap/maquettes et image 3). Voilà un instrument, presque un objet d'art, qui propose un nombre impressionnant d'applications et qui est redoutable d'efficacité pour faire comprendre le mouvement apparent du Soleil, les effets des saisons, etc. Et une sphère armillaire fait aussi un très beau cadran solaire !

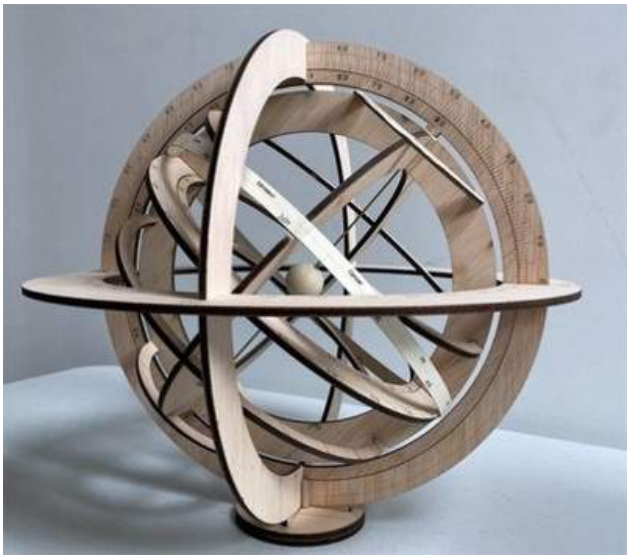


Image 3. Sphère armillaire en bois montée

Beaucoup plus simplement, si vous avez de vieux CD, vous pouvez utiliser leurs boîtiers et les recycler en cadran solaire (image 4) ; en double cadran solaire même : équatorial et horizontal ! Toutes les informations et plans sont disponibles sur le site Web du Clea, dans la section consacrée aux cadrans solaires de Lunap (http://clea-astro.eu/lunap/cadrans-solaires/), les parties à imprimer sont disponibles pour quatre villes (latitudes différentes) de France métropolitaine.

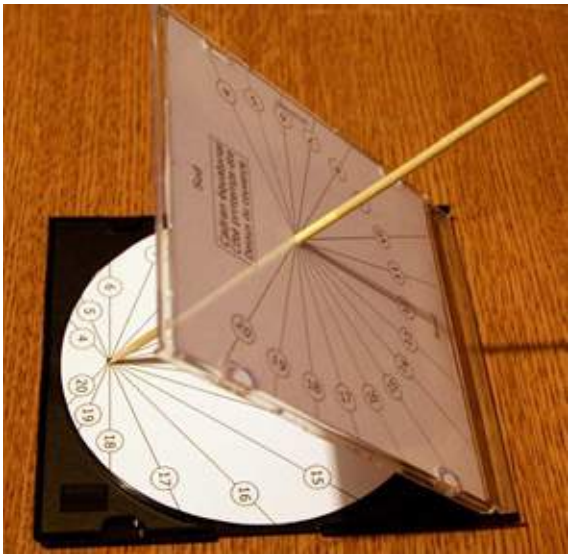


Image 4. Cadran solaire équatorial et horizontal dans un boîtier de CD

Alors que le Clea s'approche lentement mais sûrement de son demi-siècle d'existence, le Soleil et les cadrans jouent un rôle essentiel dans son approche pédagogique et ses activités. Et ce n'est pas près de s'arrêter.

Chaleureux remerciements à Francis Berthomieu, Pierre Causeret et Véronique Hauguel pour les photos, suggestions et relectures.

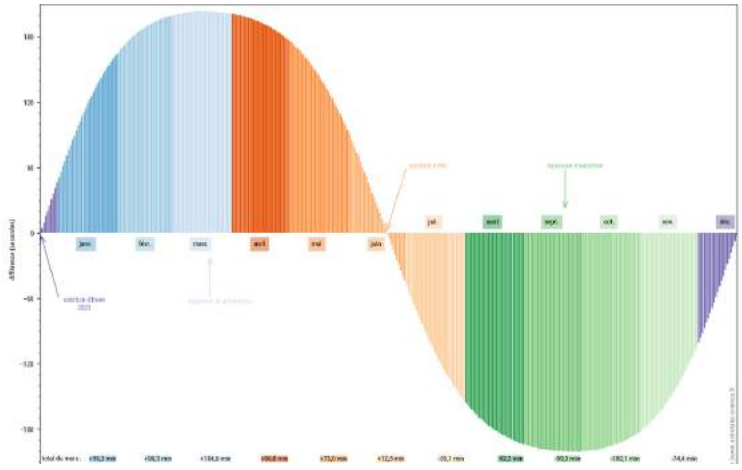
Frédéric Pitout presidence@clea-astro.eu est astronome adjoint à l'Observatoire Midi-Pyrénées (Université de Toulouse III – Paul Sabatier) et président du Comité de liaison enseignants et astronomes (Clea)

UNE DEVINETTE

QUI S'EST TROMPÉ ?

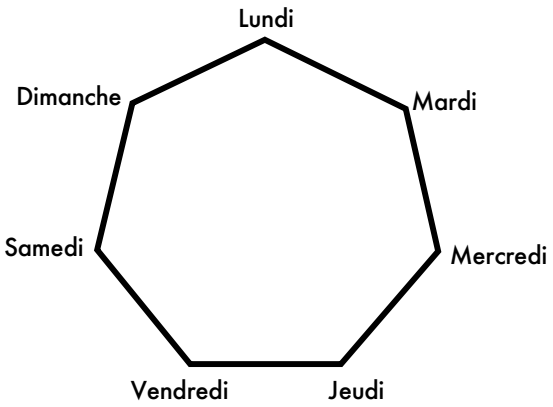
David Alberto, membre du comité éditorial de ce magazine, a publié récemment sur son site https://www.astrolabe-science.fr/ l'intéressant schéma ci-dessous. Il permet de visualiser, jour par jour à partir du solstice d'hiver la variation de la durée du jour par rapport à celle du jour précédent (et cela pour l'année 2024 et une latitude de 47°N correspondant au centre de la France métropolitaine). Sur ce schéma où les mois sont représentés par des couleurs différentes, on peut constater que dans les premières semaines suivant le solstice d'hiver, la variation est d'environ +5 secondes par jour et qu'elle atteint environ +3 minutes par jour autour de l'équinoxe de printemps (à partir du solstice d'été, au centre de l'axe des abscisses, la variation est similaire mais négative). Ce point est bien en accord avec le dicton « À Noël les jours rallongent d'un pas de coq, à l'an neuf d'un pas de bœuf » mais pas avec le dicton « À la Sainte-Luce, les jours croissent du saut d'une puce » car la Sainte-Luce survient le 13 décembre et le schéma montre (à son extrémité droite) que les jours raccourcissent !

Qui s'est trompé? David Alberto ou l'auteur du dicton relatif à la Sainte-Luce?



UNE ÉNIGME

DES JOURS DE LA SEMAINE À L'ORDRE DES PLANÈTES…



Francis Reymann (reymann.francis@wanadoo.fr) nous suggère l'énigme suivante, que vous avez peut-être déjà rencontrée dans vos lectures…

Sur chacun des 7 sommets du polygone à 7 côtés (heptagone) ci-contre, ont été indiqués, dans le sens des aiguilles d'une montre, les jours de la semaine.

Comment retrouver, à l'aide de cette représentation, l'ordre des planètes (éloignements croissants à partir du Soleil) ?

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

ÉCLAIRER UNE PLACE DE VILLAGE…

Le village de Viganella au nord de l'Italie, niché au fond d'une vallée étroite près de la frontière suisse, n'était pas éclairé par le Soleil au cœur de l'hiver, plus précisément pendant 83 jours de l'année…

Mais en 2006, le village renaît : un large miroir est installé sur un mont proche du village et, commandé par ordinateur, il dirige à chaque moment de la journée, en hiver, la lumière solaire vers la place du village ! Ce projet a séduit d'autres villages encaissés : il a notamment été reproduit quelques années plus tard à Rjukan en Norvège.

Vous maîtrisez la gnomonique, et avez donc une parfaite connaissance de la position du Soleil dans le ciel, à chaque instant de chaque journée. Supposons qu'une municipalité fasse appel à vous pour écrire les équations qui serviront à l'automatisation du miroir c'est-à-dire à concevoir « un cadran solaire à réflexion indiquant la même heure toute l'année »…

Sauriez-vous les écrire ?



La place du village de Rjukan éclairée par les rayons de soleil réfléchis par un miroir

UN TEST RAPIDE

VOTRE MISSION, SI VOUS L'ACCEPTEZ…

Connaissez-vous Null Island, cette île imaginaire constituée d'un carré d'un mètre de côté, et qui a pour caractéristique que son centre ait des coordonnées géographiques nulles ?

À cet emplacement, à l'intersection donc de l'équateur terrestre et du méridien de Greenwich, dans le golfe de Guinée, flotte fièrement une bouée surmontée d'une petite station météorologique (photo ci-contre).

Supposons que la « république de Null Island » (si, si, elle a été créée !) vous confie la mission d'y installer un cadran solaire, mission que vous acceptez car un voyage vers ce lieu si particulier vous tente…

Quel type de cadran allez-vous donc concevoir ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Personne ne s'est trompé car le dicton « À la Sainte-Luce, les jours croissent du saut d'une puce » date d'avant 1582, lorsque, dans le calendrier julien, le 13 décembre coïncidait avec la date du solstice d'hiver.

En 1582, le calendrier grégorien (établi à la demande du pape Grégoire XIII) entre en vigueur dans les États catholiques, et ramène le solstice d'hiver au 21/22 décembre…

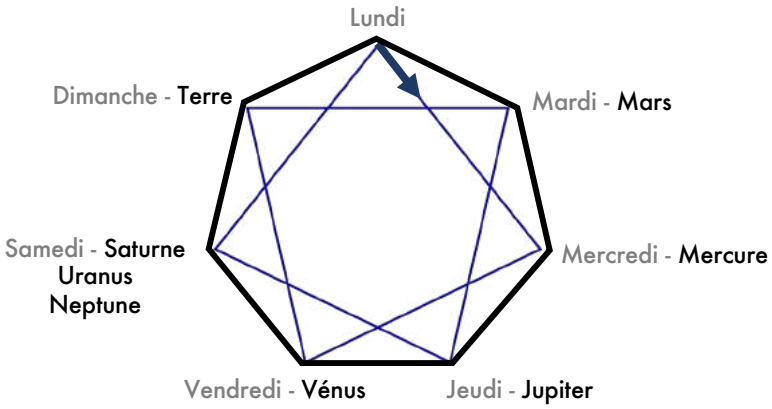


C'est sur la base des travaux du mathématicien et astronome allemand Christophorus Clavius que le calendrier grégorien est établi en 1582
(notez les magnifiques instruments qui entourent le savant sur cette représentation)

UNE ÉNIGME

Il suffit d'ajouter au schéma un polygone régulier étoilé, plus connu dans les traditions religieuses et cabalistiques sous le nom d'heptagramme. Partant du sommet (lundi) on suit l'heptagramme dans le sens des aiguilles d'une montre (on saute donc un jour sur deux), jusqu'à samedi, la première lettre (ou les premières lettres) de chaque jour indiquant alors le nom de la planète : Mercredi – Mercure, Vendredi – Vénus, Dimanche – Terre (jour de repos à la fin de la création de la Terre selon le *Livre de la Genèse*), Mardi – Mars, Jeudi - Jupiter, Samedi - Saturne, les planètes suivantes étant dérivées des dernières lettres de Saturne : Uranus et Neptune.

Mais si vous préférez des moyens mnémotechniques plus traditionnels comme l'utilisation des premières lettres de chaque terme de la phrase « Mercredi, viendras-tu manger, Jean, sur une nappe ? », vous en avez pleinement le droit !



Solutions des Jeux et énigmes

Un problème gnomonique

Yvon Massé, membre du comité éditorial du magazine, vous propose la solution suivante.

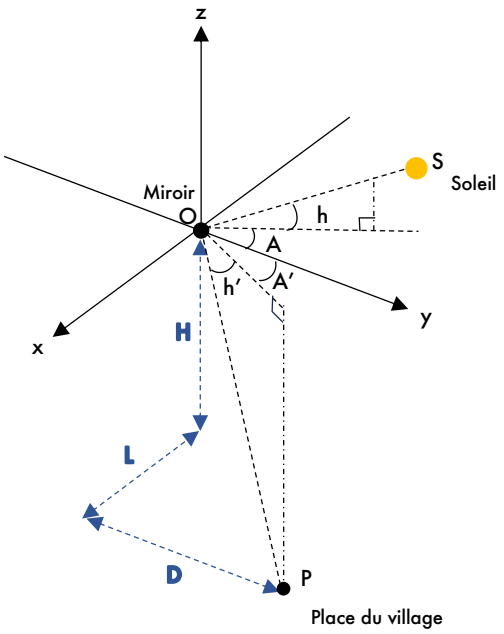
Direction du village en azimut (A') et hauteur (h')

En donnant à H, L et D des valeurs algébriques suivant le repère x, y et z (H est négatif, L et D sont positifs) on en déduit que :

$$A' = Atg\left(\frac{L}{D}\right) \text{ à } 180° \text{ près} \quad \text{et} \quad h' = Atg\left(\frac{H}{\sqrt{L^2 + D^2}}\right)$$

Direction de la normale N au miroir en azimut (A'') et hauteur (h'')

Soit N la bissectrice à la direction du Soleil et à celle du village ; son vecteur directeur est directement obtenue par addition des vecteurs unitaires « direction du Soleil » et « direction du village » (c'est bien entendu la normale au miroir puisque l'angle d'incidence des rayons lumineux est égal à leur angle de réflexion).



$$N\begin{pmatrix} x = \sin A \cdot \cos h + \sin A' \cdot \cos h' \\ y = \cos A \cdot \cos h + \cos A' \cos h' \\ z = \sin h + \sin h' \end{pmatrix}$$

A'' et h'' (servant à l'orientation du miroir) sont alors donnés par les équations :

$$A'' = Atg\left(\frac{x}{y}\right) = Atg\left(\frac{\sin A \cdot \cos h + \sin A' \cdot \cos h'}{\cos A \cdot \cos h + \cos A' \cdot \cos h'}\right) \text{ à } 180° \text{ près}$$

$$h'' = Atg\left(\frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2}}\right) \quad \text{d'où} \quad h'' = Atg\left(\frac{\sin h + \sin h'}{\sqrt{\cos^2 h + 2 \cdot \cos(A - A') \cdot \cos h \cdot \cos h' + \cos^2 h'}}\right)$$

Un test rapide

La réponse est que l'on peut, en tout lieu, tracer a priori n'importe quel type de cadran mais qu'ils ne ressembleront cependant pas nécessairement, selon le lieu considéré, aux cadrans (du type choisi) que vous avez coutume d'observer. Ainsi à l'équateur, où se situe Null Island, vous pouvez par exemple envisager de tracer :

- Un cadran horizontal (caractérisé par une table horizontale et un style orienté selon l'axe des pôles) qui apparaîtra donc comme… un cadran polaire (aux lignes horaires parallèles) !
- Un cadran vertical (une table verticale et un style orienté selon l'axe des pôles) qui apparaîtra donc comme… un cadran équatorial à double face (aux lignes horaires régulièrement espacées de 15°) !

Oui mais… ces deux types de cadrans nécessitent d'avoir une orientation constante, avec le style dans la direction nord-sud. Or la bouée n'a pas une orientation constante : elle peut tourner sur elle-même ! Je vais donc, vous dites-vous, penser à un cadran de hauteur, qui ne nécessite pas de connaître la direction nord-sud. Oui, mais outre que la bouée tourne sur elle-même, elle tangue ! À ce stade, vous répondez aux responsables de Null Island que leur beau projet d'installer un cadran solaire sur leur île peut conduire à des cadrans de type varié, mais qu'il ne verra le jour que si la bouée est munie d'un système de stabilisation afin qu'elle conserve (au moins sur une partie) une verticalité, voire également une orientation fixes !

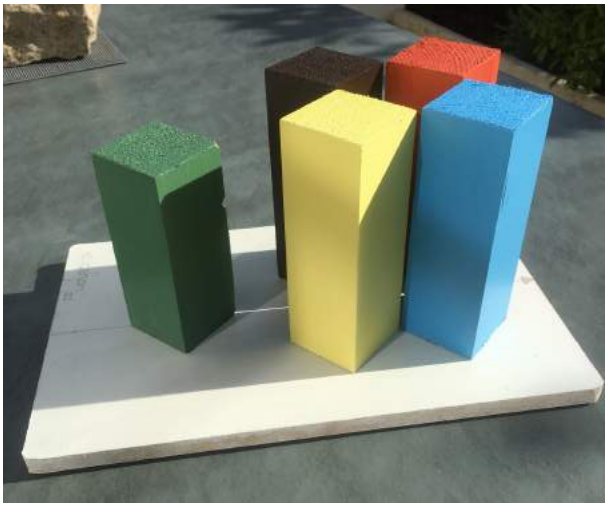
Pourquoi pas, suggère Yves Opizzo, membre du comité éditorial du magazine, un gyroscope à trois axes (l'énergie nécessaire étant fournie par la houle), ou un système suspendu à un fil solide et fin, supportant une plaque horizontale de poids élevé, permettant de garder en (presque) toute occasion une bonne horizontalité ?

MANHATTAN

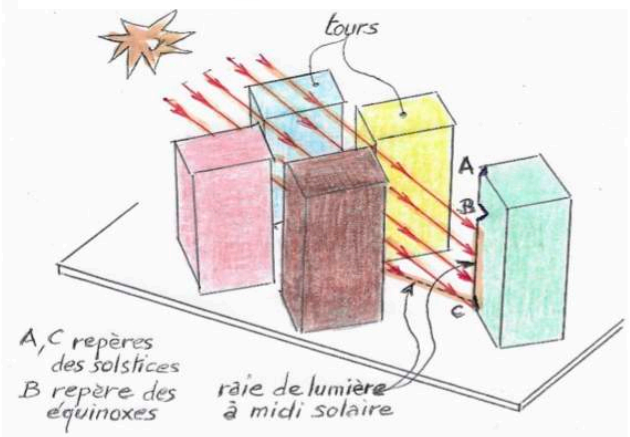
Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr, membre du comité éditorial de ce magazine.

Pour ce numéro a été choisie « Manhattan », une méridienne (cadran solaire qui indique le midi solaire) inspirée par les gratte-ciel de New York. Elle est très rapide et très facile à construire (notamment à partir de ces parallélépipèdes de bois avec lesquels jouent les enfants). Les 4 parallélépipèdes les plus hauts sont suffisants pour créer sur le sol une raie lumineuse qui indiquera midi solaire, mais Claude Gahon a ajouté une « tour verte » dont une arête recevra cette raie lumineuse et servira également à repérer sur son arête les solstices et les équinoxes, grâce à l'ombre des arêtes supérieures des tours jaune et noire.

Il reste à correctement orienter cet ensemble pour que la raie lumineuse apparaisse à midi solaire et soit donc dans la direction nord-sud. Pour déterminer cette direction vous pourrez avoir recours à une boussole (tenez-vous éloignés de masses métalliques et corrigez la lecture par la valeur de la déclinaison magnétique !) ou, plus simplement (et avec plus de précision !), utiliser l'application en ligne mentionnée en p. 7 : https://heuresolaire.com/



A midi solaire, les rayons solaires "traversent" toutes les tours et se pojettent en une seule raie lumineuse sur le "sol" et la tour "verte". L'extrémité du rayon lumineux atteint les repères aux solstices et équinoxes.





c.cahon

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis
https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis
https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Comité éditorial : Doh Koffi Addor, David Alberto, Jean-Luc Astre, Pierre-Louis Cambefort, Claude Gahon, Jasmin Gauthier, Alix Loiseleur des Longchamps, Yvon Massé, Yves Opizzo, Elisabeth Regamey, Michèle Tillard et Roger Torrenti.

Dépôt légal : mars 2024 - ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info



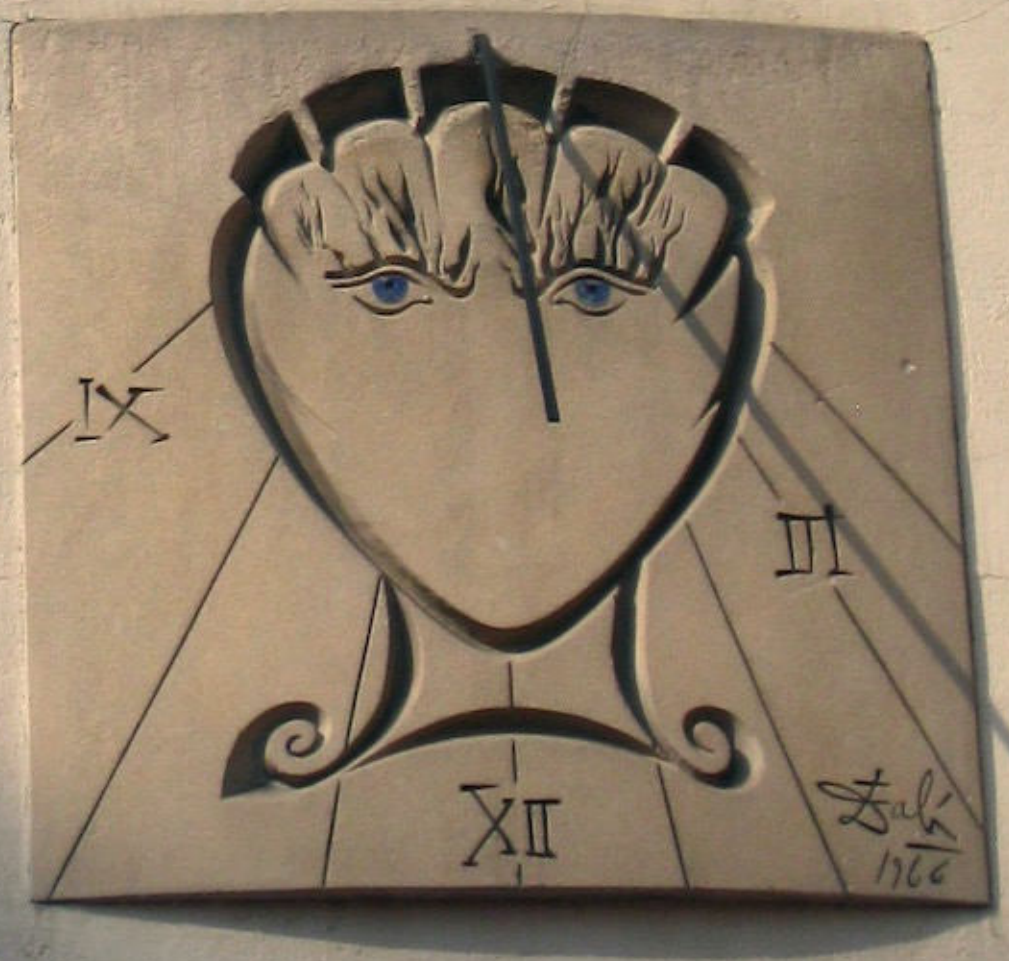
Photo page suivante : si vous avez la chance de visiter ou de revisiter Pompéi, prenez soin de vous arrêter devant le temple d'Apollon, dès avoir franchi la porte d'entrée principale du site : vous pourrez apercevoir notamment, trônant au sommet d'une colonne, un beau cadran solaire de type scaphé, indiquant toujours fièrement l'heure romaine (à une époque où la durée de chaque jour était divisée en 12 parties égales).



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 12 - Été 2024 - 11€



CONTENTS

4 **Credits**

5 **Editorial**

6 **News**

8 **The « gamma-solar » sundial - Michel Steiner**

Behind this title hides a new type of sundial shaking up many common concepts. It aims to tell the time of the watch directly from the sun. Everyone knows that this is not possible, although, when you think about it...

10 **Gnomons in space - Gérard Élie**

Does gnomonics seem like a science of the past to you? Then, consider that gnomons, these simplistic astronomical instruments, were embarked during the Apollo and Insight missions on the Moon and Mars…

12 **A first response to our 2024 sundial contest… - Editorial Committee**

You still have time to participate in our 2024 sundial contest. While waiting for your answers (short stories, poems, mottos), we asked an "artificial intelligence" to participate and here is what we got…

14 **A "World Sundial Day"? - Esteban Martinez Almirón**

What if on the occasion of the spring equinox we celebrated the "World Sundial Day" every year? This is the simple and brilliant idea that Esteban Martínez Almirón recently had and which led him to launch a global initiative that he presents to us.

16 **Mass dials - Pierre-Louis Cambefort**

Have you ever been intrigued by these Mass (or Scratch)" dials, typically found (often damaged by time) on the facades of churches, looking like traditional sundials? Pierre-Louis Cambefort studies them a little more closely here…

18 **The Phenomena of Aratos, an astonishing… publishing phenomenon (2/2) - Michèle Tillard**

In issue 11 of the magazine, Michèle Tillard introduced this publishing phenomenon from the end of the 3rd century BC, in which a poet uses astronomy to decipher the signs of Zeus. In this issue she invites us to discover what the translators of the work have said about it...

20 **Theodolite and gnomonics - Yves Opizzo**

We have all seen topographers or surveyors using a theodolite, this very recognizable instrument, mounted on a tripod. Yves Opizzo explains here its use for gnomonic purposes (apart from tropical zones, where a "mining theodolite" will be necessary).

22 **Astronomical indications in Zola's novels - David Alberto**

What if you read or reread, with a gnomonist's perspective, the novels constituting the Les Rougon-Macquart *series written by Émile Zola between 1870 and 1893, a magnificent natural and social history of a family under the Second Empire? David Alberto engages in the exercise…*

24 **Czech sundials - Miloš Nosek**

After having taken you to discover or better know the sundials of China, Japan, Austria, Hungary, Spain, Italy, Portugal, Quebec, Switzerland... it is time to travel to the Czech Republic (Czechia)…

26 **Is it time to drink? - David Alberto and Roger Torrenti**

In this article David Alberto and Roger Torrenti take us from the shepherd's dial to the famous Parisian cabaret Le Moulin-Rouge*, and finally to the "glass sundial" which lets you know if it is time to drink (not too much of course!).*

28 **The giant meridian line in the Près-la-Rose Park - Francis Reymann**

For the magazine, the author visited the giant meridian line of the Près-la-rose park in Montbéliard (France) and verified in particular that its precision remains of the order of 10 seconds, more than 30 years after its installation...

30 **The retrogradation of the shadow - Yvon Massé**

In his article published in issue 11 of the magazine, "A mysterious dial", Yvon Massé proposed to build a sundial whose shadow retrogrades (goes back and forth during the day). Here he addresses this phenomenon in a different context.

32 **The Republican calendar (finally!) available in French - Fabio Savian**

In recent years, Fabio Savian has designed and distributed a Republican calendar, including valuable information for gnomonists, in Italian, then in English with the support of Frank King of the BSS. We enthusiastically accepted Fabio Savian's proposal to collaborate on a French version.

34 **Games and puzzles**

36 **Solutions to games and puzzles**

38 **Soleil en cage - Claude Gahon**



SOMMAIRE

4 Crédits photos et illustrations
5 Éditorial
6 Actualités
8 Le cadran gamma-solaire - Michel Steiner
10 Des gnomons dans l'espace… - Gérard Élie
12 Une première réponse à notre Concours 2024… - Comité éditorial
14 Une « Journée mondiale des cadrans solaires » ? - Esteban Martínez Almirón
16 Les cadrans canoniaux - Pierre-Louis Cambefort
18 Les Phénomènes d'Aratos, un étonnant phénomène… d'édition (2/2) - Michèle Tillard
20 Théodolite et gnomonique - Yves Opizzo
22 Indications astronomiques chez Zola - David Alberto
24 Les cadrans solaires de Tchéquie - Miloš Nosek
26 Quand est-il l'heure de boire ? - David Alberto et Roger Torrenti
28 La méridienne géante du parc du Près-la-Rose - Francis Reymann
30 La rétrogradation de l'ombre - Yvon Massé
32 Le calendrier républicain (enfin) disponible en français - Fabio Savian
34 Jeux et énigmes
36 Solutions des jeux et énigmes
38 Soleil en cage - Claude Gahon

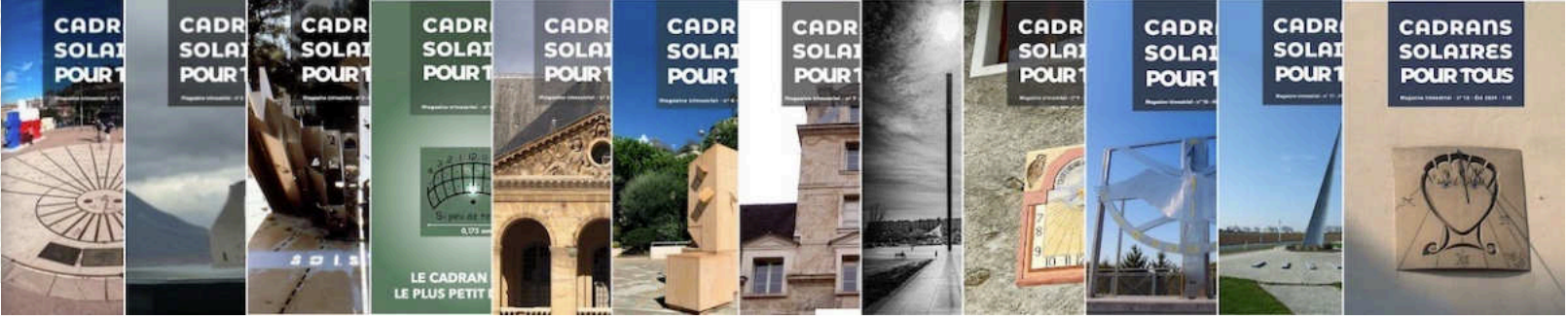
Photo de couverture : cadran solaire réalisé par Salvador Dali au 27 rue Saint-Jacques à Paris « en l'honneur d'amis qui tenaient boutique » à cette adresse. Dali, en haut d'une nacelle, a signé son œuvre, accompagné par la fanfare des Beaux-Arts, lors de son inauguration, le 15 novembre 1966.

Ci-dessus : le « belvédère solaire de Tristaina » inauguré en 2021 dans la station de ski d'Ordino-Arcalís (Andorre). Il se compose d'un anneau métallique, de 25 m de diamètre et de 1,25 m de large, servant de belvédère et surplombant les lacs de Tristaina et la vallée d'Ordino. Un style vient traverser ce cadran horizontal monumental, et l'heure se lit autour du belvédère.

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Document Wikimedia Commons (Auteur : Paris 17 - Fichier : Le Cadran de Dalí, Rue Saint-Jacques, 2010-07-24.jpg - Licence CC BY-SA 2.0)
- Page 3 : Photo extraite du site https://visitandorra.com/fr/
- Page 4 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) - Photo https://fr.freepik.com/ - Photo David Alberto - Image extraite du site mentionné
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Photo mise à disposition par l'auteur
- Pages 8 et 9 : Illustrations et photos Michel Steiner
- Pages 10 et 11 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Antoine Béranger - Gnomon d'Anaximandre MN.jpg – Domaine public) - Photos NASA (domaine public)
- Pages 14 et 15 : Illustrations mises à disposition par l'auteur - Document Wikimedia Commons (Auteur : WAV12 - Jeune pousse de Platane à feuilles d'Erable.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Pages 16 et 17 : Document Wikimedia Commons (Auteur : GO69 - Fichier : Uzeste (33) Collégiale Notre-Dame Extérieur 05.JPG - Licence CC BY-SA 3.0) - Photos Pierre-Louis Cambefort - Illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 18 et 19 : Photo Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Didier Descouens - Fichier : (Toulouse) Portrait de Germanicus - Musée Saint-Raymond Ra 342 c.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : William Henry Goodyear - Fichier : S03 06 01 001 image 208.jpg - Domaine public)
- Pages 20 et 21 : Photos et illustration Yves Opizzo
- Pages 22 et 23 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Pixnoa - Emile Zola (dessin).jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 25 : Photos mises à disposition par l'auteur
- Pages 26 et 27 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Wolfgang Sauber - Fichier : GNM - Zylindersonnenuhr.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) – Schéma Roger Torrenti – Photo et schéma Claude Gahon – Photo David Alberto – Schémas Roger Torrenti – Photo extraite du site mentionné
- Pages 28 et 29 : Photos Francis Reymann
- Pages 30 et 31 : Illustrations Yvon Massé - Document Wikimedia Commons (Auteur : Cav~commonswiki – Fichier : Pedro Nunes ritratto.jpg – Domaine public)
- Pages 32 et 33 : Illustration Fabio Savian d'après un document Wikimedia Commons (Auteur : Debucourt, Philibert Louis — Bibliothèque nationale de France - Fichier : Calendrier-republicain-debucourt2.jpg – Domaine public)
- Page 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Hansjorn - Fichier : Auguste Rodin - Grubleren 2005-02.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : M62 - Fichier : Levi's 506 front.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 35 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Joanni Maurice Perronet - Fichier : MerAgitée.png - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Michael Coghlan - Fichier : Sundial, Singapore Botanic Gardens.jpg - Licence CC BY 2.0)
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Gzen92 - Fichier : Pleine Lune depuis Colmar.jpg - Licence CC BY-SA 4.0 International) – Document Wikimedia Commons (Auteur : Anonyme - Fichier : Montre à gousset ayant appartenu à Marcel Proust, OM3171.jpg – Licence CC0)
- Page 37 : Copie d'écran du site mentionné - Document Wikimedia Commons (Auteur : Seloloving - Fichier : Singapore on the globe (Southeast Asia centered) zoom.svg- Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 38 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Wolfgang Sauber - Fichier : GNM - Zylindersonnenuhr.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Photos et illustration Claude Gahon
- Page 40 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Charles Bloud - Fichier : Bloud Portable diptych sundial.jpg - CC0 1.0 Universal Public Domain Dedication)



ÉDITORIAL

À l'occasion de ce n°12 du magazine, le comité éditorial tient particulièrement à remercier tous les auteurs, extérieurs à leur groupe, qui contribuent, trimestre après trimestre, aux articles de ce magazine, que nous avons voulu, dès son lancement, ouvert aux passionnés et spécialistes, mais aussi aux amateurs de cadrans solaires et de gnomonique.

Au-delà des articles et des traditionnels jeux et énigmes, la rubrique actualités est riche d'informations ce trimestre. En particulier :

- Notre concours 2024 est toujours ouvert et dans l'attente de vos nouvelles, poèmes ou devises, nous avons récemment interrogé une IA pour évaluer ses réponses…
- Nous avons produit un poster à télécharger : c'est une frise chronologique s'appuyant sur la *Chronologie* présentée dans le n°11.
- L'ouvrage *Jeux et énigmes sur la gnomonique et les cadrans solaires* a été mis à jour et est toujours proposé en téléchargement libre. Il comprend les 48 jeux et énigmes (et leurs 48 solutions) parus dans les numéros 1 à 12.
- Nous avons accepté avec enthousiasme la proposition du gnomoniste italien Fabio Savian de collaborer à l'édition de la version française (enfin !) de son *Calendrier républicain*. Réservez votre exemplaire !

Nous nous réjouissons que notre magazine et nos initiatives contribuent à une large diffusion, dans les pays francophones et au-delà, et notamment en milieu scolaire, de l'histoire, de la théorie et de la réalisation de cadrans solaires,

Nous recevrons toujours avec plaisir vos projets d'articles ou vos remarques et suggestions.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

EDITORIAL

On the occasion of this 12th issue, the editorial committee of the magazine would particularly like to thank all the authors, outside their group, who contribute, quarter after quarter, to the articles in this magazine which, from its launch, we wanted to be open to enthusiasts and specialists, but also to amateurs in the field of sundials and gnomonics.

Beyond articles and our traditional "Games and puzzles", the news section is, in this issue, rich in information. Especially :

- Our 2024 Sundial contest is still open and while waiting for your novels, poems or mottos, we recently interviewed an AI to evaluate its responses…
- We have produced a poster to download : a timeline based on the *Chronology* presented in issue 11 of the magazine.
- Our book *Games and puzzles on gnomonics and sundials* has been updated and is still available for free download. It includes the 48 games and puzzles (and their 48 solutions) published in issues 1 to 12 of the magazine.
- We enthusiastically accepted the proposal of the Italian gnomonist Fabio Savian to collaborate on the edition of the French version (finally!) of his *Republican calendar*. Reserve your copy!

We are delighted that our magazine and our various initiatives contribute to the wide dissemination, in French-speaking countries and beyond, and particularly in schools, of the history, theory and construction of sundials,

We will always be happy to receive your draft articles or your comments and suggestions.

Roger Torrenti
Editorial manager

contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS



Concours 2024



Vous avez jusqu'au 1er novembre 2024 pour participer à notre *Concours international Cadrans solaires pour tous 2024*. Envoyez à l'adresse concours@cadrans-solaires.info une nouvelle (moins de 2 pages) ou un poème (d'une page maximum) ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée. Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine et présidé par Alix Loiseleur des Longchamps, Michèle Tillard et David Alberto, se réunira début novembre 2024 et sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés et mis en valeur dans le n°14 du magazine à paraître début décembre 2024. Le règlement détaillé du Concours 2024 peut être téléchargé, en français ou en anglais, à l'adresse https://bit.ly/4b8wxg3.

Forum d'échange et de partage



Le MOOC cadrans solaires https://www.cadrans-solaires.info/ a fermé son forum qui avait été lancé en 2018 pour accompagner les premiers apprenants et permettre de peaufiner ce cours en ligne à partir des remarques et suggestions que les apprenants exprimaient. Les 300 membres de ce forum et tous ceux intéressés par un forum d'échange et de partage ouvert à tous sur la gnomonique et les cadrans solaires sont aujourd'hui invités à rejoindre le forum d'Yvon Massé, « Aux cadrans solaires » https://gnomonique.fr/forum/.

Un « cadran cube » à monter soi-même



Et si vous confectionniez, ou invitiez un enfant à confectionner un cadran solaire polyédrique en papier, plus précisément un cube dont les 5 faces arborent un cadran ? Rien de plus facile : David Alberto vous propose sur son site un document à télécharger (voir https://www.astrolabe-science.fr/cadran-cube/) permettant d'imprimer, sur du papier épais (bristol par exemple), un cube dont les faces ont 9 cm de côté, chaque face comportant les tracés de lignes horaires pour différentes latitudes de la France métropolitaine (latitudes entières entre 42 et 55°N).

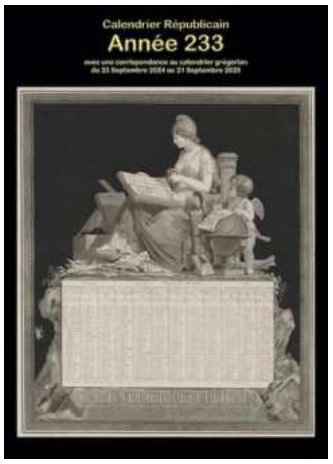
Une riche source d'informations



La Commission des Cadrans Solaires du Québec (CCSQ) a dû malheureusement cesser ses activités il y a quelques années, mais grâce à Jasmin Gauthier, son dernier président, membre du comité éditorial de ce magazine, le contenu du site de l'association a été préservé et constitue une riche source d'informations (voir https://sites.google.com/site/ccsq2015/). On y trouve notamment le répertoire, en images, des cadrans solaires de la province du Québec ainsi que, en téléchargement libre, l'ensemble des numéros du bulletin « Le Gnomoniste » publiés par l'association.

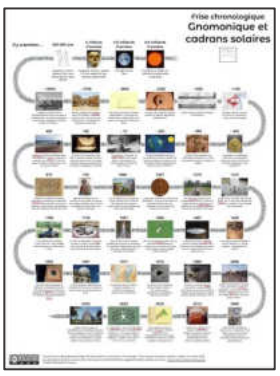


ACTUALITÉS



CALENDRIER RÉPUBLICAIN EN FRANÇAIS !

Un cadeau à offrir aux petits et grands, ou à s'offrir pour 15 € (frais d'expédition inclus) : la version française du calendrier républicain de Fabio Savian, à laquelle nous avons collaboré (voir article p. 32-33). Un calendrier historique et poétique, avec des indications gnomoniques pour chaque jour de l'année (commençant le 22 septembre) et une référence aux dates de notre calendrier grégorien ainsi qu'aux constellations du zodiaque. Retenez, auprès de Roger Torrenti (roger@torrenti.net), votre exemplaire de l'an 233 de la République française, avant le 31 juillet 2024, pour le recevoir courant août.



POSTER POUR SON BUREAU OU SA CLASSE

Une frise chronologique a été conçue à partir de l'opuscule *Chronologie - Gnomonique et cadrans solaires* présenté dans le numéro précédent de ce magazine et téléchargeable depuis https://bit.ly/3u088bW. Cette frise chronologique résume en 38 illustrations commentées une histoire de la gnomonique depuis la formation du Soleil jusqu'à nos jours. Un fichier pdf, téléchargeable librement depuis https://bit.ly/43Nuhra, que vous pourrez faire imprimer en format A3, A2, A1... pour utilement orner votre bureau ou votre classe !



PRÈS DE 50 JEUX ET ÉNIGMES

Le livre *Jeux et énigmes sur la gnomonique et les cadrans solaires* avait été publié en juin 2023 et regroupait les devinettes, énigmes, problèmes gnomoniques, et tests rapides de la section *Jeux et énigmes* des 8 premiers numéros de ce magazine. Il vient d'être mis à jour et contient donc désormais 48 jeux et énigmes, accompagnés de leurs solutions. Ce livre de plus de 110 pages peut être téléchargé gratuitement depuis https://bit.ly/43P4sHz ou commandé en version papier via https://bit.ly/3d4RwY9. Une façon différente, ludique, de tester ou d'améliorer ses connaissances, de se familiariser avec les cadrans solaires et leur science, la gnomonique...



SOLART 2

Les cadrans solaires du prolifique artiste catalan Marc-André de Figueres ont été présentés dans le n°8 du magazine. Son magnifique cadran monumental (horizontal à style polaire), baptisé Solart 2 et installé sur un rond-point de Rivesaltes dans les Pyrénées-Orientales, avait été malheureusement incendié lors du mouvement des Gilets jaunes. Le style vient d'être démonté pour des raisons de sécurité et reste en attente d'une réhabilitation. Souhaitons que cette attente soit brève !

LE CADRAN GAMMA-SOLAIRE

Michel Steiner

Derrière ce titre se cache un nouveau type de cadran solaire qui bouscule bien des habitudes. Il se propose de donner l'heure de la montre directement à partir du Soleil. Chacun sait que cela n'est pas possible, quoique, en y réfléchissant…

UNE EXPÉRIENCE DÉMONSTRATIVE

Voici une petite expérience très facile à faire mais un peu longue : elle dure un an ! Elle consiste (photo 1) à fixer sur une vitre ensoleillée toute l'année une petite feuille de papier percée d'un trou de la dimension d'un œillet. Adossée à cette vitre, se place une table horizontale portant une grande feuille de papier fixée à la table.

L'expérience consiste à repérer sur le papier, chaque journée ensoleillée, le point central de la petite tache lumineuse, à midi de la montre (ou de votre téléphone portable) et à midi solaire (que le site https://heuresolaire.com/ pourra vous donner).

Le résultat est une grande courbe en « 8 » pour midi de la montre et une ligne droite pour midi au soleil (photo 2).



Photo 1

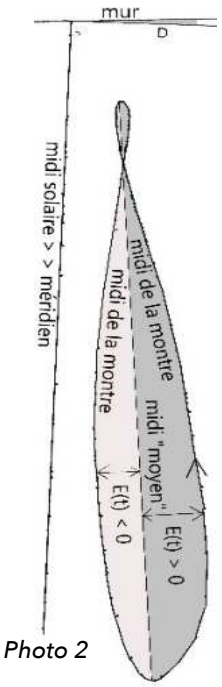


Photo 2

Ces résultats sont très instructifs.

Midi au soleil correspond au passage du Soleil dans le plan méridien du lieu de l'expérience. La ligne droite obtenue sur la feuille est donc la trace du méridien du lieu, la direction « plein sud » (accessoirement, cela donne une méthode simple pour connaître la déclinaison gnomonique D du mur où la fenêtre est percée).

Midi de la montre est décrit par une courbe se refermant sur elle-même en forme de 8 (il n'a pas été tenu compte dans cette expérience de l'heure d'été).

On en déduit que le Soleil n'occupe pas la même position relativement à la Terre chaque fois que l'aiguille de la montre s'installe sur le 12.

Or, la durée entre deux passages successifs de l'aiguille en face de ce repère est mécaniquement définie. Elle est toujours la même. C'est donc que la durée du jour selon le Soleil n'est pas la même d'un jour à l'autre, sinon la courbe serait une droite. Elle évolue en fait entre 23 h 59 min 39 s et 24 h 00 min 30 s. On l'appelle le jour solaire vrai. Un objet mécanique comme la montre ne peut donc pas l'indiquer puisque le jour solaire est évolutif. Il a fallu inventer un jour solaire moyen de 24 h 00 min 00 s sur lequel la montre se fonde.

PASSAGE DE L'HEURE SELON LE SOLEIL À L'HEURE DE LA MONTRE.

On vient de voir que l'heure donnée par le Soleil T(soleil) sur la méridienne que nous avons construite (mais cela s'applique à tout cadran solaire) diffère de l'heure donnée par la montre T(moyen). Cette différence est appelée « l'équation du temps » E(t) :

$$T(moyen) = T(soleil) + E(t)$$

E(t) est un terme correctif pouvant être illustré par l'écart entre chaque point de la courbe en 8 et la droite de midi moyen, représentée en position quasi axiale. E(t) est un terme variable selon la date.

Pour obtenir l'heure affichée par la montre, il faut en outre ajouter deux termes : la valeur (algébrique) du décalage en longitude (convertie en durée) entre le lieu du cadran solaire et le méridien central du fuseau horaire de référence et « l'heure saisonnière » (1 h en été). Au final :

$$T(montre) = T(soleil) + Cor(longitude) + E(t) + 1h \text{ (en été)}$$

On observe que la présence de l'équation du temps E(t) est indispensable…

CONTOURNEMENT DE L'ÉQUATION DU TEMPS

L'équation du temps provient de deux causes : l'orbite de la Terre autour du Soleil est une ellipse et l'axe de rotation de la Terre est incliné par rapport à son plan orbital.

Il est impossible de changer cela… Changer, non, mais contourner oui !

Un cadran solaire est lié à la Terre. Il est donc obligé de se plier aux exigences de cette situation. Mais s'il est « désolidarisé » de la Terre, la raison d'être de l'équation du temps disparaît. Pour cela il faut relier le cadran à la direction du point vernal ou « point gamma » qui est un point fixe de l'espace (hors précession des équinoxes). Il correspond en effet à l'un des points de la droite d'intersection du plan de l'équateur et du plan orbital de la Terre autour du Soleil (l'écliptique), plus précisément celui occupé par le Soleil à l'équinoxe de printemps.

Imaginons pouvoir faire tourner cet ensemble, supposé rigide, autour de l'axe polaire (photo 3). Le plan de l'équateur reste inchangé tandis que la trace du plan de l'écliptique est modifiée. Le Soleil se trouve alors en dehors du plan de l'écliptique. Or, il est nécessairement dans ce plan. Cette pratique impossible donne une clé pour concevoir un cadran solaire lié à la direction du point vernal.

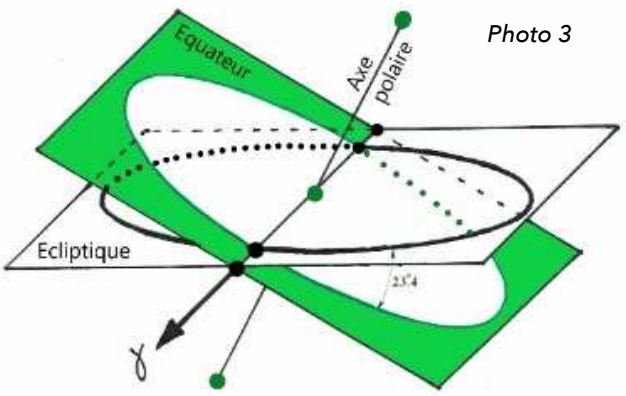


Photo 3

CONCEPTION DU CADRAN « GAMMA-SOLAIRE »

Le cadran gamma-solaire est équatorial, posé sur une base liée à la Terre et mobile en rotation autour de l'axe polaire. Le plan de l'écliptique est représenté par un espace entre deux plans parallèles très proches. Il fait un angle dièdre avec le plan équatorial, égal à l'obliquité.

Le jour de l'équinoxe de printemps, à midi solaire, la direction du point gamma et le méridien coïncident. Cela sera le cas un an plus tard. Entre temps, la direction du point vernal aura tourné sur la platine équatoriale d'un mouvement régulier.



Prototype de cadran gamma-solaire

À chaque date correspond une direction prévisible du point gamma sur la platine équatoriale obtenue facilement grâce à une bague « calendrier » sur la platine équatoriale. Une autre bague « horaire » borde la platine équatoriale.

À une date quelconque, après réglage de la date sur la bague calendrier, la platine est tournée de manière à faire traverser l'espace « interplan » par la lumière du Soleil. La direction prévue du point gamma est alors réellement réalisée.

On regarde l'heure de la montre et on marque sur la base fixe un repère en face de cette heure. Le cadran gamma-solaire est alors prêt à indiquer l'heure de la montre directement.

Pratiquement, on règle la date sur la bague calendrier à la date du jour, on tourne la platine jusqu'à obtenir le filet de lumière entre les plans, on lit l'heure de la montre sur la bague horaire en face du repère fixe.

Le cadran gamma-solaire est délicat à construire. Il demande une rigueur extrême pour supprimer le moindre jeu. Il manque encore un démonstrateur sans défauts pour valider pleinement son principe.

Le cadran gamma solaire peut fournir l'heure de la montre directement sans recourir à l'équation du temps. En cela, il est unique !

Michel Steiner cadranssolaires52@gmail.com est un ancien professeur auteur de livres de gnomonique dont « Cadran solaire, théâtre de l'ombre » (2017) et « Le cadran solaire sans calculs » (2020).

Des gnomons dans l'espace…

Gérard Élie

La gnomonique vous semble-t-elle une science du passé ? Savez-vous que des gnomons, instruments astronomiques simplistes, furent embarqués sur la Lune et sur Mars lors des missions Apollo et Insight à côté d'appareils les plus sophistiqués du moment…



L'astronome grec Anaximandre de Milet (-610 -547) montrant à un jeune disciple le maniement du gnomon, simple bâton fiché verticalement dans le sol, réputé avoir été le premier cadran solaire inventé par l'homme. Céramique de Sèvres - Antoine Béranger (1785-1867)

La Terre possède un champ magnétique, ce qui nous a permis de construire des boussoles et donc de nous orienter. La Lune et Mars n'ont pas de champ magnétique. La solution pour orienter les caméras, sismomètres, réflecteurs laser, etc. était donc d'équiper ces instruments avec des gyroscopes, appareils complexes et fragiles. Une autre solution était d'embarquer de simples et légers gnomons !

Cela a été le cas des diverses missions Apollo de la NASA, emportant des gnomons, qui ont permis d'explorer une partie du sol lunaire. Installés sur un trépied (ou quelquefois directement sur un instrument – sismomètre par exemple), ils permettaient d'avoir un repère de verticalité et, dans la cas des gnomons sur trépied, de déterminer l'orientation nord-sud (à partir de l'angle de l'ombre du gnomon sur le sol), mais aussi d'avoir un repère d'échelle et de couleurs pour les photographies.



Gnomon surmontant le sismomètre d'Apollo 14 (31 janvier – 9 février 1971)



Une photo célèbre de la mission Apollo 17 (7-19 décembre 1972) mettant en valeur la couleur orange de cette partie du sol lunaire, le gnomon (supporté par un trépied) servant ici, entre autres, d'étalonnage des couleurs

Un gnomon a déjà été utilisé avec les robots martiens Spirit et Opportunity pour indiquer sommairement l'heure ou la direction du nord.

La mission plus récente de la NASA sur Mars, Insight, a également utilisé un gnomon. Celui-ci a été étudié par Denis Savoie, chercheur associé à l'Observatoire de Paris, ancien président de la Commission des cadrans solaires de la Société Astronomique de France.

Le sol de Mars a pu être sondé avec succès pendant le temps de la mission de 2018 à 2022.

Le gnomon a permis de déterminer la direction des séismes martiens avec un écart inférieur à 3° par rapport à celle donnée par les gyroscopes !

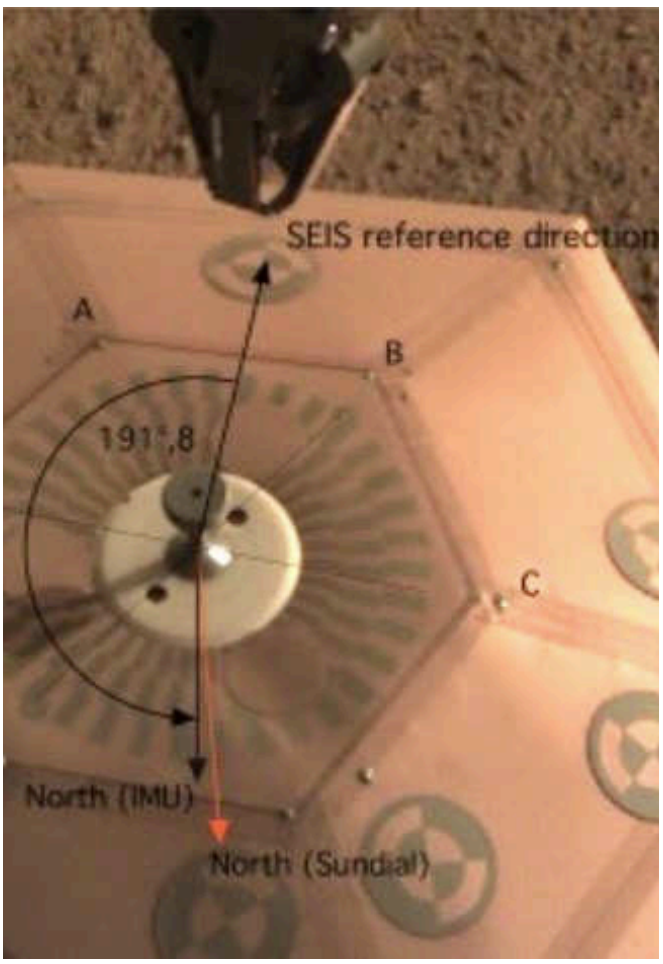
Pour déterminer le nord martien, la caméra embarquée a pris 8 photos de l'ombre du gnomon le 1/1/19 entre 12h49 et 15h42.

Ces photos donnaient la direction et la grandeur de l'ombre projetée par le Soleil.

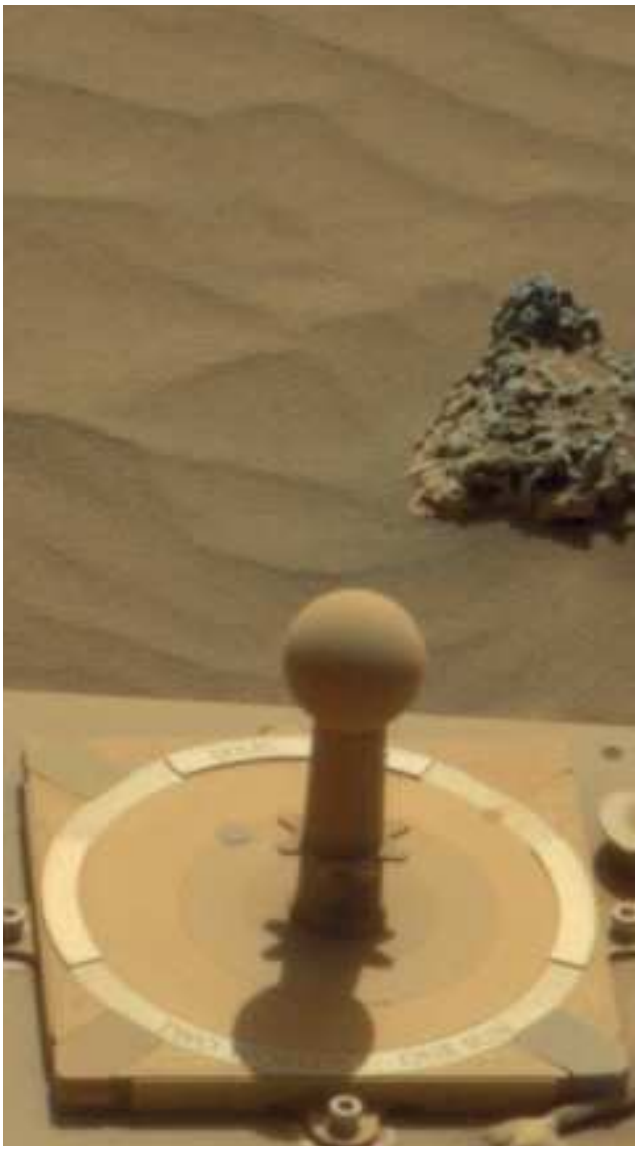
Avec les résultats de ces photos et les données des éphémérides planétaires VSOP87 donnant les coordonnées solaires locales, il a été possible de déterminer la direction du nord martien avec une précision de 2,5° largement inférieure aux 5° imposés par le constructeur du sismomètre.

La difficulté la plus importante a été celle d'évaluer avec précision la direction de l'ombre.

Ces succès ouvrent la voie à l'utilisation scientifique de gnomons dans les missions futures !



Gnomon de la mission InSight de la NASA (2018)



Gnomon de la mission Mars Exploration Rover de la NASA (2003-2004)

Gérard Élie est docteur en sciences physiques, ingénieur (sociétés de métallurgie fine et aéronautiques), et passionné d'astronomie et de cadrans solaires. Il est membre de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France.

Une première réponse à notre Concours 2024…

Comité éditorial

Vous avez encore le temps pour participer à notre Concours international Cadrans solaires pour tous 2024. *En attendant vos réponses, nous avons demandé à une « intelligence artificielle » de participer et voici ce que nous avons obtenu…*

Vous avez jusqu'au 1er novembre 2024 pour participer à notre concours 2024 et nous envoyer une courte nouvelle (moins de 2 pages) ou un poème ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée.

En attendant, nous avons demandé à une « intelligence artificielle », plus précisément un agent conversationnel, de participer fictivement au concours.

Vous vous souvenez peut-être que dans le n°7 de ce magazine nous avions déjà testé *ChatGPT* d'OpenAI sur le thème des cadrans solaires.

Pour le présent exercice, nous avons testé, en mars 2024, *Le Chat* de Mistral AI, entreprise française (https://chat.mistral.ai/), de pointe en matière d'intelligence artificielle. Les résultats obtenus sont reproduits ci-dessous et page suivante. Qu'en pensez-vous ?

« Bluffants » certainement (les réponses sont quasiment instantanées), un peu décevants peut-être (notamment au niveau du latin approximatif…) ?

Une chose est sûre en tout cas : les progrès sont rapides et il est bien difficile d'imaginer précisément le niveau de réponse qui sera obtenu dans quelques années et les conséquences que cela aura sur notre vie professionnelle et personnelle…

Nota bene : nous livrons les textes bruts, sans correction aucune.

Poème de *Le Chat*

Sous le ciel azuré, dressé avec fierté,
Un gardien du temps, dans sa noblesse altière,
Un cadran solaire, aux ombres éphémères,
Marque les heures d'or, de l'éternité.

Son visage sculpté, par les mains d'un artiste,
Porte en ses gravures, des citations sages,
Qui murmurent aux cœurs, de toutes les étages,
Les secrets du temps, dans une douce brise.

Au lever du jour, lorsque l'astre apparaît,
Son ombre se pose, sur le disque de pierre,
Et commence à danser, légère et fière,
Marquant le réveil, d'un monde en éveil.

Puis, au fil des heures, elle glisse et s'étire,
Sur les traits gravés, comme une plume d'or,
Écrivant l'histoire, d'un jour et d'un décor,
Qui s'effacera, avec le soir qui vient.

Le cadran solaire, silencieux et constant,
Est un compagnon, pour les âmes perdues,
Qui trouvent en lui, des vérités nues,
Et des leçons de vie, dans ses citations.

Il est le témoin, des générations,
Qui passent et laissent, leurs empreintes légères,
Dans la poussière du temps, qui se fait poussière,
Sous le regard du cadran, dans sa patience.

Alors, prenons le temps, de regarder le ciel,
Et de lire les ombres, sur le cadran solaire,
Qui nous rappelle, avec une douce manière,
Que le temps est court, et que la vie est belle.

Nouvelle de *Le Chat*

Une fois, dans une petite ville nichée au cœur des montagnes, se trouvait un cadran solaire ancien et magnifiquement sculpté. C'était un héritage laissé par les fondateurs de la ville, et il se dressait fièrement sur la place centrale.

Le cadran solaire était bien plus qu'un simple objet pour les habitants. Il était un symbole de leur histoire, un gardien silencieux du temps qui passait. Chaque matin, lorsque le soleil se levait derrière les montagnes, son ombre commençait à danser sur le cadran, marquant le début d'une nouvelle journée.

Un jour, un jeune garçon nommé Tom vint s'asseoir près du cadran solaire. Il était nouveau dans la ville et se sentait un peu perdu. En regardant le cadran, il remarqua que chaque heure était marquée par une citation inspirante. Intrigué, il commença à les lire une par une.

Au fil des jours, Tom se mit à visiter le cadran solaire régulièrement. Il trouvait du réconfort dans les citations, qui semblaient toujours résonner avec ce qu'il vivait. Le cadran solaire devint son compagnon, son guide dans cette nouvelle vie.

Le temps passa, et Tom grandit. Il devint un homme respecté dans la ville, toujours prêt à aider les autres. Il continua à visiter le cadran solaire, même lorsque ses cheveux commencèrent à blanchir. Chaque citation lui rappelait les leçons qu'il avait apprises et les expériences qu'il avait vécues.

Le cadran solaire, silencieux et constant, continua à marquer le temps, témoin des générations qui passaient. Il resta un symbole d'espoir et de sagesse pour tous ceux qui, comme Tom, cherchaient du réconfort dans ses ombres et ses citations.

Et ainsi, le cadran solaire et la petite ville continuèrent à vivre en harmonie, bercés par le rythme doux et régulier du temps qui passe.

Devises de *Le Chat*

- "Lux Temporis Ducit" - La lumière guide le temps.
- "Semper in Lumine" - Toujours dans la lumière.
- "Umbrae Nostrae Horas Narrant" - Nos ombres racontent les heures.
- "Solis Cursus Vita Est" - La course du soleil est la vie.
- "Tempus Sine Fine" - Le temps sans fin.
- "Soli Cognoscimus Tempus" - Seul le soleil connaît le temps.
- "Lux Et Umbra, Vita Et Mors" - Lumière et ombre, vie et mort.
- "Solis Rotatione Vita Fluit" - La vie coule avec la rotation du soleil.
- "Semper in Momento" - Toujours dans l'instant.
- "Umbrae Nostrae Transiunt" - Nos ombres passent.
- "Solis Cursus, Nostra Via" - La course du soleil, notre chemin.
- "Lux Et Umbra, Aeternitas" - Lumière et ombre, éternité.
- "Solis Cognitio, Temporis Sapientia" - La connaissance du soleil, la sagesse du temps.
- "Semper in Sole, Numquam in Umbra" - Toujours dans le soleil, jamais dans l'ombre.
- "Solis Rotatio, Nostra Inspiratio" - La rotation du soleil, notre inspiration.
- "Tempus Fugit, Carpe Lucem" - Le temps fuit, saisis la lumière.
- "Solis Cursus, Nostra Pulsus" - La course du soleil, notre battement.
- "Lux Et Umbra, Nostra Historia" - Lumière et ombre, notre histoire.
- "Solis Cognitio, Nostra Felicitas" - La connaissance du soleil, notre bonheur.
- "Semper in Lumine, Numquam in Tenebris" - Toujours dans la lumière, jamais dans les ténèbres.

UNE « JOURNÉE MONDIALE DES CADRANS SOLAIRES » ?

Esteban Martínez Almirón

Et si à l'occasion de l'équinoxe de printemps nous célébrions chaque année la « Journée mondiale des cadrans solaires » ? C'est l'idée simple et brillante qu'a eue récemment Esteban Martínez Almirón et qui l'a conduit à lancer une initiative mondiale qu'il nous présente.

Les cadrans solaires ont été le moyen le plus couramment utilisé pour mesurer le temps par toutes les civilisations jusqu'à l'apparition des montres mécaniques, coexistant même avec elles. Ils sont au carrefour de disciplines aussi variées que l'astronomie, les mathématiques, la géographie, etc. Ils ont une valeur didactique incontestable dans l'enseignement de l'astronomie aux plus jeunes et, comme objet présent dans les espaces publics, pour mieux comprendre notre relation avec le Soleil. En eux se réunissent la science et l'art, les plus grands représentants de la raison et de la création humaines.

De plus, ce sont des artefacts différents et uniques de tous les peuples de la Terre et pour cette raison, aussi bien les cadrans solaires historiques, vieux de plus de cent ans, que les plus modernes, ont besoin d'une protection juridique spéciale et doivent être inclus dans un inventaire mondial.

Pour toutes ces raisons, à la mi-février 2024, j'ai présenté sur mon site Internet l'initiative de célébrer la « Journée mondiale des cadrans solaires » (JMSS) ou « World Sundial Day » (WSD) en anglais, le jour de l'équinoxe de mars, l'un des deux jours de l'année (avec l'équinoxe d'automne) où l'ombre de l'extrémité du style suit une ligne droite sur un cadran solaire.

C'est aussi aux équinoxes que la durée du jour est (approximativement) égale à celle de la nuit. En astronomie, c'est le point vernal ou point gamma, le Soleil se trouvant dans le plan de l'équateur terrestre. Et à l'époque romaine, l'année commençait à cette date…

La célébration du WSD vise à sensibiliser les citoyens à l'importance que les cadrans solaires ont eue dans toutes les cultures, en mettant des informations à leur disposition, et à mobiliser la volonté politique et les ressources pour aborder leur protection en tant qu'éléments fondamentaux et particuliers du patrimoine mondial.

Cette proposition a été initialement envoyée à différents forums de communication gnomoniques. Leurs responsables ont ensuite diffusé la proposition à d'autres contacts.

Initialement, les sites officiels de la Société gnomonique catalane (Societat Catalana de Gnomónica), de l'Association des amis des cadrans solaires (Asociación de Amigos de los Relojes de Sol), ainsi que le site Sundial Atlas et le magazine *Cadrans solaires pour tous*, ont inclus ce projet dans leurs actualités.

Le texte initial de l'initiative ainsi que son logo ont alors été modifiés grâce à la participation de différentes personnes rapidement impliquées.

Grâce à Manuel Pizarro, collègue et ami depuis de nombreuses années, a été créé un espace sur différents réseaux sociaux tels que Facebook[1], Instagram[2], et X (anciennement Twitter)[3]. Il a également été créée une adresse email[4] constituant le point de contact de l'initiative, laquelle fut enregistrée sur Change.org[5], atteignant en un peu plus d'un mois plus de 600 signatures.

[1] https://www.facebook.com/profile.php?id=61556652691870
[2] https://www.instagram.com/worldsundialday/
[3] https://twitter.com/WorldSundialDay/
[4] worldsundialday@gmail.com
[5] https://chng.it/vj8H4Z94BM

Nous avons également créé un groupe de discussion via *Google groups*[6] auquel participent des responsables et des membres de diverses associations et groupes nationaux ou locaux pour l'étude et la défense des cadrans solaires européens.

Il serait souhaitable que le projet se développe à l'échelle mondiale afin d'assurer une coordination mondiale des activités menées par les associations et groupes spécialisés dans la gnomonique et les cadrans solaires.

Tenir des réunions de coordination périodiques en ligne est très facile avec les moyens techniques d'aujourd'hui !

Entre-temps, et bien qu'un mois seulement se soit écoulé depuis le lancement de l'idée, de premières activités ont été mises en place pour la Journée mondiale 2024, comme la visite des cadrans solaires de la ville de Séville ou le colloque (voir affiche ci-contre) organisé à Madrid sur les cadrans solaires de Moscardo.

Une fois l'initiative WSD consolidée, on pourrait envisager de consacrer chaque Journée mondiale dans les années à venir à la réalisation d'activités au niveau local ou régional, comme :

- la tenue de réunions ou de séminaires consacrés à un personnage historique, à une certaine époque gnomonique ou à l'utilisation qui en a été faite par une civilisation spécifique,
- l'organisation de conférences et de colloques dans les centres éducatifs et les centres sociaux,
- l'organisation de concours pour la construction de cadrans solaires, ou la réalisation de circuits touristiques-gnomoniques.

Tout dépendra du niveau d'implication que chaque organisation gnomonique consacrera à l'effort !



La graine est dans la Terre, il ne lui reste plus qu'à prendre racine !



Avec mes remerciements particuliers à Manuel Pizarro, Luis Vadillo, Antonio J. Cañones, Conxita Bou, Roger Torrenti, Monika Luebker, José C. Montes et Martha A. Villegas pour la diffusion de l'initiative.

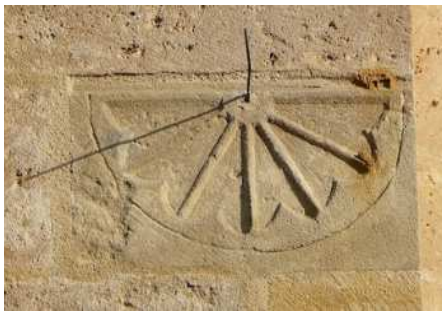
Esteban Martínez Almirón (relojandalusi@gmail.com), aujourd'hui retraité, a occupé des fonctions de direction à la Sécurité sociale. Il a créé en 2000 le site www.relojandalusi.org et a publié des articles sur la gnomonique dans plusieurs revues spécialisées, et est enfin également l'auteur de plusieurs cadrans solaires.

[6] world-sundial-day@googlegroups.com

LES CADRANS CANONIAUX

Pierre-Louis Cambefort

Avez-vous été intrigués par ces « cadrans canoniaux », que l'on trouve (souvent bien abîmés par le temps) sur les façades d'édifices religieux et qui ressemblent fort aux cadrans traditionnels ? Pierre-Louis Cambefort les étudie ici d'un peu plus près…



Collégiale Notre-Dame d'Uzeste



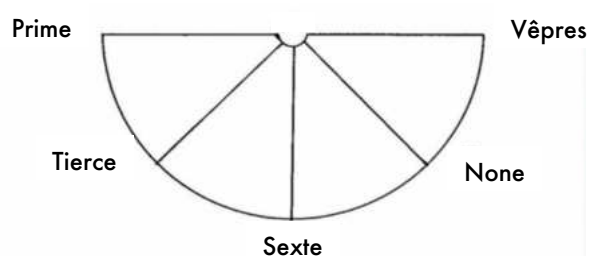
Prieuré du Bourget-du-Lac



Église Saint Pierre de Plougasnou

Nous observons souvent sur un mur orienté plein sud des églises, cathédrales ou abbatiales, (bâtiments généralement construits selon la direction est-ouest) un cadran solaire particulier. Il s'agit d'un cadran vertical méridional (orienté plein sud) constitué d'un demi-cercle inférieur (ou d'un cercle entier), équipé en son centre d'un style horizontal, avec un certain nombre de secteurs en partie inférieure, quelquefois 6 ou 12, mais plus fréquemment 4, délimités par 5 rayons régulièrement espacés de 45°.

Pour de tels cadrans subdivisés en 4 secteurs, il est dit que chaque rayon représente une heure, indiquée par le cadran, correspondant à une prière particulière, selon saint Benoît de Nursie (480-547), fondateur de l'ordre des Bénédictins : Prime, Tierce, Sexte, None et Vêpres, d'où son nom de cadran « canonial » (l'heure canoniale indique, dans le catholicisme, un office consacré à la prière).



L'appellation « cadran canonial » implique une référence religieuse alors qu'à l'étranger la terminologie est bien plus neutre en parlant de cadrans médiévaux, entre autres, ce qui leur laisse de la place sur des bâtiments civils… En Angleterre, un cadran canonial se dit par exemple « mass dial » mais aussi « scratch dial ».

Mais quelle heure indique exactement un cadran canonial ?

Tout d'abord, l'ombre du style horizontal ne peut se situer au-dessus du diamètre horizontal du cadran canonial : le Soleil, se levant ou se couchant, se trouve en effet dans le plan de l'horizon, plan qui contient le style droit et le diamètre horizontal du cadran canonial et donc ne peut pas faire ombre quand il est en-dessous de l'horizon.

Par ailleurs, le Soleil doit être situé devant le plan du cadran, il ne doit être ni couché, ni derrière ce plan.

Au solstice d'été, à la latitude de Paris, le Soleil n'est devant le plan du cadran que de 7,5 h à 16,5 h en heures solaires vraies.

Au solstice d'hiver, le Soleil se couche à 16 h en heure solaire vraie. C'est seulement entre l'équinoxe d'automne et l'équinoxe de printemps que l'ombre du style peut être horizontale au moment du lever ou du coucher du Soleil et peut, alors, indiquer son lever ou coucher.

Rappelons-nous maintenant qu'à l'époque des premiers cadrans canoniaux, au début du Moyen Âge, les heures temporaires étaient les seules utilisées. Elles étaient comptées à partir du lever du Soleil, et la durée du jour entre le lever du soleil et le coucher du soleil était divisée par 12 : il était toujours 6 h à midi, d'où le nom sexte… et sieste !

Comparons alors les heures indiquées par un cadran canonial aux heures temporaires.

Sachant que l'arc semi-diurne (arc que décrit le Soleil depuis son lever jusqu'au passage au méridien, ou du passage au méridien à son coucher) est H0 = arccos (-tan φ . tan δ), φ étant la latitude du lieu et δ la déclinaison du Soleil, la durée d'une heure temporaire HT est donc égale à H0/6.

Si l'on superpose le tracé (en violet) d'un cadran à heures temporaires (effectué d'après la formule donnée ci-dessus) à un cadran canonial à 12 secteurs (rayons, en rouge, espacés de 15°), on obtient la figure 1 sur laquelle on ne peut que constater que les heures canoniales sont loin des heures temporaires…

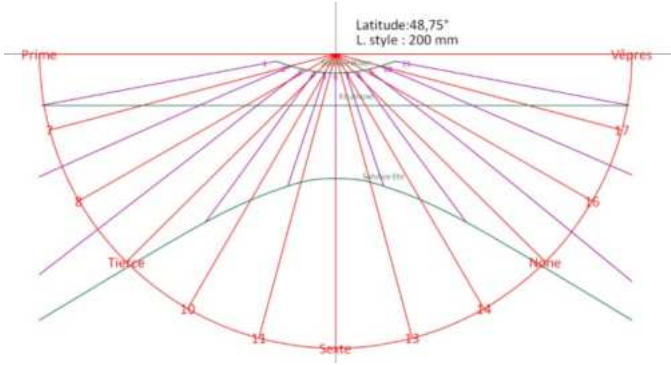


Figure 1

Comparons maintenant les heures canoniales avec les heures solaires vraies. On obtient la figure 2.

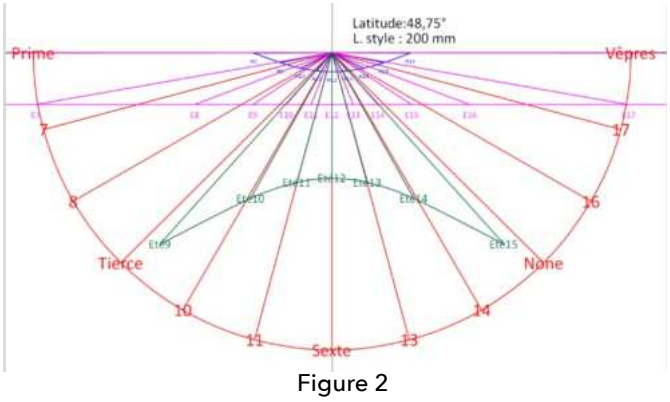


Figure 2

Les heures canoniales sont proches des heures solaires vraies uniquement aux alentours du solstice d'été et seulement quand le Soleil est devant le plan du cadran, c'est-à-dire entre 9 et 15 h canoniales.

Au solstice d'hiver, les calculs montrent que l'heure canoniale de 11 h ou 13 h correspond à 20 min avant ou après midi et que l'heure canoniale de 10 h ou 14 h correspond à 43 min avant ou après midi.

Les heures canoniales sont donc également loin des heures solaires vraies…

Les cadrans canoniaux ne représentent donc que très approximativement les heures solaires vraies égales ou temporaires : ils pourraient d'ailleurs se satisfaire de 4 secteurs seulement ; mais quid des cadrans canoniaux à 6, 8, 9, 10, 11 ou 12 secteurs ? Le terme « canonial » ne semble pas s'appliquer : les lignes horaires indiquées peuvent au contraire permettre de rythmer des heures d'activités civiles. Comme l'indiquait Jean Fort dans l'un de ses articles : « *Le maitre d'œuvre de l'édifice devait organiser et régler un chantier complexe faisant intervenir plusieurs corps de métiers dans des temps et avec des durées déterminés ; il lui fallait une division de la journée, d'où un cadran dit canonial* ».

Et pourquoi ne trouvons-nous généralement des cadrans dit canoniaux que sur les édifices religieux ? Probablement parce que ces bâtiments constituent une majorité de ceux encore debout et entretenus à notre époque, et que les moines ont réutilisé ces cadrans pour indiquer leurs prières, sans s'occuper de l'heure exacte indiquée par le cadran…

ANNEXE : CALCUL DES HEURES SOLAIRES VRAIES À PARTIR DES VALEURS DES HEURES CANONIALES.

Le cadran est supposé méridional (déclinaison gnomonique de 0°, distance zénithale de 90°). Les lignes canoniales sont espacées de 15°, comptées à partir de la verticale avec α = -15° pour 11 h canoniale, α = +15° pour 13 h, etc.

Coordonnées de l'extrémité de l'ombre du gnomon dans un repère

L'origine du repère est le pied du style droit, l'axe des x est orienté vers l'est, celui des y dirigé vers le haut. H est l'angle horaire, a la longueur du style droit, φ la latitude du lieu, δ la déclinaison du Soleil :

$$X = \frac{a \sin H}{\sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \tan \delta}$$

$$Y = \frac{a\,(-\cos \varphi \cdot \cos H - \sin \varphi \cdot \tan \delta)}{\sin \varphi \cdot \cos H - \cos \varphi \cdot \tan \delta}$$

L'angle α à partir de la verticale s'obtient par

$$\tan \alpha = -\frac{X}{Y} = \frac{\sin H}{\cos \varphi \cdot \cos H + \sin \varphi \cdot \tan \delta}$$

En posant $\tan B = \cos \varphi \cdot \tan \alpha$, on obtient :

$\sin (H - B) = \tan \varphi \cdot \tan \delta \cdot \sin B$

Ce qui permet de déduire la valeur de l'angle horaire H et donc de l'heure solaire vraie correspondante.

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.

Les Phénomènes d'Aratos, un étonnant phénomène… d'édition (2/2)

Michèle Tillard

Dans le n°11 du magazine, Michèle Tillard nous a présenté ce phénomène d'édition de la fin du IIIe siècle avant notre ère, dans lequel un poète fait appel à l'astronomie pour décrypter les signes de Zeus. Dans ce numéro elle nous invite à découvrir ce qu'ont pu en dire les traducteurs de l'œuvre…

Le poème d'Aratos connut un immense succès dès sa parution ; il fut très rapidement commenté et glosé… mais aussi vigoureusement critiqué, en particulier par l'astronome Hipparque de Nicée (190-120 av. J.-C.) : dans son *Commentaire sur les Phénomènes d'Eudoxe et d'Aratos*, celui-ci relevait un grand nombre d'erreurs et d'approximations, et déniait à Aratos toute compétence scientifique. Pourtant, malgré le prestige d'Hipparque – et les évidentes distorsions entre le Ciel décrit par Aratos et celui que l'on pouvait observer, tant en Grèce qu'à Rome – le succès des *Phénomènes* demeura intact, comme le prouvent les traductions latines du poème, de Cicéron au Ier s. av. J.-C., de Germanicus au Ier s. apr. J.-C., et d'Aviénus au IVe s. apr. J.-C.

Cicéron et Germanicus



Buste de Cicéron
Trinity College, Dublin



Buste de Germanicus
Musée Saint-Raymond, Toulouse

Avant de devenir un avocat redoutable et un orateur hors pair, Cicéron fut tenté par la poésie ; parmi ses œuvres de jeunesse figure une traduction[1] des *Phénomènes* d'Aratos, dont il nous reste un peu plus de 470 vers ; il avait alors environ 17 ans. Pouvait-il, à cet âge, connaître et maîtriser parfaitement les remarques d'Hipparque ?

En réalité, on constate souvent, en comparant le texte d'Aratos et le sien, qu'il a très souvent traduit mot à mot le texte grec sans tenir compte des remarques ultérieures, et parfois non sans erreurs ou omissions ; et que les ajouts du jeune Romain apportent bien plus souvent des détails mythologiques ou pittoresques que des précisions scientifiques, qui ne l'intéressent guère. Le projet de Cicéron n'est donc pas réellement astronomique, mais bien plutôt littéraire : en cette fin de République romaine, la poésie didactique était à la mode[2].

Quant à Germanicus, lorsqu'il publie sa version des *Aratea*, en 16 ou 17 après J-C, c'est déjà un homme fait (33 ans environ), un général auréolé d'une gloire incomparable pour avoir vengé les morts du désastre de Varus et remporté de nombreuses victoires ; petit-neveu du défunt Auguste, fils adoptif de Tibère, il jouit d'une popularité inégalée. Sa traduction des *Aratea*, qui nous est partiellement parvenue[3], apparaît donc comme une sorte de divertissement, une manière de prouver qu'il n'était pas seulement un chef de guerre exceptionnel, mais un lettré et un poète.

Contrairement à Cicéron, Germanicus n'était pas un débutant lorsqu'il entreprit cette traduction ; il disposait vraisemblablement d'une riche bibliothèque, qu'il maîtrisait bien. Non seulement il tient compte, le plus souvent, des critiques d'Hipparque, mais il y ajoute d'autres sources : les *Catastérismes* d'Ératosthène de Cyrène, les Scholies à Aratos, les commentaires d'Hygin et peut-être de Géminos, sans oublier Ovide… On peut mentionner également des sources iconographiques, telles que les globes peints, dont l'Atlas Farnèse (photo page suivante) nous offre une bonne illustration.

Germanicus était-il, comme le dit Henri Bardon (« Germanicus, Les phénomènes d'Aratos, texte établi et traduit par Le Boeuffle (André) ». In : *Revue belge de philologie et d'histoire*, tome 55, fasc. 4, 1977, p. 1250-1251), un très bon général qui eut le tort de se prendre pour un poète ?

---

[1] Cicéron, *Aratea, fragments poétiques*, texte établi et traduit par J. Soubiran, éditions Les Belles Lettres, collection Budé, 1972.
[2] Pour en savoir plus sur les *Aratea* de Cicéron, on peut consulter le site Philo-lettres : https://philo-lettres.fr/latin/ciceron/ciceron-aratea/
[3] Germanicus, *Les Phénomènes d'Aratos*, texte établi et traduit par A. Le Boeuffle, éditions Les Belles Lettres, collection Budé, 1975.

Certes, il ne présente, loin s'en faut, ni l'inventivité ni le souffle cosmique d'un Lucrèce ; mais c'est un humaniste, conscient, rigoureux, qui maîtrise en honnête homme son sujet. Sans doute même était-il meilleur scientifique qu'Aratos lui-même ; ainsi, dans sa description du tropique du Cancer, v. 459-481, il se montre plus précis que son modèle[4].

Pierre-Jacques Dehon[5] a comparé, sur un bref passage à propos du Capricorne, les deux poèmes de Germanicus et Cicéron avec l'original d'Aratos ; il en ressort que ces traductions ne pouvaient en aucun cas apporter quoi que ce soit de nouveau sur le plan des connaissances astronomiques ; et pour paysans et marins, les calendriers officiels avaient depuis longtemps remplacé la contemplation des étoiles… En outre, le ciel décrit par Aratos était déjà inexact au IIIe s., et *a fortiori*, ses descriptions ne devaient plus présenter la moindre pertinence, dans un lieu aussi éloigné que Rome, et entre 300 et 400 ans après lui !

Si le but n'était plus pédagogique, quel était-il donc ? Tout simplement littéraire. Il faut se souvenir de ce que représentait la *mimesis* pour les auteurs latins : la création littéraire reposait sur l'appropriation de modèles antiques, notamment grecs, que l'on transposait en latin, en essayant, soit par contraction, soit plus souvent par amplification, de les surpasser. Aratos avait voulu rivaliser avec Hésiode, Cicéron avec Aratos, et Germanicus, peut-être, avec Cicéron…

Aviénus

Rufus Festus Avienus est né en Étrurie, à Volsinies, vers 305. On sait peu de choses de ce membre de l'aristocratie romaine du Bas Empire ; il épousa, vers 330, une certaine Placida, et fut deux fois proconsul, en Achaïe, puis en Afrique. Il mourut peut-être en 374, exécuté pour une sombre histoire d'adultère, mais plus probablement vers 380.

Il est surtout connu par son œuvre poétique, dont il nous reste trois ouvrages : la *Descriptio Orbis Terrae* (description de la Terre), un ouvrage de géographie en hexamètres dactyliques ; l'*Ora Maritima*, une précieuse description des côtes de l'Europe, en trimètres iambiques, et enfin les *Phénomènes* d'Aratos, ou *Aratea*, en hexamètres dactyliques, datés sans doute de 355-360.

L'œuvre compte 1878 hexamètres – soit une amplification de plus de 700 vers. C'est beaucoup plus que les traductions de Cicéron et de Germanicus, dont il ne souffle mot. S'agit-il pour autant d'un pur exercice littéraire ? En effet, si dès le Ier siècle av. J-C les données astronomiques ne correspondaient plus au ciel observable à Rome, qu'en dire plusieurs siècles plus tard ! Les *Aratea* n'étaient donc ni destinées à servir d'almanach aux paysans ni aux marins, ni utiles sur un plan strictement scientifique : Hipparque puis Claude Ptolémée étaient passés par là. Pourquoi donc cette traduction à ce moment-là ?

Le contexte est largement différent : nous sommes au IVe s. après J-C, à une date où le paganisme lutte pour sa survie face à un christianisme de plus en plus triomphant (en 312, l'empereur Constantin 1er s'est converti). Or Aviénus est un païen militant, adepte de la philosophie stoïcienne. Que le ciel décrit n'ait que peu de valeur pédagogique pour connaître celui de la Rome du IVe s. importe peu : le tableau qu'il dresse ici est surtout un hommage aux dieux du panthéon romain, et peut-être un avertissement aux impies ; l'objectif est moins de décrire les constellations, que de rappeler leur origine mythique, et de montrer par là-même que la « vérité » des dieux païens est en quelque sorte écrite dans la nature, sur la voûte céleste[6].



« L'Atlas Farnese », copie romaine (IIe s.) d'une sculpture grecque : le titan Atlas porte un globe constituant une des plus anciennes représentations connues de la voûte céleste
(musée archéologique national de Naples)

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com) a été professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire. Autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (accessibles via son site https://philo-lettres.fr/) elle a également publié de nombreux ouvrages, son dernier étant *Les Étrusques*)

[4] Pour en savoir plus sur les *Aratea* de Germanicus, on peut consulter le site Philo-lettres : https://philo-lettres.fr/latin/litterature-latine/germanicus-phenomenes-aratos

[5] Dehon Pierre-Jacques. « Aratos et ses traducteurs latins: de la simple transposition à l'adaptation inventive ». In: *Revue belge de philologie et d'histoire*, tome 81, fasc. 1, 2003. Antiquité - Oudheid. p. 93-115 ; https://www.persee.fr/doc/rbph_0035-0818_2003_num_81_1_4716

[6] Pour en savoir plus sur Aviénus, on peut consulter le site Philo-lettres : https://philo-lettres.fr/latin/avienus/

THÉODOLITE ET GNOMONIQUE

Yves Opizzo

Nous avons tous déjà vu des topographes ou des géomètres utilisant un théodolite, cet instrument bien reconnaissable, monté sur trépied. Yves Opizzo nous explique ici son utilisation à des fins gnomoniques (hormis les zones tropicales, où un "théodolite de mines" sera nécessaire : visée sous le théodolite).



L'étymologie de théodolite est discutée : le terme vient-il du grec θεωρω (voir, observer), ou est-il dérivé d'alidade ? En tout cas, cet objet qui n'a donc rien de divin (θεός en grec) est fascinant. Il existe depuis environ deux siècles dans sa version moderne, mais depuis beaucoup plus de temps dans la version basique de cercle diviseur en hauteur et azimut. Un théodolite électronique est bien plus facile d'emploi, mais beaucoup plus cher. Un « théo » mécanique, comme le mien (un modèle russe acheté au marché aux puces de Munich !), suffit amplement pour des résultats quasi parfaits.

Le principe général revient à mesurer des angles entre un quelconque point de référence et un point particulier, en hauteur et en azimut. Une lunette de bonne qualité pouvant pivoter dans les deux plans dits locaux peut permettre au gnomoniste de trouver le méridien du lieu (l'axe nord-sud), mais aussi de tracer un grand cadran solaire sur n'importe quelle surface.

TROUVER LE MÉRIDIEN DU LIEU

Il nous faut le Soleil, qu'il faudra viser au travers de la lunette du théodolite. **Attention** : il est extrêmement dangereux de faire cela sans une protection spéciale très efficace. Reprenons la vieille plaisanterie – humour noir, c'est le cas de le dire – qui consiste à affirmer que *l'homme n'a que deux occasions dans sa vie pour observer ainsi le Soleil : l'œil droit et l'œil gauche…* Jetez sur-le-champ tout filtre dit « spécial » à visser sur l'oculaire !

Le mieux est un filtre au mylar (transmission : 1/100 000), placé **devant** la lunette ! Même dans ce cas, ne pas manquer de vérifier le filtre avant l'utilisation, car la moindre rayure pourrait avoir des conséquences fatales.

Mon théodolite est muni d'une lunette et d'un microscope. Dans la lunette sont visibles deux couronnes de chiffres, graduées de 0° à 360° dans le sens indirect. Le microscope reçoit un éclairage par l'intermédiaire d'un miroir ou d'une lampe. La lunette, solidaire du microscope, permet la visée proprement dite. Elle est équipée d'un micromètre gradué en minutes d'arc à gauche et à droite du centre de visée. Comme le Soleil, vu depuis la Terre, mesure environ 32' de diamètre, il convient de placer son image dans l'oculaire de façon que son bord gauche soit à - 16' (et donc son bord droit à + 16') du centre et le calage en azimut sera quasi parfait.

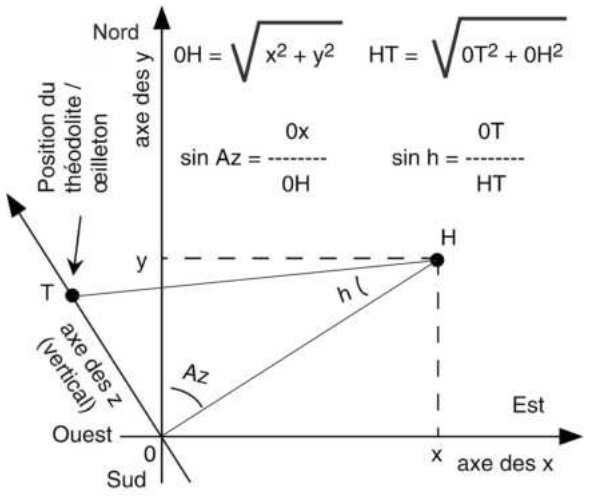
Une fois le théodolite bien mis en station, donc bien horizontal, il faut chercher le Soleil avec la lunette, protégée par le filtre au mylar.

Lorsque le Soleil sera parfaitement centré dans la lunette, notez précisément sur votre smartphone l'heure actuelle et ne touchez plus à rien sur le théodolite. Avec une application de type Sun Seeker installée sur votre téléphone notez maintenant l'azimut Az et la hauteur du Soleil h pour le lieu où vous vous trouvez (φ et λ, latitude et longitude précises à la minute d'arc ou même mieux). Si le théodolite est bien horizontal, alors la hauteur affichée dans le microscope sera la bonne. Dans le cas contraire, il faudra recommencer, en n'oubliant pas que le théodolite est très sensible à la chaleur. Il convient de le protéger, maintenant, avec un parasol !

Affichez alors la valeur de l'azimut sur la couronne d'azimut de l'appareil, laquelle peut tourner librement. Dans le microscope, vous devez voir cette valeur tourner en manipulant une molette. Soyez le plus précis possible dans cette opération délicate. Dès que l'azimut théorique, donné par votre application, sera affiché, vous devrez à nouveau bloquer la couronne d'azimut, qui tournera avec la lunette.

Grâce au microscope, vous pourrez alors afficher la valeur 0°, ou 180°, ou encore 0 ou 200 grades, voire 0 ou 320 (graduation 640) selon le type de théodolite. Et la lunette sera alors très précisément placée dans le méridien local. Vous avez maintenant la direction du Sud avec une très bonne précision et vous pouvez tracer le méridien au sol à l'aide de la lunette, en visant deux points au Sud et au Nord (plus le point exactement sous le théodolite). Notons qu'un théodolite électronique résout tous ces problèmes aisément. Le rayon laser intégré est par ailleurs d'un intérêt majeur pour placer les points au sol.

TRACER UN CADRAN SUR UNE SURFACE QUELCONQUE



Comment placer le point H en coordonnées polaires avec trois axes orthogonaux

Mais vous pouvez aussi utiliser le théodolite pour tracer le cadran sur n'importe quelle surface, comme je l'ai fait de nombreuses fois. Le théodolite mesure Az et h. Donc, il suffit de convertir les valeurs cartésiennes données en coordonnées polaires[1], donc des angles, pour obtenir un tracé parfait, sans aucune erreur de parallaxe.

Cela revient à placer le point H dans l'espace à l'aide de la hauteur et de l'azimut ainsi qu'un plan de référence, horizontal, coupant l'axe vertical en O. Le vecteur TH est en l'occurrence de longueur inconnue, ou plus exactement sa longueur n'a aucune importance : elle pourrait devenir quelconque, ce qui supprime la difficulté de l'irrégularité constatée au sol.

En quelques mots, cette méthode revient à simuler le Soleil et ses déplacements, à l'aide d'un théodolite. En pratique, il s'agit de placer l'instrument en lieu et place de l'œilleton, avec la meilleure précision possible.

Pas un millimètre d'erreur n'est acceptable par principe même. L'axe de visée de la lunette, tournant dans le plan vertical, et son axe horizontal se croisent très précisément au centre exact de l'œilleton ou de la boule. Bien entendu, l'œilleton et le théodolite ne sauraient se trouver ensemble au même point. Il faudra donc mesurer la position de l'instrument et de ses axes avec un soin extrême, pour la reproduire fidèlement avec l'œilleton, une fois les travaux terminés.

Un tout petit problème reste à résoudre : le Soleil, simulé par l'instrument, est au-dessus de nous. Sa hauteur se voit ainsi, dans le microscope, supérieure à 90°, ou inférieure à 0° selon la graduation interne de l'appareil. Par exemple, si le Soleil théorique pour un point donné est à une hauteur de 30° et un azimut de 40°, il faudra afficher sur la couronne de hauteur - 30°, ou 120° selon le cas pour la hauteur, et 220° pour l'azimut. La croisée des fils de visée dans la lunette pointera alors exactement le point H en question, même si celui-ci se trouve dans un véritable trou de la surface, profond de 10 cm ou davantage encore ! C'est en cela que cette méthode est vraiment très intéressante. Elle permet de créer un cadran quasi parfait sur une surface rigoureusement quelconque, voilée, déformée (mais stable, par évidence), construite spécialement à cet effet ou aussi naturelle, comme un rocher de granit ou autre, comme à Ténériffe, où le cadran que j'ai construit sur la roche volcanique totalement irrégulière atteint la précision de 30 secondes.



Le cadran solaire réalisé à Ténériffe[2] représente un gigantesque papillon caché sur la roche basaltique naturelle.



Mon « théo »… Bien visibles sont la « libellule » (niveau à bulle circulaire), la lunette, le microscope, le filtre et les divers boutons de réglage fin.

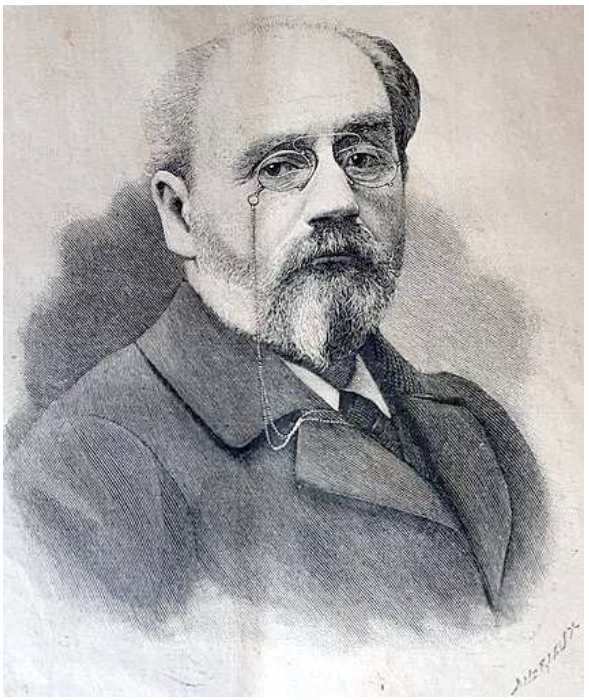
Le gnomoniste et cadranier Yves Opizzo yves@opizzo.de a publié 14 ouvrages et de très nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : http://opizzo.de/

[1] avec par exemple l'application en ligne https://www.dcode.fr/changement-coordonnees-2d
[2] voir https://kulturpark-mariposa.com/es/helario/

INDICATIONS ASTRONOMIQUES CHEZ ZOLA

David Alberto

Et si vous lisiez ou relisiez les romans de la série Les Rougon-Macquart *écrits par Émile Zola entre 1870 et 1893, cette magnifique* Histoire naturelle et sociale d'une famille sous le Second Empire*, avec un regard de gnomoniste ? David Alberto se livre à l'exercice…*



Portrait d'Émile Zola

« Un ciel gris du milieu de février (…). Dans le jour mourant, il regarda l'heure au coucou, il dit tout haut – Cinq heures vingt ».

Ces lignes sont extraites de *La Bête Humaine*, (ch. I) l'un des 20 romans de la série des Rougon-Macquart, écrite par Émile Zola. En lecteur familiarisé avec la gnomonique, on décèle dans cet extrait des informations sur l'heure de coucher du Soleil, facilement vérifiables : il faut une indication, même approximative, de la date (« milieu de février »), de l'heure et du moment de la journée, mais aussi du lieu. Dans l'extrait précédent, l'action se passe à Paris.

Deux formules classiques de gnomonique permettent de calculer l'heure solaire du coucher du Soleil, connaissant la latitude et la date. Il faut d'abord calculer l'arc semi-diurne H0, qui est l'angle horaire du Soleil à son coucher, puis l'heure de coucher :

$$\cos(H0) = - \tan(\text{déclinaison}) \cdot \tan(\text{latitude})$$

$$\text{coucher} = 12 + H0/15°, \quad \text{lever} = 12 - H0/15°$$

La déclinaison du Soleil dépend de la date ; elle est fournie par des éphémérides astronomiques[1]. De plus, pour obtenir l'heure moyenne locale, il faut corriger le résultat de la valeur de l'équation du temps[2] pour la date considérée.

Pour Paris (latitude 49°), et une déclinaison du Soleil de -13° le 15 février, on obtient 17 h 11min pour l'heure de coucher, avec un crépuscule qui peut durer environ 1 h 30.

AUTRES INDICATIONS

Dans les Rougon-Macquart, j'ai recensé les indications suivantes. Je donne également les résultats des calculs, avec une bonne précision quand la date exacte est connue.

Au Bonheur des Dames (ch. IV)

Le dix octobre, un clair soleil de victoire perça les nuées grises, qui depuis une semaine assombrissaient Paris (…). Aussi, le Bonheur des Dames, dès huit heures, flambait-il aux rayons de ce clair soleil.

(calcul : lever à 6 h 21)

L'Œuvre (ch. X)

Vers six heures, par cette pluvieuse journée de mars, la nuit tomba.

(calcul pour le 15 mars : coucher vers 17 h 56)

La Terre (ch. IV)

Le grand soleil d'août montait dès cinq heures à l'horizon.

(calcul pour le 15 août : lever à 5 h 02)

Le Docteur Pascal (ch. II)

Le lendemain matin, Clotilde, dès six heures, se réveilla. (..) Déjà haut, le soleil entra, coupa la chambre de deux barres d'or.

(calcul pour le 5 août : lever à 5h)

Le Docteur Pascal (ch. XIII)

Il était cinq heures, le crépuscule tombait déjà.

(calcul pour le 7 novembre : coucher à 16 h 38)

[1] voir par exemple http://www.cadrans-solaires.info/sequence5/co/2-5-declinaison-soleil.html
[2] voir par exemple http://www.cadrans-solaires.info/sequence5/co/2-4-table-equation-temps.html

Pour ces exemples, le texte est plus ou moins généreux quant aux indications de date : tantôt seule la saison est indiquée, tantôt le mois ou la date exacte. Le lieu est généralement connu. À noter que plusieurs romans se passent à Plassans, une ville imaginée par Zola en s'inspirant d'Aix-en-Provence et de Flassans-sur-Issole ; la valeur de latitude à prendre pour les calculs est dans ce cas assez approximative.

Enfin, j'ai relevé deux indications liées à d'autres astres que le Soleil :

Le Rêve (ch. VII)

Dans le ciel noir luisait un fourmillement d'étoiles. Il devait être près de onze heures, la lune n'allait se lever que vers minuit, à son dernier quartier, amincie déjà.

La Bête Humaine (ch. X)

D'un nouveau regard au ciel, vers les étoiles, elle sut qu'il était près de neuf heures.

Mais de quelle heure parlons-nous ?

Les Rougon-Macquart ont été écrits entre 1870 et 1893, l'action de chaque roman se déroulant environ une vingtaine d'années avant l'année d'écriture. À cette époque, l'heure n'est pas encore unifiée sur le territoire français. Les indications d'heures correspondent donc à des heures locales.

En 1826, l'heure légale à Paris est passée de l'heure solaire locale à l'heure moyenne locale, c'est-à-dire corrigée de l'équation du temps. On peut supposer que cette modification s'est progressivement étendue à d'autres villes françaises à l'époque où écrivait Zola. Les calculs donnés ci-dessus prennent en compte l'équation du temps.

Vers la fin du XIXe siècle, certaines grandes villes affichent à la fois l'heure locale et celle de Paris, notamment pour informer des horaires de trains. Ce n'est qu'en 1891 que l'heure légale française est fixée comme étant celle de Paris.

Si Zola a consulté une documentation, celle-ci devait se fonder sur *La Connaissance des Temps*, publication fournie par le Bureau des Longitudes, et qui servait de référence pour les éphémérides astronomiques. On peut consulter par exemple le numéro pour l'année 1870 sur le site Gallica de la Bibliothèque Nationale de France[3].

Les heures de lever et de coucher du Soleil indiquées par cette publication sont bien plus précises que les calculs ci-dessus, car d'autres paramètres sont pris en compte (tels que la réfraction atmosphérique).

La démarche réaliste de Zola

Pour les indications les plus précises, la confrontation aux calculs donne une bonne concordance, qui ne peut pas être l'effet du hasard. Il ressort que Zola a vraisemblablement consulté des éphémérides pour s'assurer de la cohérence de ses descriptions. Cela rejoint une caractéristique de la méthode de travail de Zola dans les Rougon-Macquart : appliquant les principes du réalisme en littérature, il s'appuyait sur une abondante documentation, et s'efforçait de décrire au plus près le réel.

L'écrivain réaliste place la fiction dans les contraintes imposées par le réel ; d'autre part la description est un aspect important de la littérature réaliste.

À vous de jouer !

Certaines indications astronomiques m'ont sans doute échappé. Je vous encourage donc à (re)lire les Rougon-Macquart, en restant aux aguets pour repérer les heures de lever et de coucher du Soleil qui se sont glissées dans les descriptions. Le plaisir de la lecture n'en sera que plus grand.

La Fortune des Rougon	- 1871
Son Excellence Eugène Rougon	- 1876
La Curée	- 1872
L'Argent	- 1891
Le Rêve	- 1888
La Conquête de Plassans	- 1874
Pot-Bouille	- 1882
Au Bonheur des Dames	- 1883
La Faute de l'abbé Mouret	- 1875
Une page d'amour	- 1878
Le Ventre de Paris	- 1873
La Joie de vivre	- 1884
L'Assommoir	- 1877
L'Œuvre	- 1886
La Bête humaine	- 1890
Germinal	- 1885
Nana	- 1880
La Terre	- 1887
La Débâcle	- 1892
Le Docteur Pascal	- 1893

Les 20 romans de la série *Les Rougon Macquart* avec leur date de parution (dans l'ordre de lecture recommandé par Zola[4])

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir https://www.astrolabe-science.fr

[3] https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6505569p/f14

[4] dans le livre d'Ernest Alfred Vizetelly : *Emile Zola, novelist and reformer: an account of his life & work* (1904), p. 348-364

LES CADRANS SOLAIRES DE TCHÉQUIE

Miloš Nosek

Après vous avoir emmenés à la rencontre des cadrans solaires de Chine, du Japon, de l'Autriche, de Hongrie, d'Espagne, d'Italie, du Portugal, du Québec, de la Suisse… c'est à celle des cadrans solaires de ***la République tchèque*** *(Tchéquie) que nous vous emmenons aujourd'hui.*

Les cadrans solaires font partie des monuments injustement négligés dans notre pays. Et pourtant, ce sont des monuments de la technologie de mesure du temps, également utilisés par d'éminents astronomes et mathématiciens… La science des cadrans solaires, la gnomonique, était encore enseignée dans certaines universités au XVIIIe siècle. On sait même que Josef Stepling et Antonín Strnad, directeurs de l'observatoire du Clementinum de Prague (siège du collège jésuite et de l'université édifié au XIe siècle), se consacraient à la gnomonique et collaboraient avec les célèbres concepteurs de cadrans solaires, les Engelbrecht. Il est donc étrange que peu d'attention ait été accordée aux cadrans solaires, résultats de travaux scientifiques et techniques. Par exemple, certains guides de Prague, décrivant des monuments de toutes sortes, ne mentionnent même pas les cadrans solaires des édifices commémoratifs. Nous ne connaissons pas l'existence d'un rapport complet sur l'histoire des cadrans solaires, apparemment il n'existe pas…

Diverses initiatives se sont cependant développées pour répertorier les cadrans solaires existants ou historiques. L'une d'entre elles est née du Journal de l'association du musée patriotique d'Olomouc, animée par la crainte qu'à cause de la culture moderne, les cadrans solaires aient disparu, à l'exception de tout petits restes qui, si une main grossière ne les avait pas encore complètement enlevés, étaient destinés à une extinction certaine. En 1925, le journal invitait ses lecteurs à leur signaler des cadrans solaires existants. Dans les cadrans solaires décorés, nous voyons un peu de culture ancienne, et c'est pourquoi cette association a essayé de sauver ou d'archiver au moins dans une photothèque ce qui était encore conservé. Les cadrans solaires sur lesquels les lecteurs ont attiré l'attention ont été publiés en 1929, 1930 et 1931. La conclusion est qu'il n'y a pas de processus inéluctable de disparition progressive des cadrans solaires, mais que de nouveaux sont constamment créés ou même que ceux qui existent depuis longtemps ne sont que récemment enregistrés.

La publication mentionne 26 cadrans solaires à différents endroits. À ce jour, 13 cadrans solaires ont été conservés ; 4 ont été restaurés ou reproduits.

E. Zinner, dans le livre : *Alte Sonnenuhren an europäischen Gebäuden* (Les vieux cadrans solaires des bâtiments européens) publié en 1954, répertorie 12 cadrans solaires anciens sur le territoire de notre pays. Parmi les cadrans solaires répertoriés, seule la moitié a été conservée à ce jour et pour l'un d'entre eux seul le gnomon a été préservé.

Le site https://astro.mff.cuni.cz/mira/sh/sh.php constitue un catalogue (disponible en français), mis à jour de façon continue, des cadrans solaires de Tchéquie. En 2004, ce catalogue a été publié sous forme de livre.

Plus de 4 500 cadrans solaires sont en fait aujourd'hui enregistrés sur ce site. Ils sont de types variés. Les cadrans solaires muraux verticaux prédominent (79%). Le nombre de cadrans horizontaux ou polaires est similaire (4% chacun). Environ 2% des cadrans peuvent être considérés comme des cadrans de valeur ou de facture « extra ».

Le cadran le plus ancien se trouve sur l'église Saint-Barthélemy à Kolín, à l'est de la région de Bohême-Centrale. Il date du tournant des XIVe et XVe siècles et sa partie principale a été conservée : il repose sur une pierre surélevée taillée vers le sud (photo 1 page suivante).

Pour les cadrans anciens, l'année de leur création n'est pas connue dans la plupart des cas, et l'on ne peut que deviner leur âge. Par exemple, on estime que la création d'une paire de cadrans sur les piliers de l'église Saint-Jacques à Telč remonte au XVe siècle. Il en va de même pour le cadran du mur de pierres à côté de l'entrée du couvent de l'Assomption de la Vierge Marie à Zlatá Koruna.

La partie centrale du cadran solaire sur le pilier en pierre de 1558 est conservée au château de Moravská Třebová. Une réplique est exposée dans la cour du château (2) : elle comporte cinq cadrans verticaux et un cadran équatorial.

La plupart des auteurs de cadrans solaires nous restent souvent inconnus. Leurs noms sont quelquefois mentionnés sur les cadrans, dont celui d'Engelbrecht. Parmi les cadrans muraux de Bohême, les œuvres d'Engelbrecht père (Jan, 1726 – 1807) et fils (Antonin, 1780 – 1831) se distinguent tant par leur richesse gnomonique et leur exactitude que par leur rendu artistique (3) ; 14 cadrans signés Engelbrecht ont été conservés.

La plus grande concentration de cadrans solaires se trouve au Clementinum. Il y a au total 15 cadrans muraux (4 et 5) dans le bâtiment et un cadran à fente dans la tour astronomique, qui permettaient de déterminer l'heure exacte jusqu'en juillet 1928.

L'histoire de certains cadrans est très intéressante. Par exemple, la méridienne monumentale installée en 1652 sur une place de la vieille ville à Prague : à midi solaire, la colonne de Marie projetait son ombre sur une ligne matérialisée au sol. En 1918, la colonne fut démolie par une foule en colère, mais en juin 2020, elle fut réinstallée, et la méridienne est donc à nouveau opérationnelle !

Lors de la restauration de bâtiments historiques à Prague, l'existence de 7 cadrans solaires au total a été découverte sous le plâtre. Ils ont survécu grâce à leur « cachette » sous plâtre pendant plusieurs siècles. Par exemple, en 1994, grâce aux restaurateurs, deux cadrans (6, 7) ont été mis au jour, à Prague, sous du plâtre décapé, dans la rue Tomášská et à Malostranské náměstí. L'année 1608 était indiquée sur le cadran oriental. La paire de cadrans a été préservée sans repeinture ni reconstruction, car les cadrans n'ont été exposés aux influences extérieures que pendant moins de 100 ans.

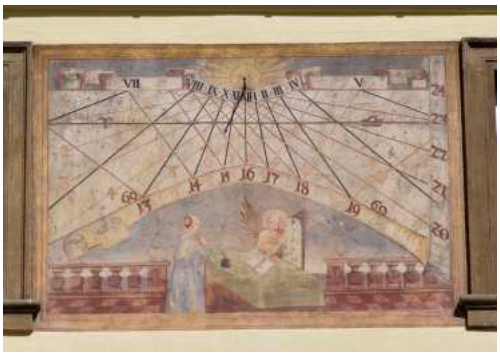
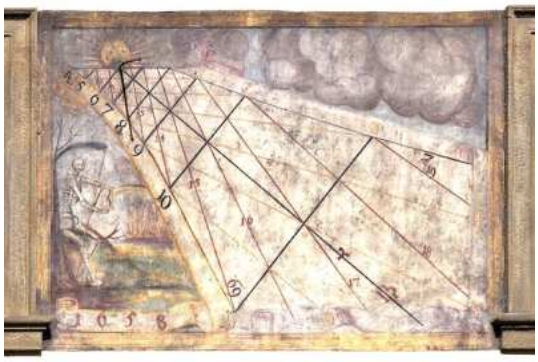
Certains cadrans solaires disparaissent, mais heureusement de nouveaux sont créés. Parmi les exemples de créations récentes, citons le cadran solaire de Prague (10) sur la place publique autour du château de Rangherka (8) ou les 4 répliques de cadrans solaires de l'ancien hôtel de ville d'Olomouc (9, 10).

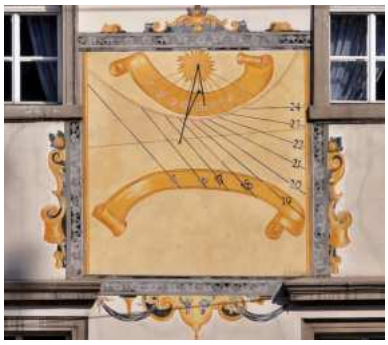
Miloš Nosek hodiny@seznam.cz s'intéresse aux cadrans solaires depuis la fin des années 80. Il est l'un des initiateurs du catalogue évoqué dans cet article et a participé à la création ou à la restauration de 183 cadrans solaires. Il est enfin l'auteur de deux livres consacrés aux cadrans solaires.

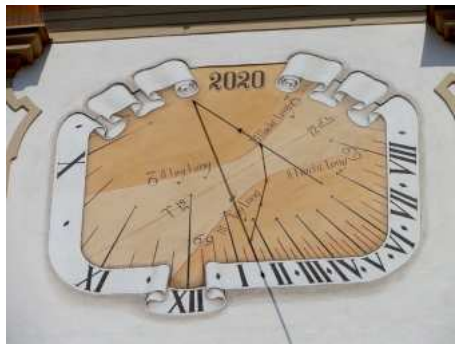




1	2	3
4	5	6
7	8	9	10



QUAND EST-IL L'HEURE DE BOIRE ?

David Alberto et Roger Torrenti

Dans cet article David Alberto et Roger Torrenti nous conduisent du cadran de berger au célèbre cabaret parisien Le Moulin-Rouge*, et enfin au « cadran-verre » qui permet de savoir s'il est l'heure de boire (avec modération bien sûr !).*

De nombreux types de cadrans solaires sont fondés sur la mesure de la hauteur du Soleil, de laquelle peut être déduite l'heure solaire. Ces « cadrans de hauteur » ont les caractéristiques communes d'être peu précis autour de midi solaire et de ne pouvoir être utilisés que pour la latitude pour laquelle ils ont été tracés, mais en revanche de ne pas nécessiter de repère d'orientation (« pas de boussole »).



Cadran de berger du XV^e siècle (Musée national germanique de Nuremberg, Allemagne)

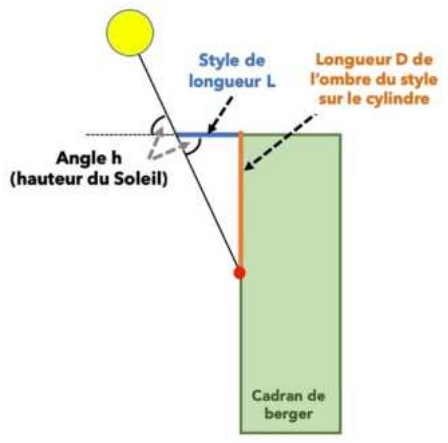
L'un des cadrans de hauteur les plus connus est le cadran de berger dont l'invention remonte au début de notre ère et que les bergers pyrénéens (d'où son nom) utilisaient encore couramment au début du XX^e siècle.

Le principe de ce cadran est simple : une formule permet de calculer l'heure solaire (plus précisément l'angle horaire du Soleil) correspondant à une hauteur donnée du Soleil, et une autre formule donne la longueur de l'ombre du style sur le cylindre en fonction de la hauteur du Soleil.

$$h = \arcsin(\sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos H)$$

$$D = L \tan h$$

avec h la hauteur du Soleil, δ la déclinaison du Soleil, φ la latitude du lieu, H l'angle horaire du Soleil, D la longueur de l'ombre du style et L la longueur du style



Le tracé et l'utilisation d'un cadran de berger sont simples : les droites verticales du cylindre correspondent à des dates (chaque mois de l'année par exemple). On fait pivoter le style mobile sur la date considérée, on oriente l'ensemble vers le Soleil et on lit l'heure solaire à l'extrémité de l'ombre du style, sur les courbes horaires. Et si vous voulez construire un cadran de berger, c'est également très simple : une vidéo du MOOC cadrans solaires pourra vous aider[1].

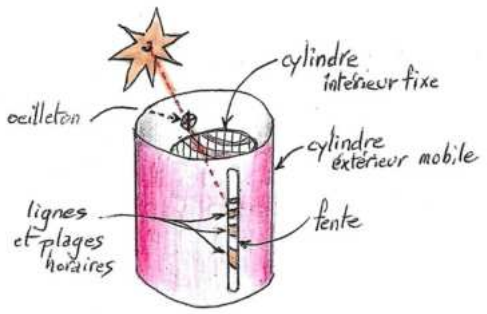
Mais récemment, le cadranier, gnomoniste et artiste Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr a proposé une intéressante variante d'un cadran de berger, qu'il a baptisée Moulin Rouge, du nom du célèbre cabaret parisien qui l'a inspiré pour cette création.

L'enveloppe cylindrique de ce cadran, lui donnant l'aspect du Moulin-Rouge, comporte en fait un œilleton et, diamétralement opposée, une fente verticale (que l'on aperçoit sur la photo ci-contre).



Le Moulin Rouge de Claude Gahon

À l'intérieur, un cylindre de diamètre à peine plus petit que le diamètre du cylindre extérieur est constitué d'une feuille plastique translucide sur laquelle sont dessinées 12 colonnes pour les mois ainsi que les courbes horaires des hauteurs du Soleil. Pour connaître l'heure solaire, on tourne le cylindre extérieur jusqu'à ce qu'apparaisse le mois en cours dans la fente et l'on tourne l'ensemble pour que la tache lumineuse issue de l'œilleton soit dans la fente.

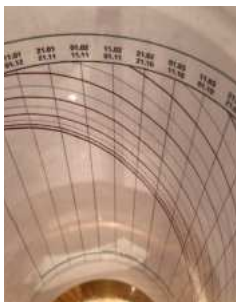


[1] https://www.youtube.com/watch?v=dxEqS9E7Xyo

On lit l'heure sur les courbes horaires tracées sur ce cylindre intérieur. En deux mots, c'est un cadran de berger sans style extérieur mais avec un « style virtuel intérieur » égal au diamètre du cylindre…

Et si l'on enlevait le tour opaque afin d'avoir un « cadran-verre » pour savoir s'il est l'heure de boire ?

On utiliserait à cet effet une feuille extérieure transparente, fixée cette fois autour d'un verre cylindrique, la feuille étant équipée d'un œilleton permettant de projeter une tache lumineuse du côté de la feuille où sont tracées les courbes horaires[2] (voir photo ci-dessous), le verre devant être tourné afin que la tache lumineuse soit sur la verticale correspondant à la date d'utilisation.

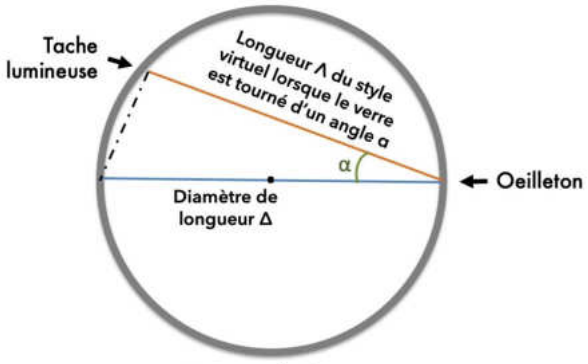


Tache lumineuse à l'intérieur du verre

À noter que les courbes horaires sont, ici, seulement la moitié de celles figurant typiquement sur un cadran de berger car les hauteurs du Soleil sont identiques pour 2 jours situés à durée de temps égale du solstice d'été, pendant la période printemps-été, et du solstice d'hiver, pendant la période automne-hiver.

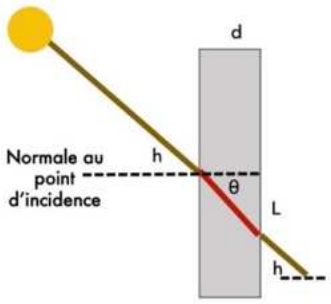
Deux précisions cependant :

- À l'inverse du Moulin Rouge de Claude Gahon, ce n'est pas toujours le diamètre du verre qui constitue le style intérieur virtuel de ce cadran-verre puisqu'il y a un seul œilleton et que le verre est tourné pour l'observation. Selon l'angle α dont le verre est tourné par rapport au diamètre Δ contenant l'œilleton, c'est en fait un style virtuel de longueur Λ = Δ cos α dont il faudra tenir compte pour calculer la position de la tâche.



Verre vu de dessus

- En toute rigueur, la feuille étant placée à l'extérieur du verre, il faut également tenir compte de la réfraction du verre pour tracer correctement les courbes horaires (voir schéma ci-dessous). Ce phénomène, si le verre n'est pas épais, n'entraine cependant que des erreurs de tracé de 1 à 2 mm.



sin h = n sin θ

avec n indice de réfraction du verre égal de 1,5 à 1,7 selon le type de verre

Calculons L, distance à laquelle sortira le rayon lumineux sous la normale au point d'incidence, l'épaisseur du verre étant de d que nous supposerons de 2 mm

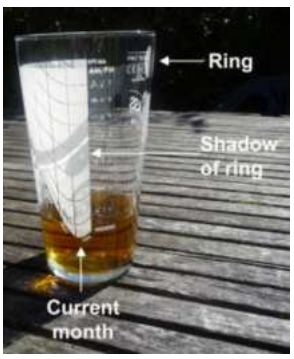
L = d tan θ ou encore
L = d tan (arcsin (sin h / n))

L'idéal est bien entendu, si vous avez un ou une amie maîtrisant la gravure ou l'impression sur verre, de fixer ces courbes horaires sur le verre.

Dans ce cas, vous pourrez même imaginer tracer des courbes horaires sur 12 mois et non plus 6, tenant compte de la longitude du lieu et de l'équation du temps, avec des indications d'heures limitées aux heures du soir (où il est convenable de « boire un verre »…) et vous obtiendrez un magnifique cadran-verre indiquant, en heure légale, s'il est l'heure de boire !

La cadranière britannique Jackie Jones[3] avait, il y a quelques années, conçu un tel verre pour un pub de Brighton, un verre qui a même été commercialisé mais est aujourd'hui en rupture de stock. Sa conception tenait compte non seulement de la réfraction due au verre mais également à la bière.

De toute évidence les clients du pub ne devaient pas attendre qu'il soit la bonne heure pour boire leur bière…



Le cadran-verre de Jackie Jones

David Alberto et Roger Torrenti sont tous deux membres du comité éditorial de ce magazine.

[2] On peut accéder au tracé de David Alberto (pour une latitude de 43,7°N et un diamètre extérieur du verre de 7,2 mm) par le lien https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/04/cadranBrentel43.7-7.2.png

[3] https://diallist.wordpress.com/jackie-jones/

La méridienne géante du parc du Près-la-Rose

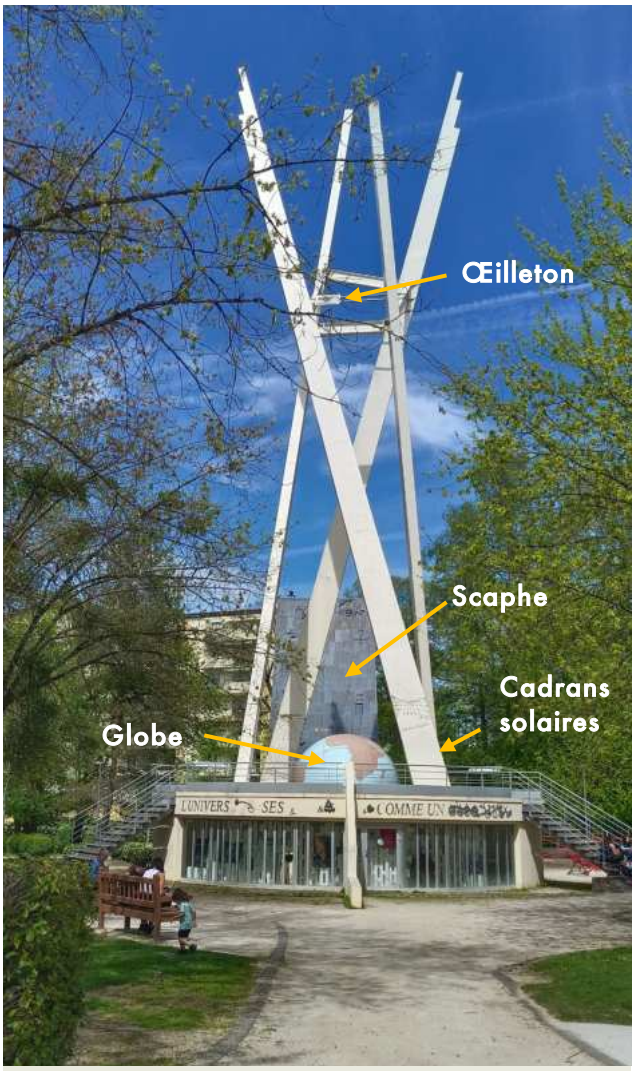
Francis Reymann

L'auteur a visité pour le magazine la méridienne du parc du Près-la-rose à Montbéliard et a vérifié notamment que sa précision restait de l'ordre de 10 secondes, plus de 30 ans après son installation…

Le Près-la-Rose est un parc naturel au cœur de la ville de Montbéliard (Doubs), dans lequel, lors de son réaménagement entrepris au début des années 90, trois installations scientifiques particulières ont été mises en place : un pendule de Foucault, une « Fontaine de Galilée » et un « Vaisseau archipel », structure de 40 m de hauteur revendiquant être « l'une des plus grandes sculptures dédiées à la mesure du temps en Europe ». Plus récemment « La Porte des ombres » (ensemble de cadrans solaires tracés sur des plaques translucides) ainsi qu'une « couronne bifilaire » fixée sur le tronc d'un arbre sont venus compléter ces installations.

Le projet de « Vaisseau archipel », en fait une méridienne solaire géante, est à mettre au crédit de Jean-Marie Becker, médecin à Montbéliard et passionné d'astronomie (il a notamment co-fondé l'association astronomique de Franche-Comté, l'AAFC), et de Jean-François Gavoty, gnomoniste et cadranier qui a été chargé des calculs. L'ensemble (photo ci-contre) est constitué de :

- 4 piliers supportant dans leur partie supérieure un plateau horizontal comportant un œilleton, et sur lesquels sont plaqués, dans leur partie inférieure, 5 cadrans solaires donnant respectivement l'heure locale, universelle, sidérale, italique, et babylonique.
- Un « scaphe », portion d'une sphère sur laquelle l'œilleton projette une tache lumineuse autour de midi solaire : une « courbe en huit » (analemme), traversée par la ligne de midi solaire, a été tracée sur cette surface et permet de corriger (avec « l'équation du temps ») l'heure lue à midi solaire, faisant passer du temps solaire vrai au temps solaire moyen.
- Une globe terrestre de 4 m de diamètre dont l'axe de rotation est parallèle à celui de la Terre. Le méridien de Montbéliard de ce globe est placé dans le demi-plan du méridien local, c'est-à-dire le plan vertical contenant la direction nord-sud. Sur cette sphère, de petits disques sont répartis sur l'équateur. Fixés perpendiculairement au globe, ils permettent d'indiquer le midi solaire (lorsque leur ombre est sur le méridien du lieu) en différents endroits de la Terre.



Petit rappel gnomonique

Une méridienne solaire est un cadran solaire indiquant une seule heure : midi solaire, c'est-à-dire le milieu de la journée, quand le Soleil est le plus haut dans le ciel, plein sud (dans l'hémisphère nord).

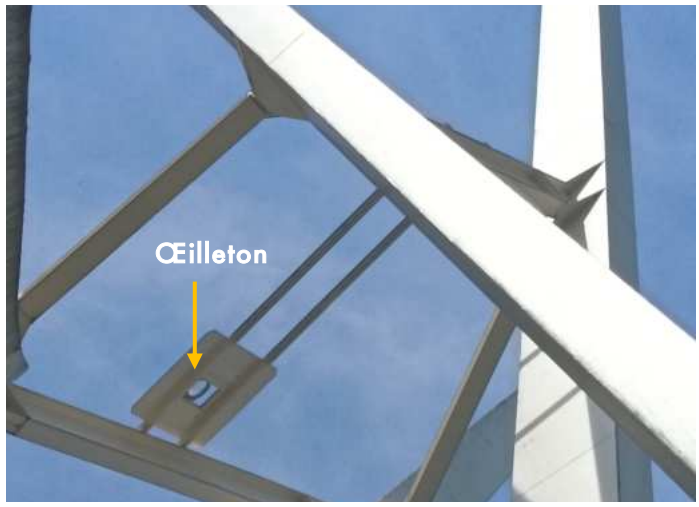
Pour passer du temps solaire vrai à l'heure légale, il faut tout d'abord passer du temps solaire vrai au temps moyen (par ajout de l'équation du temps) puis tenir compte de la correction de longitude et, le cas échéant, de l'heure d'été. En deux mots on utilise la formule rappelée souvent dans ce magazine :

TL = TS + EdT + CL + 1h (si « heure d'été »)

avec
***TL** : heure légale (celle de nos montres),*
***TS** : heure solaire (lue sur le cadran),*
***EdT** : valeur de l'équation du temps au jour considéré (à lire sur un schéma ou une table),*
***CL** : correction de longitude (positive si le cadran est situé à l'ouest du méridien de référence du fuseau horaire - 15 °E pour la France métropolitaine -, négative s'il est situé à l'est), la correction étant de 4 min par degré de longitude*



Le Vaisseau archipel vu de côté

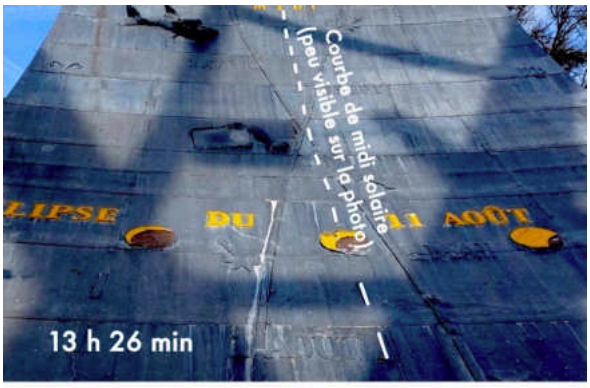


L'œilleton au sommet de la structure

J'étais sur place le 14 avril 2024. L'heure de passage du Soleil au méridien de la structure peut être calculée à partir de la formule rappelée page précédente, sachant que la longitude du lieu est de 6,799°E et que l'équation du temps, ce jour-là, est de + 9,5 s[1]. À midi solaire, il sera donc à la montre :

12 h + 9,5 s + ((15 – 6,799) x 4) min + 1 h
soit 13 h 33 min 2 s, arrondi à 13 h 33 min

Malheureusement, le jour de la visite, un léger nuage a occulté l'ensemble à ce moment précis… mais les images (ci-dessous) prises à 13 h 26 min et à 13 h 35 min montrent bien la tache lumineuse entourant l'axe du scaphe.





ÉVALUATION DE LA PRÉCISION DE L'INSTRUMENT

Pour vérifier la précision de cet instrument de mesure du temps, j'ai pris les 2 photos ci-dessous à 3 minutes d'intervalle, alors que la tache lumineuse s'approchait du bord du scaphe. Compte tenu du diamètre de la tache lumineuse, une précision de la méridienne solaire d'une dizaine de secondes est confirmée.

Finalement, la méridienne remplit sa mission : les Montbéliardais (et tous ceux qui viendront visiter ce magnifique parc naturel et scientifique) disposent d'un bel instrument pour régler leurs montres à 12 h 33 en heure d'hiver et à 13 h 33 en heure d'été…





Francis Reymann reymann.francis@orange.fr est ingénieur de formation et s'est intéressé par hasard mais avec passion au fonctionnement du système solaire, « ce qui a donné lieu à diverses maquettes explicatives et bien sûr à moult récepteurs des ombres dits cadrans solaires »

[1] Voir par exemple le tableau fourni dans le MOOC cadrans solaires
http://www.cadrans-solaires.info/sequence5/co/2-4-table-equation-temps.html

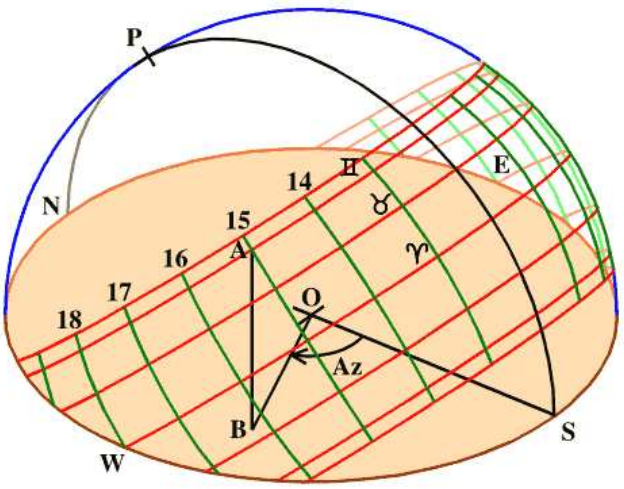
LA RÉTROGRADATION DE L'OMBRE

Yvon Massé

Dans l'article paru dans le n°11 du magazine, « Un cadran mystérieux » (https://bit.ly/3JBYKiN), Yvon Massé avait proposé de construire un cadran solaire dont l'ombre rétrogradait (« faisait des allers-retours dans la journée »). Il aborde ici ce phénomène dans un contexte différent.

Pour expliquer le phénomène de rétrogradation nous allons établir une figure, qui pourra aussi faire l'objet d'un cadran d'azimut, à partir des cercles de la sphère céleste.

Traçons d'abord sur la sphère, pour nous repérer, le méridien local passant par l'horizon aux points nord et sud repérés respectivement N et S. Sur ce méridien nous pouvons placer, en supposant qu'on soit dans l'hémisphère nord, le pôle P tel que l'arc PN corresponde à la latitude de l'observateur. En apparence, tout se passe comme si la sphère tournait autour du pôle P en entrainant le Soleil avec elle.

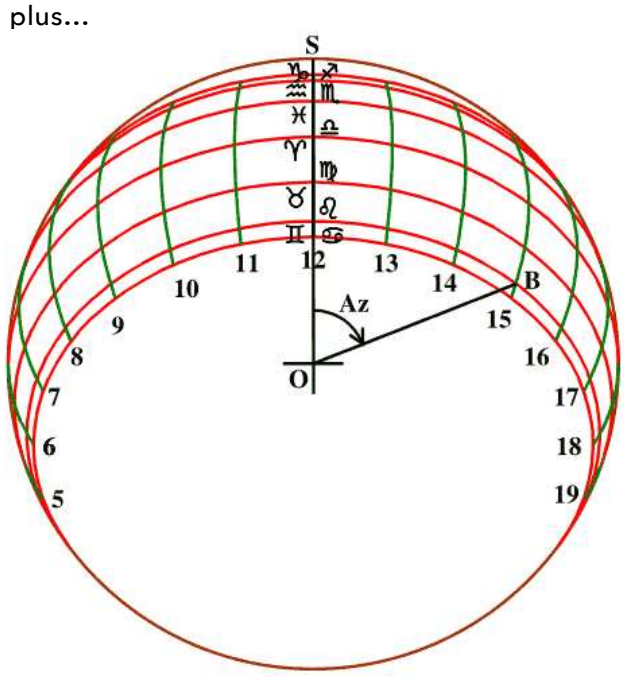


Traçons ensuite, en rouge, la course diurne du Soleil pour différentes dates de l'année en utilisant, comme les anciens, les dates d'entrée dans les différents signes du zodiaque. Cela permet d'avoir uniquement 6 cercles répartis symétriquement autour du cercle central correspondant aux équinoxes. Ce dernier passe par l'horizon exactement aux points est et ouest repérés E et W respectivement. Il nous reste à tracer pour chaque heure, en vert, les portions de cercle horaire entre les deux cercles diurnes des solstices en faisant tourner le méridien local autour du pôle P d'un multiple de 15°.

Avec ce réseau de cercles, on peut connaître la position du Soleil pour une date de l'année à une heure donnée. Par exemple, à 15 h solaire le 21 mai, jour de l'entrée dans les Gémeaux, le Soleil se trouve au point A.

À cet instant particulier, intéressons-nous à l'azimut du Soleil : on l'obtient facilement en faisant descendre la position A verticalement sur l'horizon, en B, et en mesurant l'angle Az entre B et S vu du point O.

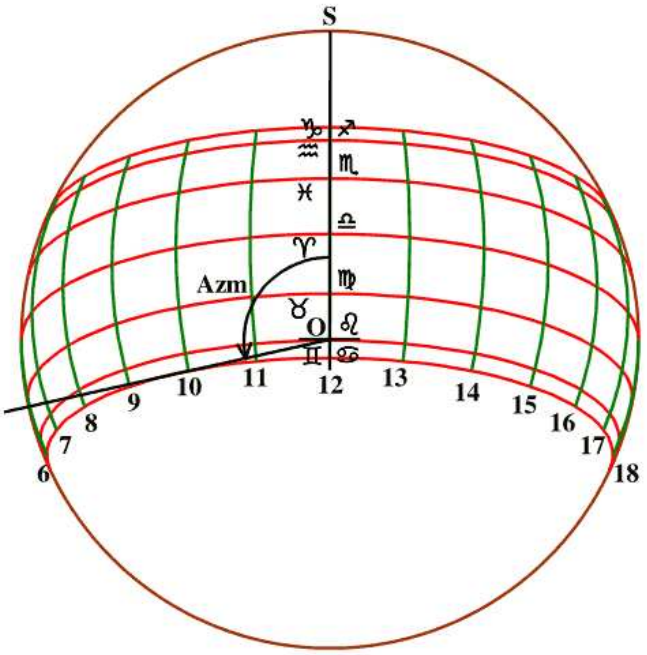
Si maintenant nous faisons descendre verticalement l'ensemble des points des différents cercles, nous obtenons la figure plane suivante où les couleurs ont été conservées, les courbes obtenues étant rigoureusement des portions d'ellipse. Cette figure, qui est tracée pour la latitude de 48° N, permet en connaissant l'heure et la date, de déterminer comme précédemment la position du point B et, par suite, l'azimut du Soleil Az. Mais on peut faire plus...



En effet, si nous disposons cette figure sur un plan horizontal, en plaçant un gnomon vertical au point O et en orientant le point S vers... le nord (eh oui ! l'ombre étant à l'opposé de la direction du Soleil, on en tient compte en faisant tourner la figure de 180°), nous obtenons un cadran solaire d'azimut où l'heure se lit à l'intersection de l'ombre et de la ligne de date.

Mais revenons à la figure utilisée comme moyen de déterminer l'azimut. Nous voyons, en suivant les courbes rouges, que pour toutes les dates de l'année la direction du Soleil tourne dans le sens

des aiguilles d'une montre au cours de la journée. Cela est vrai à la latitude de 48° pour laquelle la figure est tracée, mais qu'en est-il pour une latitude subtropicale, par exemple 20° N ? Pour cela traçons la figure correspondant à cette latitude et observons ce qui se passe.



Pour toutes les dates dont la courbe diurne passe à midi solaire au dessus du point O, rien ne change par rapport aux latitudes supérieures. Mais à partir du moment où le Soleil entre dans les Gémeaux, et pendant 2 mois, la situation devient plus spécifique : c'est en dessous du point O que passe le Soleil. Ainsi, par exemple, au solstice d'été dont nous avons la courbe diurne, à partir du lever du Soleil l'azimut évolue comme pour le restant de l'année mais il atteint, un peu avant 10 h, la valeur limite Azm représentée sur la figure, pour ensuite évoluer dans l'autre sens. Une seconde valeur limite est atteinte l'après midi après 14 h et l'azimut évolue à nouveau dans le sens qui est celui du restant de l'année[1].

Voici donc, en quelque sorte, la recette pour obtenir la rétrogradation de l'ombre (elle peut toutefois être si faible ou se produire dans des conditions si particulières qu'elle soit pratiquement indétectable) : avoir un gnomon qui pointe, sur la sphère céleste, un lieu quelconque situé entre le cercle diurne du jour considéré et, pour des raisons de symétrie dont l'explication sortirait des limites de cet article, le cercle diurne des équinoxes qui correspond à l'équateur céleste. La surface recevant l'ombre peut, quant à elle, être d'orientation quelconque.

C'est au début du XVIe siècle, en 1537, que Pedro Nunes, habile mathématicien et cosmographe portugais, démontra cette particularité dans son premier livre écrit en portugais[2]. Cet ouvrage comporte la traduction de trois écrits de référence de son époque et deux traités personnels pour donner des bases mathématiques aux techniques de navigation. Dans le second traité, afin de montrer qu'une configuration de latitude, déclinaison et azimut du Soleil pouvait rigoureusement correspondre à deux heures différentes, P. Nunes fut amené à définir les conditions pour lesquelles le Soleil passe 2 fois par le même azimut dans sa course ascendante du matin, ce qui signifie donc que l'azimut varie tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre et, par symétrie, que le phénomène se reproduit dans l'après-midi. Ce qui est surprenant, c'est qu'il obtint ce résultat par des déductions géométriques alors que ce phénomène n'avait jamais été décrit ni observé auparavant. De plus, P. Nunes était si sûr de son raisonnement qu'il n'hésita pas à affirmer : « ce qui semble chose étonnante ; et l'on ne peut le nier car cela se démontre avec la certitude et l'évidence mathématique ».

P. Nunes précisa à la fin de sa démonstration, peut-être pour faire la distinction entre les faits concrets et les miracles : « Mais dans les régions situées entre le cercle du Cancer et le nord cela serait impossible ; sauf par la puissance divine comme il se lit dans *2 Rois*[3] où l'ombre a reculé de 10 degrés en signe de la guérison d'Ézéchias ».



Portrait de Pedro Nunes

Mais nous verrons dans un prochain article que le cours de l'histoire en a décidé autrement…

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/ et anime le dynamique forum gnomonique qui lui est associé.

[1] Voir une animation qui représente l'évolution de la courbe d'azimut pour les mois de mai et juin ici *https://bit.ly/3WiZ2CO*

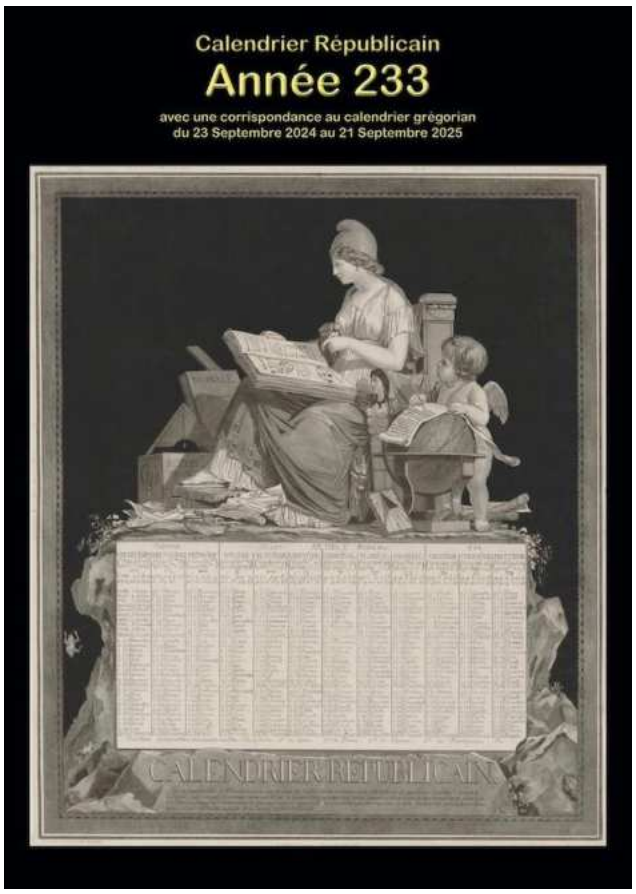
[2] Tratado da sphera, p. D ii V et suivantes : https://archive.org/details/ARes074081v1/page/n155/mode/2up?view=theater

[3] Plus précisément au chapitre 20 que l'on peut lire dans la traduction de son choix ici : https://lire.la-bible.net/lecture/2+rois/20/1
Un passage similaire se trouve au chapitre 38 du livre d'Ésaïe, ici : https://lire.la-bible.net/lecture/esaie/38/1

Le calendrier républicain (enfin) disponible en français

Fabio Savian

Fabio Savian a développé ces dernières années un calendrier républicain, comportant des indications précieuses aux gnomonistes, en italien, puis en anglais avec le soutien de Frank King de la BSS. Nous avons accepté avec enthousiasme la proposition de Fabio Savian de collaborer à une version française !



Couverture du calendrier

Il y a une dizaine d'années, j'ai réfléchi à la conception possible d'un calendrier comportant des photos de cadrans solaires. Pas très nouveau me direz-vous ? En fait mon dessein était aussi, au-delà des images, de fournir des indications quotidiennes utiles au monde de la gnomonique, notamment la valeur de l'équation du temps et celle de la déclinaison du Soleil.

En approfondissant les caractéristiques que devrait avoir un calendrier astronomique, il m'est apparu évident que le calendrier grégorien, aujourd'hui référence internationale, n'avait pas de structure rythmée avec l'orbite terrestre, au contraire du calendrier républicain, né avec la Révolution française dans le sillage du rationalisme scientifique des Lumières, qui s'est traduit en particulier par une volonté de rationalisation du temps et du calendrier, c'est-à-dire de la cadence du temps quotidien et annuel.

On peut considérer qu'il s'agit de la seule approche historique, en Europe, d'un calendrier astronomique, lié à ce cycle du Soleil qui conditionne les activités sociales, le climat et les rythmes biologiques de toute forme de vie. Ce qui caractérise aussi un cadran solaire, non seulement par les marques horaires mais aussi par les courbes de déclinaison, marques calendaires d'origine astronomique.

Dans le calendrier républicain, le début de l'année est celle du jour de l'équinoxe d'automne calculé par l'Observatoire de Paris. Les mois sont divisés non plus en semaines, mais en 3 décades, aux 360 jours étant ajoutés 5 ou 6 jours complémentaires pour compléter le cycle des jours annuels. Les noms des mois sont redéfinis pour s'adapter au cycle de la nature : vendémiaire, brumaire et frimaire en automne, nivôse, pluviôse et ventôse en hiver, germinal, floréal et prairial au printemps, et enfin messidor, thermidor et fructidor en été. Quant aux jours, leurs noms sont désormais dédiés aux noms de fleurs, fruits, légumes, animaux, outils de travail, spécifiques à la période, réaffirmant ainsi davantage le cycle solaire, éliminant toute référence à la religion.

Enfin les journées sont divisées en 10 heures « révolutionnaires », chaque heure en 100 minutes, chaque minute en 100 secondes, reflétant l'approche décimale utilisée pour d'autres unités de mesure. Le 22 septembre 1792, jour de l'équinoxe d'automne, fut ainsi le jour 1 de l'an I de la République française ou vendémiaire an I, jour du raisin.

Mais le calendrier républicain n'eut qu'une brève vie : Napoléon Bonaparte mit fin à l'expérience le 1er janvier 1806, remettant en service le calendrier grégorien (les heures révolutionnaires n'étaient plus en vigueur dès 1795). Même si plus de deux siècles se sont écoulés, ce calendrier a suscité mon intérêt car c'est le seul calendrier astronomique européen, avec quelques imperfections puisque, hormis à l'équinoxe d'automne, les mois ne coïncident pas parfaitement avec les périodes zodiacales, c'est-à-dire avec les arcs de 30° de longitude solaire qui divisent l'écliptique.

La combinaison de la structure astronomique avec la suggestion de noms liés au cycle de la nature m'a convaincu de proposer à nouveau ce calendrier, en étudiant une configuration qui permettrait également de reconnaître la structure du calendrier grégorien, indispensable à notre vie quotidienne. Les pages des mois sont donc les mois du calendrier républicain mais chaque jour indique également le jour du mois grégorien. Par ailleurs, l'évolution des 30 jours du mois républicain s'aligne sur les sept jours de la semaine. De cette manière, chaque jour représenté peut être reconnu avec les caractéristiques des deux calendriers, ainsi que l'équation du temps, la déclinaison du Soleil et la période zodiacale.

Les règles d'insertion du jour bissextile dans le calendrier grégorien et du jour sextile dans le calendrier républicain doivent également cohabiter dans le calendrier.

La première de ces règles est précise et se développe en trois points :

- les années divisibles par quatre sont des années bissextiles,
- celles divisibles par 100 ne le sont pas, malgré le premier point,
- celles divisibles par 400 le sont, prenant le premier point malgré le second.

Ces règles maintiendront en particulier l'équinoxe de printemps autour du 21 Mars pendant les 3 000 prochaines années.



Une page du calendrier

Ces règles font également que le jour de l'équinoxe d'automne est variable, entre le 22 et le 23 septembre, donc pour trouver une correspondance entre les deux calendriers, il faut insérer le jour sextile (le 6ème « jour complémentaire ») pour qu'il corresponde au 1 vendémiaire. Le jour sextile est donc utilisé selon la règle astronomique qui garantit ce principe, la seule synchronisant l'équinoxe d'automne avec le 1 vendémiaire.

La première édition que j'ai faite de ce calendrier, en italien, fut celle de l'année républicaine 224, entre 2015 et 2016. Elle proposait une traduction des jours des mois, des noms créés spécifiquement, nécessitant une traduction créative car ne pouvant pas avoir de correspondance linguistique. Depuis cette date le calendrier fut publié chaque année. Il y a trois ans, grâce à une collaboration avec Frank King de la BSS (British Sundial Society) était édité le premier calendrier républicain en anglais, s'appuyant notamment sur la traduction des noms (des mois et des jours) que l'historien anglais Thomas Carlyle avait proposée en 1837.

Curieusement, il n'y avait pas d'édition en français mais elle sera proposée dès septembre prochain pour l'an 233 (couvrant la période du 22/09/2024 au 21/09/2025) grâce à une collaboration avec Roger Torrenti, responsable de ce magazine, qui a pris en charge le texte introductif et la sélection des photos, et a accepté d'être le point de contact pour la version française du magazine.

Le calendrier est organisé en 7 feuilles de format A3 (297 x 420 mm, vertical), avec une page par mois ainsi qu'une page présentant l'histoire du calendrier et une autre la sphère céleste commentée. Il est distribué au prix (coûtant) de 15 € comprenant les frais d'expédition mais peut être sujet à des variations pour les livraisons vers des pays autres que l'Italie, le Royaume-Uni, et la France. Réservez dès aujourd'hui votre calendrier (version française, anglaise ou italienne) en contactant respectivement Roger Torrenti (roger@torrenti.net), Frank King (fhk1@cl.cam.ac.uk) ou Fabio Savian (fabio.savian@nonvedolora.it).

Cet article est un condensé du texte transmis par Fabio Savian, le texte original (en français) étant accessible ici https://bit.ly/4aVWBL5.

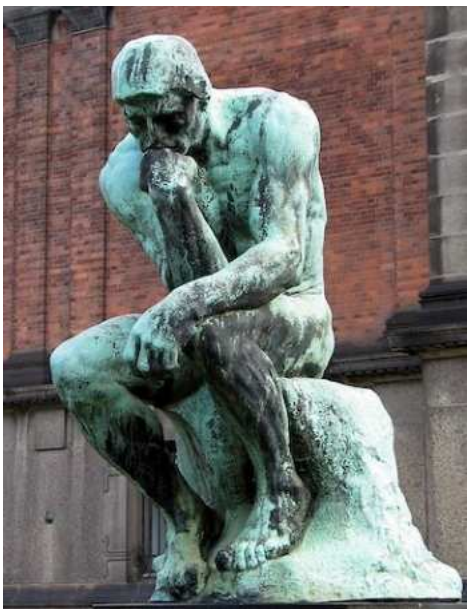
Depuis 30 ans, Fabio Savian apporte une contribution de premier plan à la gnomonique italienne et internationale. Passionné de mathématiques et de design, il a notamment conçu nombre de cadrans solaires, a créé en 2010 le site web www.sundialatlas.eu, un répertoire des cadrans solaires dans le monde, et été cofondateur du magazine *Gnomonica Italiana*, aujourd'hui fusionné avec *Orologi Solari* www.orologisolari.eu.

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUELLE EST L'AFFIRMATION INCORRECTE ?

- Le terme astéroïde vient du grec ancien ἀστεροειδής signifiant « qui ressemble à une étoile ».
- L'équinoxe de printemps est célébré le 19, 20 ou 21 mars, mais il faudra, en France (si le système actuel d'heure légale est maintenu), attendre 2048 pour qu'il soit célébré le 19 et 2102 pour qu'il le soit le 21.
- Tous les satellites artificiels en orbite terrestre, ainsi que la Lune, sont en chute libre autour de la Terre.
- Le phénomène de « lune bleue », popularisé par la chanson *Blue Moon*, se produit lorsque la Lune est à son périgée (au plus proche de la Terre).
- Un des arguments des Grecs anciens pour affirmer la rotondité de la Terre était que les voiles d'un navire s'approchant des côtes apparaissaient avant sa coque.
- L'héliotrope est le nom d'une plante, et aussi d'un instrument, utilisé jusque dans les années 1980, qui permettait aux arpenteurs, grâce à un miroir, de réfléchir les rayons du Soleil à de grandes distances.



UNE ÉNIGME

UNE POCHE CURIEUSE….

Vous savez peut-être déjà que le nom du célèbre « jean » (ou *blue jeans*) vient du fait que le tissu dans lequel il est coupé, le « bleu de Gênes », était utilisé dès le XVIe siècle dans la confection des voiles et des vêtements de la marine génoise. Mais savez-vous à quoi sert cette curieuse petite poche au-dessus de l'une des deux poches principales ? Une indication : cela a rapport avec la mesure du temps…



UN PROBLÈME GNOMONIQUE

VOTRE AMI, ARTISTE RENOMMÉ...

Votre ami, artiste renommé, vous présente sa dernière œuvre : une surface ondulée, représentant une mer agitée, qu'il vient de réaliser sur une façade verticale plein sud. L'œuvre sera inaugurée dans quelques jours, au solstice d'été. Vous lui parlez de gnomonique ; il est enthousiaste, et vous propose d'ajouter à cette œuvre un style parallèle à l'axe de rotation de la Terre, vous demandant de tracer, sur la mer agitée, les lignes horaires de ce cadran original. Vous êtes en vacances, n'avez pas d'ordinateur, ni instrument élaboré, et n'avez que deux ou trois jours. Que faire ?



UN TEST RAPIDE

UN CADRAN ÉQUATORIAL À STYLE HORIZONTAL…

Sauriez-vous donner une indication sur le lieu où a été installé ce très beau cadran équatorial ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Toutes les affirmations sont correctes sauf celle relative à la « lune bleue » qui ne se produit pas lorsque la Lune est à son périgée. En fait, « lune bleue » est un terme employé pour indiquer que c'est la seconde pleine lune observée dans un même mois. Et elle n'est pas plus bleue que d'ordinaire ! C'est un événement rare car le cycle lunaire étant d'environ 29,5 jours, il faut que la première pleine lune se produise au tout début d'un mois pour que la seconde puisse intervenir avant la fin du même mois..

À noter par ailleurs que lorsque la Lune est à son périgée et que c'est une pleine (ou nouvelle) lune, on parle alors de « super lune ».



Photo d'une pleine lune prise à Colmar (France)

UNE ÉNIGME

Cette poche était prévue à l'origine pour y ranger une montre à gousset ! Elle n'a jamais été supprimée.



Montre à gousset ayant appartenu à Marcel Proust (qui ne portait pas de jean !)

SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Vous avez de la chance car la météo prévoit une succession de jours ensoleillés et vous avez votre smartphone avec vous. Dès l'aube, vous fixez avec l'artiste un style droit, parallèle à l'axe des pôles, vers le milieu du mur et dans sa partie supérieure (facile: vous connaissez la latitude du lieu, et l'enfant de votre ami vous a prêté son grand rapporteur et un fil à plomb qu'il a confectionné !), puis... vous attendez le Soleil.

Sur votre téléphone, vous vous connectez à la page d'accueil du site https://heuresolaire.com/ qui, avec sa fonction de géolocalisation, vous permet d'avoir en temps réel l'heure solaire du lieu où vous vous trouvez. Vous attendez chaque heure solaire (voire chaque demi-heure) et tracez avec un feutre fin l'ombre portée par le style sur la surface ondulée. En fin d'après-midi le travail est terminé et ces lignes horaires seront valables pour tous les jours de l'année !

Et vous laissez à votre ami artiste le soin, le lendemain, de peindre les lignes définitives, de l'épaisseur et de la couleur qu'il voudra, recouvrant vos lignes initiales...



Page d'accueil du site mentionné

UN TEST RAPIDE

Puisque le style d'un cadran équatorial est polaire (parallèle à l'axe de rotation de la Terre), ce cadran équatorial à style horizontal est donc installé près de l'équateur terrestre, et plus précisément dans l'un des jardins botaniques de Singapour, à une latitude à peine supérieure à 1° N.



La cité-État de Singapour, en Asie du Sud-Est

SOLEIL EN CAGE

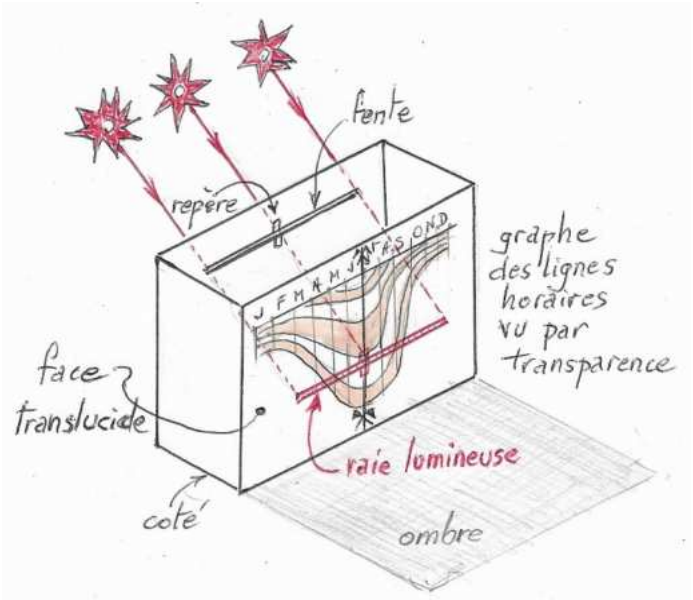
Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr, membre du comité éditorial de ce magazine.



Pour ce numéro a été choisi son « Soleil en cage », un cadran de berger de conception bien originale, différente du traditionnel cadran de berger cylindrique (photo ci-contre). Il est facile à réaliser : par exemple une simple boîte en carton dont une face aura été évidée pour y fixer une feuille de papier calque sur laquelle auront été imprimées les courbes horaires.

Pour plus de détails sur la construction d'un cadran de berger, vous pouvez vous reporter au MOOC cadrans solaires[1] de Roger Torrenti et au blog de David Alberto[2], qui vous permet notamment de télécharger des tracés de courbes horaires pour des latitudes de 42° à 51°.

[1] http://www.cadrans-solaires.info/sequence4/co/1-11-cadran-de-berger.html
[2] https://www.astrolabe-science.fr/cadran-solaire-de-berger-a-fabriquer/




Face (de lecture) opposée au Soleil

Cadran de type "berger" .
Le graphe classique d'un cadran de berger est dessiné sur l'intérieur de la face translucide et comporte donc les courbes des lignes horaires et une division en colonnes mensuelles.
Les rayons du soleil passent par la fente et son repère.
Pour lire l'heure solaire, tourner la cage pour que la tache de lumière du repère soit sur l'axe du graphe (ou jusqu'à ce que l'ombre de la cage soit juste dans le prolongement des cotés)
Repérer le mois en cours et sa colonne, lire l'heure solaire à l'intersection de la raie lumineuse avec les lignes horaires, interpoler dans la plage horaire (entre les lignes).

Petit rappel: la ligne horaire 12h est la plus basse, la ligne juste au-dessus est celle de 11h matin (AM) ou 13h après midi (PM) ainsi de suite ...
Remarque: à chaque position de la raie lumineuse, on peut aussi lire l'heure qu'il était les mois précédents ou celle qu'il sera les mois suivants pour cette hauteur !!!

c.gahon


Face dirigée vers le Soleil

« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal : juin 2024 - ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info

« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).

All issues, as well as each article in each issue separately, can be downloaded free of charge from https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

The paper version of each issue can also be ordered from https://bit.ly/3d4RwY9

The magazine is edited by Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Legal deposit: June 2024 - ISSN 2824-057X

Contact: contact@cadrans-solaires.info

Comité éditorial - Editorial Committee



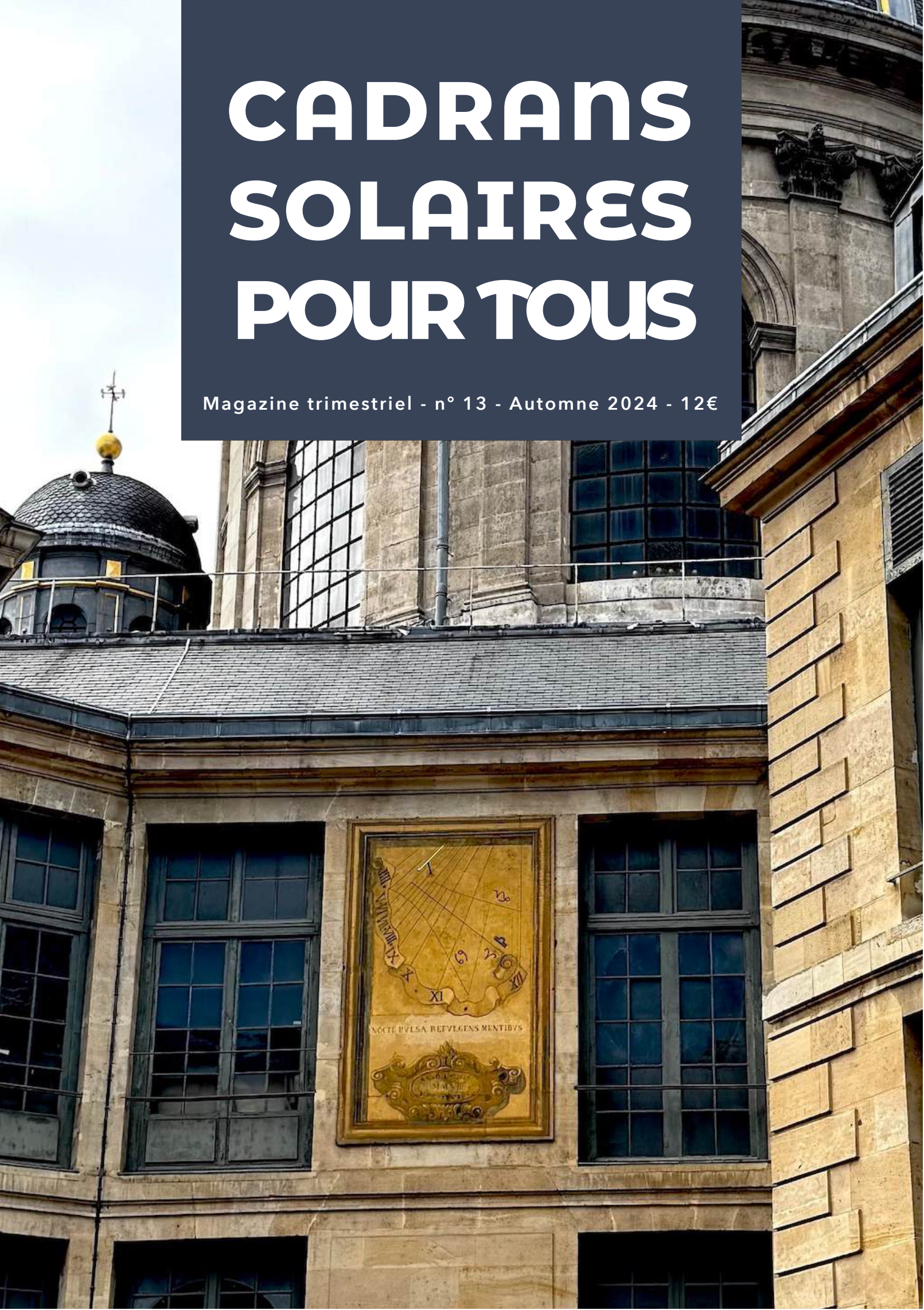
Photo page suivante : cadran solaire diptyque en ivoire, argent et soie, de la seconde moitié du XVII^e siècle (musée national de Varsovie, Pologne)



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 13 - Automne 2024 - 12€



CONTENTS

5 **Editorial**

6 **News**

8 **Chronology of UK sundials – Mike Shaw**

Mike Shaw of the British Sundial Society (BSS) has compiled a chronology of UK sundials for readers of this magazine and invites those wishing to find out more to visit his association's information-rich website https://sundialsoc.org.uk

10 **Eratosthenes of Cyrene - Michèle Tillard**

More than 2,000 years ago, Greek scientists greatly improved knowledge of astronomy. After Aratus, Hesiod, Anaximander and Hipparchus, the author invites us to better understand the work of Eratosthenes, who notably estimated the circumference of the Earth with very good precision...

12 **A compass rose from Provence - Yves Opizzo**

The author invites us to design a compass rose, which can easily be transformed into an azimuth dial. But, passionate about precision, he suggests considering it in 32 directions and, inspired by his beloved Provence, chooses to adorn it with the 32 winds of Provence...

14 **A great example… - Roger Torrenti**

Discover the atypical journey of a gnomonist and dial maker who, without prior knowledge but on the basis of observations and experiments, succeeded with courage, determination and enthusiasm in mastering the field... A great example for all!

16 **GeoGebra simulation of a Capuchin sundial - Stéphane Letemplier**

Do you know this "Capuchin sundial", known since the 16th century, an altitude-based sundial with a very particular shape? The author invites us to find its layout and operating principle considering the celestial sphere and illustrations that he created using the free GeoGebra software.

18 **An inverted declining sundial - Pierre-Louis Cambefort**

Have you already seen, at the Cité des sciences et de l'industrie in Paris, this "inverted sundial" which projects a ray of light at each solar hour and thus allows you to read the present time? The author invites us to design and realize another type of inverted sundial: clever and simple!

20 **Restoration of a Hans Fischer sundial - Elisabeth Regamey**

In issue 6 of this magazine, Elisabeth Regamey had presented the restoration she had carried out of a sundial in the canton of Neuchâtel in Switzerland. Today she presents to us the restoration, in the canton of Vaud, of a sundial designed by the famous Hans Fischer …

22 **The miracle of Ahaz's sundial - Yvon Massé**

God would have caused the shadow of the Sun to recede on the "steps of Ahaz" (palace steps or sundial?) so that Hezekiah, son of Ahaz and king of Judah (8th century BC) may his life be prolonged, death awaiting him... The author continues here to explore the "retrogradation of the shadow" and addresses this miracle.

24 **Sundials on a parameterized surface - Jean-Luc Astre**

Drawing an inclined and declining sundial, featuring Babylonian and sidereal hours dial, etc. Easy, but... have you ever dreamed of designing a sundial on any surface? With the latest version of CadsolOnLine, the dream comes true!

26 **A very useful collaborative and freely accessible tool… - Fabio Savian**

Sundial Atlas is a collaborative, free-to-access tool that lists sundials from around the world: an essential tool, especially when you want to know which sundials you can admire during your next excursion near you or at the other end of the world!

28 **The scaphe of the Gallic Village - Jean-Paul Cornec**

The author takes us to a "solidarity leisure park" in Brittany, the « Village Gaulois » (https://www.levillagegaulois.org), where a fire destroyed a scaphe that he had helped to design. He describes this great achievement and expresses his determination to resurrect the project from its ashes...

30 **In Mulhouse, the Lambert Column - Jean-Marie Moebs**

The author traces the history of a column erected in Mulhouse for the centenary of the birth of Johann Heinrich Lambert, and moved many times. He also investigates the noon mark it displays, pleading for a new restoration of the monument on the occasion of its bicentenary.

32 **Developments of the Egyptian L-shaped dial - Ferdinando Roveda**

Do you know this portable, L-shaped sundial used by the Egyptians 3,500 years ago? The author, starting from the concept of this instrument, leads us, during a long and very original gnomonic journey, to examine its possible variations...

36 **Games and puzzles**

38 **Solutions to games and puzzles**

40 **Corncob - Claude Gahon**



SOMMAIRE

4 Crédits photos et illustrations
5 Éditorial
6 Actualités
8 Chronologie des cadrans solaires du Royaume-Uni - Mike Shaw
10 Ératosthène de Cyrène - Michèle Tillard
12 Une rose des vents de Provence - Yves Opizzo
14 Un bel exemple… - Roger Torrenti
16 Simulation GeoGebra du cadran solaire capucin - Stéphane Letemplier
18 Cadran solaire déclinant inversé - Pierre-Louis Cambefort
20 Restauration d'un cadran solaire de Hans Fischer - Elisabeth Regamey
22 Le miracle du cadran d'Achaz - Yvon Massé
24 Cadrans solaires sur une surface paramétrée - Jean-Luc Astre
26 Un outil collaboratif et libre d'accès bien utile… - Fabio Savian
28 Le scaphé du Village Gaulois - Jean-Paul Cornec
30 À Mulhouse, la colonne Lambert - Jean-Marie Moebs
32 Développements du cadran en L des Égyptiens - Ferdinando Roveda
36 Jeux et énigmes
38 Solutions des jeux et énigmes
40 Épi de maïs - Claude Gahon

Photo de couverture : créé à Paris en 1795, l'Institut de France, surnommé « Parlement du monde savant », regroupe cinq académies : l'Académie française, l'Académie des sciences, l'Académie des inscriptions et belles-lettres, l'Académie des beaux-arts, et l'Académie des sciences morales et politiques. Ses bâtiments sont ornés de trois cadrans verticaux : un cadran quasi-méridional double et deux cadrans déclinants, l'un du matin (côté chapelle), l'autre de l'après-midi (côté bibliothèque Mazarine). Les devises sont respectivement, pour le cadran du matin (sur la photo) NOCTE PVLSA REFVLGENS MENTIBVS Chassant la nuit et illuminant les esprits (le matin : moment de l'éveil spirituel) et, pour le cadran de l'après-midi SOL MATVRAT FRVCTVS MINERVAE Le soleil mûrit les fruits de Minerve (l'après-midi : mûrissement des travaux de l'esprit).

Ci-dessus : l'une des horloges monumentales du musée d'Orsay à Paris, vue depuis l'intérieur du bâtiment, qui abrita jusqu'au début des années 1980 la gare (ferroviaire) d'Orsay.

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Page 4 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) - Photo https://fr.freepik.com/ - Photo Claude Gahon - Image extraite du site mentionné
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Fabio Savian - Photo Roger Torrenti - Photo Fabio Savian
- Pages 8 et 9 : Photos mises à disposition par l'auteur
- Page 11 : Illustration Roger Torrenti
- Page 13 : Illustration Yves Opizzo
- Pages 14 et 15 : Photos mises à disposition par Nicole Aebischer
- Pages 16 et 17 : Illustrations Stéphane Letemplier - Photo Michel Lalos (http://michel.lalos.free.fr/)
- Pages 18 et 19 : Photo et illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 20 et 21 : Photos Elisabeth Regamey
- Pages 22 : Image extraite du site Gallica de la BnF https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15201431/f460
- Pages 24 et 25 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 26 et 27 : Illustrations Fabio Savian
- Pages 28 et 29 : Photos Jean-Paul Cornec
- Page 30 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jacques Mrtzsn - Fichier : Colonne Lambert Mulhouse.jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Nicolas-Marie-Joseph Chapuy / Godefroy Engelmann - Fichier : Colonne Lambert Mulhouse 1829 Engelmann.png – Domaine public)
- Pages 32 à 35 : Illustrations Ferdinando Roveda
- Page 36 : Photo Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Pibcr - Fichier : Petit Beurre LU.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 37 : Illustration Pierre-Louis Cambefort - Document Wikimedia Commons (Auteur : I. Phuyardwik - Fichier : Csa6sol1.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 38 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Lyndon State College Meteorology - Fichier : Courant jet.png– Domaine public) - Illustration d'après document Wikimedia Commons (Auteur : Pibcr - Fichier : Petit Beurre LU.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 39 : Illustration David Alberto - Illustration Roger Torrenti
- Page 40 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 42 : Photo Roger Torrenti



ÉDITORIAL

Au niveau calendrier tout d'abord, deux dates à retenir, détaillées dans les *Actualités* de ce numéro, pages 6 et 7 :

- Le 22 septembre 2024 est le premier jour de l'an 233 de la République française et il est donc encore temps de commander (et de profiter pleinement de) votre exemplaire du *Calendrier républicain* spécial gnomonistes.
- Le 31 octobre est la date limite d'envoi des participations à notre *Concours international Cadrans solaires pour tous 2024* et vous avez donc le temps de peaufiner vos nouvelles, poèmes ou devises.

Au niveau éditorial maintenant, depuis le premier numéro de ce magazine, pensant à notre lectorat (qui ne se limite pas aux spécialistes férus d'histoires et démonstrations détaillées…), nous avons tenu à vous proposer des articles limités à 2 pages (illustrations et photos comprises), avec le cas échéant une version plus détaillée de l'article offerte en téléchargement. Nous remercions tous les auteurs qui se plient à cette forte contrainte (c'est la plupart du temps bien difficile !). Nous inaugurons cependant avec ce numéro les articles de 4 pages, le Comité éditorial ayant jugé pertinent de ne pas refuser des articles soumis par des auteurs et ne pouvant, malgré les efforts de l'auteur et les nôtres, être réduits à 2 pages. C'est le cas de l'article de Ferdinando Roveda en p. 32 à 35. Nous ferons de même à l'avenir lorsque de tels cas se présenteront.

Avec l'ajout d'un tel article, le présent magazine contient donc 13 articles et 42 pages et nous espérons que vous apprécierez son contenu.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

EDITORIAL

First of all, in terms of calendar, two dates to remember, detailed in the *News* section of this issue, pages 6 and 7:

- September 22, 2024 is the first day of the year 233 of the French Republic and there is therefore still time to order (and take full advantage of) your copy of the Special Gnomonist Republican Calendar (in French or in English).
- October 31 is the deadline for submitting entries to our 2024 *Sundials for All International Competition*, so you have time to prepare or polish your short stories, poems or mottos.

At the editorial level now, since the first issue of this magazine, thinking of our readership (which is not limited to specialists keen on quite detailed stories and demonstrations…), we have wanted to offer you articles limited to 2 pages (illustrations and photos included), with where applicable a more detailed version of the article available for download. We thank all the authors who comply with this strong constraint (most of the time it is very difficult!).

However, with this issue we are inaugurating 4-page articles, the Editorial Committee having considered it appropriate not to refuse articles submitted by authors and which can not, despite the efforts of the author and ours, be reduced to 2 pages. This is the case of the article by Ferdinando Roveda on p. 32 to 35. We will do the same in the future when such cases arise.

With the addition of such an article, this magazine therefore contains 13 articles and 42 pages and we hope that you will enjoy its content.

Roger Torrenti
Editorial manager

contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS



Concours 2024

Vous avez jusqu'au 31 octobre 2024 à minuit (UTC !) pour participer à notre *Concours international Cadrans solaires pour tous 2024*.



Envoyez à concours@cadrans-solaires.info une courte nouvelle (2 pages maximum) ou un poème (1 page maximum) ayant pour thème un cadran solaire, voire simplement une devise de cadran solaire que vous aurez imaginée. Un jury, réunissant les membres du Comité éditorial du magazine et présidé par Alix Loiseleur des Longchamps, Michèle Tillard et David Alberto, sélectionnera les lauréats, qui seront dévoilés et mis en valeur dans le n°14 du magazine à paraître début décembre 2024.

Le règlement détaillé du Concours 2024 peut être téléchargé, en français ou en anglais, à l'adresse https://bit.ly/4b8wxg3.

Inspiré par l'emblème des JO 2024



L'emblème des jeux olympiques et paralympiques de Paris (une médaille d'or, le visage de Marianne et une flamme) a inspiré Claude Gahon (claudegahon@yahoo.fr), qui a conçu et réalisé le prototype d'un cadran solaire représentant cet emblème et pivotant autour d'un disque équatorial. On lit l'heure en faisant pivoter l'emblème jusqu'à ce que son ombre sur le disque soit la plus étroite possible.

Une belle idée qui aurait eu toute sa place, dans une version monumentale, à l'entrée du village olympique ou du stade de France, ou sur les bords de la Seine, et qui aurait invité le passant à tourner l'emblème pour lire l'heure…

Un couteau suisse bien utile



Yvon Massé a mis en ligne sur son forum « Aux cadrans solaires » un bien utile « couteau suisse » à l'intention des gnomonistes.

Il permet d'établir la correspondance bilatérale entre les heures légales et les heures solaires, ainsi qu'entre le calendrier usuel (grégorien) et le calendrier zodiacal, ce qui donne notamment en quelques clics l'heure de passage du Soleil au méridien, la date de son entrée dans les différents signes ou d'autres informations classiques propres à la position du Soleil.

Pour l'utiliser, rendez-vous sur https://gnomonique.fr/forum/ et taper « couteau suisse » dans l'outil de recherche du forum.

En téléchargement libre…



Les livres et opuscules produits par le comité éditorial du magazine (*Glossaire gnomonique*, *Chronologie des cadrans solaires* et sa *Frise chronologique* associée, *50 Jeux et énigmes*) et *Le livre du MOOC* sont toujours en téléchargement libre depuis l'adresse ci-après. Profitez-en ! https://www.cadrans-solaires.info/les-livres/.



ACTUALITÉS

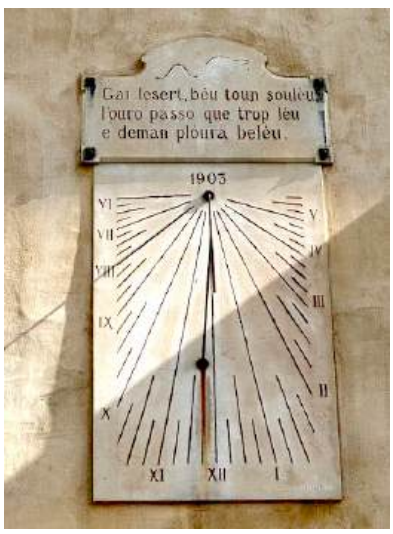
CALENDRIER RÉPUBLICAIN EN FRANÇAIS



L'an 233 de la République française commence le 22 septembre 2024. Il est encore temps de commander (et de profiter pleinement de) la version française de ce calendrier historique et poétique, avec des indications gnomoniques pour chaque jour de l'année et une référence aux dates de notre calendrier grégorien ainsi qu'aux constellations du zodiaque.

Une initiative de l'italien Fabio Savian encouragée par notre magazine. À offrir ou à s'offrir, au prix de 15 € (frais d'expédition inclus) en contactant Fabio Savian par email à l'adresse fabio.savian@nonvedolora.it.

LA MAISON DU LÉZARD…

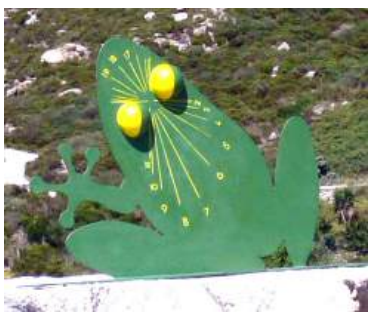


Frédéric Mistral est l'un des deux seuls prix Nobel de littérature écrivant dans une langue régionale non reconnue par son pays. Il occupa successivement trois maisons dans son village de Maillane (Bouches-du-Rhône) où il naquit et mourut.

Sur la façade de la seconde, la « Maison du lézard », un cadran solaire avec une belle devise (en provençal bien sûr) « Gai lézard, bois ton soleil, l'heure ne passe que trop vite et demain il pleuvra peut-être ». Sa troisième et dernière demeure (en face de la « Maison du lézard ») est devenue le musée qui lui est consacré.

En cours de rénovation, il rouvrira ses portes fin 2024. Une visite à ne pas manquer si vous passez par le massif des Alpilles, près de Saint-Rémy-de-Provence. D'ici là, lisez ou relisez Mirèio, le « Poème provençal » de Frédéric Mistral !

UNE ÉNORME GRENOUILLE…



Ne soyez pas étonné, si vous passez par la belle commune de Aiello del Friuli, dans la province italienne d'Udine, d'apercevoir… une énorme grenouille sur une place publique !

C'est l'une des dernières créations du prolifique Fabio Savian (fabio.savian@nonvedolora.it), un cadran solaire monumental vertical à deux faces, indiquant les heures italiques et babyloniques, par l'ombre (tangente à une ligne horaire) des yeux (demi-sphères) de l'amphibien.



UNE MINE D'OR À VISITER OU REVISITER…

Le site web du tant regretté Michel Lalos, véritable mine d'or pour tous les amateurs de gnomonique et de cadrans solaires, est toujours en ligne http://michel.lalos.free.fr/. Nous ne pouvons que conseiller à tous de prendre un moment pour le visiter ou le revisiter…

CHRONOLOGIE DES CADRANS SOLAIRES DU ROYAUME-UNI

Mike Shaw

Mike Shaw de la British Sundial Society (BSS) a compilé pour les lecteurs de ce magazine une chronologie des cadrans solaires du Royaume-Uni et invite les lecteurs désirant en savoir plus à visiter le site (riche d'informations) de son association https://sundialsoc.org.uk



Cadran canonial à Bewcastle, considéré comme le plus ancien du Royaume-Uni



Vieux cadran-globe dans un jardin anglais



Cadran icosaédrique (20 faces) au palais de Holyrood à Édimbourg



Cadran double traditionnel de John Knox à Édimbourg



Cadran avec putti dans un jardin anglais



Cadran dans les jardins d'un château du pays de Galles



Vieux cadran vertical avec épigramme



Sphinx supportant un cadran-croix à Port Sunlight (Angleterre)



Héliochronomètre Pilkington & Gibbs



Grand cadran horizontal avec emblème du Rotary dans un parc public de Melton Mowbrey (Angleterre)



« Cadran aux dauphins » donnant l'heure légale à l'Observatoire de Greenwich



Cadran vertical commémoratif moderne à l'extérieur d'un musée des sciences



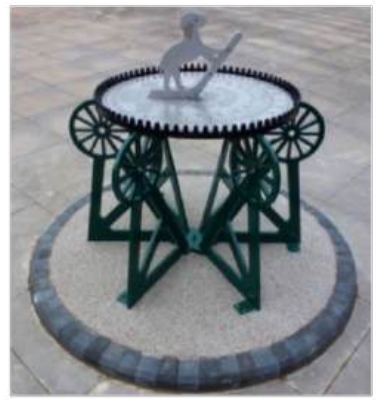
Cadran polyédrique moderne à Bolton, Angleterre



Cadran analemmatique moderne dans l'espace public d'un village anglais



Cadran vertical moderne sur le mur d'une église



Cadran moderne avec un Bedlington terrier s'appuyant sur le style



Cadran équatorial monumental près du Tower Bridge à Londres



Cadran polaire dans un jardin privé : les courbes de déclinaison correspondent aux anniversaires des membres de la famille

ÉRATOSTHÈNE DE CYRÈNE

Michèle Tillard

Il y a plus de 2 000 ans, des savants grecs ont beaucoup amélioré les connaissances en astronomie. Après Aratos, Hésiode, Anaximandre et Hipparque, l'autrice nous invite à mieux connaître les travaux d'Ératosthène, qui estima notamment avec une très bonne précision la circonférence de la Terre…

Né à Cyrène, cité grecque de l'actuelle Libye, à l'époque sous la domination de l'Égypte des Ptolémées, Ératosthène (276-194)* se définit d'abord comme un homme libre : sa vie, dans une période particulièrement troublée, a été retracée dans un beau roman de Thierry Crouzet, *Ératosthène* (Éditions l'Âge d'homme, 2014).

* sauf mention contraire, toutes les dates ci-dessous sont à comprendre "avant J.-C.

Il étudie sous la direction du grammairien Lysanias, puis il quitte Cyrène pour Athènes, où il suit quelque temps l'école stoïcienne, et où il rencontre peut-être Zénon ; mais il se refuse à se limiter à une seule école philosophique, et il fréquente également Arcésilas de Pytane, élève du mathématicien et astronome Autolycos, fondateur de la Nouvelle Académie, Ariston de Cos, scholarque du Lycée, et Bion le Cynique. Fort de cette expérience multiple, il écrit un *Contre les philosophes* qui lui vaudra la haine de l'ensemble de ceux-ci. Il part ensuite, vers 237, à Alexandrie, où Ptolémée III Évergète le nomme précepteur de Ptolémée IV Philopator, puis en 234 directeur de la Grande Bibliothèque, où il succède ainsi à Callimaque de Cyrène et à Apollonios de Rhodes. Il le restera jusqu'à sa mort en 194, sous Ptolémée V. C'est peu après son arrivée à Alexandrie qu'il commence, en 235, une correspondance amicale et scientifique avec Archimède, jusqu'à la mort de celui-ci en 212.

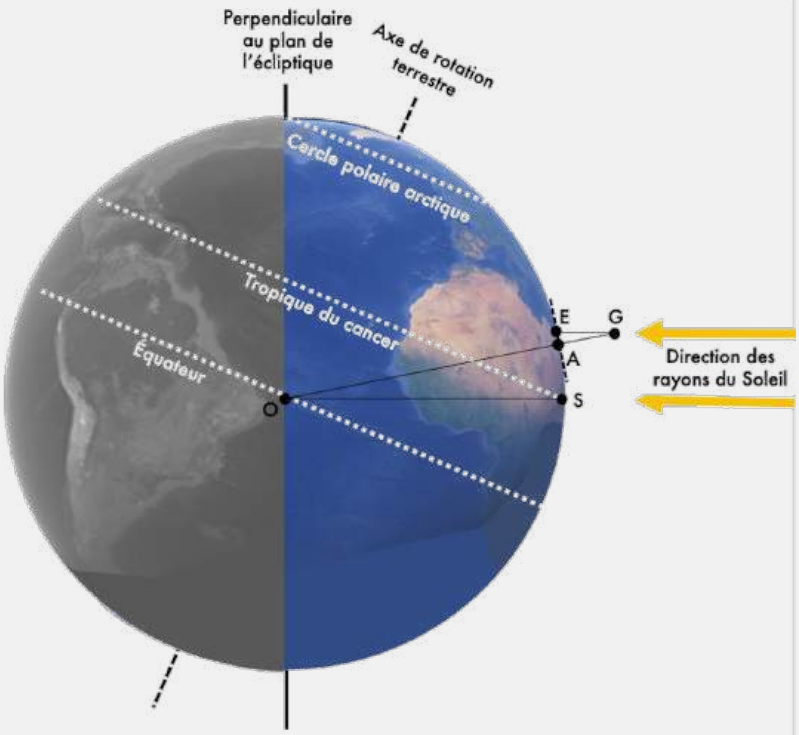
Comme en philosophie, il revendique un grand éclectisme dans ses recherches : il sera à la fois poète, philosophe, mathématicien, astronome, géographe, historien et lexicographe. Son œuvre scientifique est considérable et couvre donc de nombreux domaines :

- En mathématique, il inventa le « crible » (κόσκινος) qui porte son nom[1], et qui permet de déterminer simplement les nombres premiers (un nombre premier n'est divisible que par 1 et par lui-même) inférieurs à un nombre donné.
- Il fut l'un des inventeurs de la géographie, et reconnu comme tel par Strabon, qui le cite abondamment, notamment dans les livres I et II de sa *Géographie*.
- Il s'intéresse aux calendriers et à la mesure du temps : il propose une chronologie universelle fondée sur la guerre de Troie, qu'il situe en 1184-1183, une approximation assez juste puisque les fouilles archéologiques ont déterminé une date autour de 1200 ; et il compose un traité sur les calendriers appelé l'*Octaétéride* pour tenter de faire coïncider le cycle lunaire et le cycle solaire. Il influença probablement la réforme de Ptolémée III, qui ajoutait un jour supplémentaire tous les quatre ans au calendrier de Solon : cette réforme de 238, appelée « décret de Canope », préfigurait le calendrier julien.

Mais il est surtout connu pour avoir calculé la circonférence de la Terre, en se fondant sur les travaux de ses prédécesseurs, tout en les dépassant par une intuition géniale. Il part tout d'abord de l'hypothèse d'Aristarque : le Soleil est en fait plus gros que la Terre, et il en est très éloigné. Ses rayons sont donc pratiquement parallèles entre eux. Il connaît la tentative assez malheureuse de Dicéarque (375-285) qui avait abouti à un calcul de 300 000 stades égyptiens (le stade égyptien mesure 157,50 m).

Mais Ératosthène part d'un fait observé : dans la ville de Syène (aujourd'hui Assouan en Égypte), au solstice d'été, le Soleil illumine brièvement à midi solaire le fond d'un puits ; il est donc alors parfaitement à l'aplomb de la surface terrestre (au zénith). Or il en va différemment à Alexandrie où il mesure l'ombre portée d'un gnomon, au solstice d'été à midi solaire, et l'angle formé par les rayons du Soleil avec la verticale (voir schéma page suivante). Il trouve 1/50ème d'angle plein (soit 360°/ 50 = 7,2°) Quant à la distance entre Syène et Alexandrie, il l'obtient grâce aux mesures des arpenteurs de Ptolémée (plus anecdotiquement par le nombre de pas des chameaux entre les deux villes) et trouve 5 000 stades (787,50 km). Il en déduit que la circonférence de la Terre est donc de 5 000 x 50 stades (39 375 km), soit, à 2% près, les valeurs calculées aujourd'hui : 40 075 km à l'équateur, 40 008 km pour un méridien !

[1] https://fr.wikipedia.org/wiki/Crible_d%27%C3%89ratosth%C3%A8ne



Sur l'illustration ci-contre, O est le centre de la Terre, S la ville de Syène et A celle d'Alexandrie, AG le gnomon installé à Alexandrie, AE l'ombre projetée par le gnomon sur le plan horizontal.

Nous sommes au solstice d'été, à midi solaire à Syène et Alexandrie ; les deux villes sont sur le même méridien (hypothèse acceptable d'Ératosthène). Le Soleil est au zénith à Syène ; la latitude de cette ville peut justifier de la considérer comme située sur le tropique du Cancer.

Les angles $\widehat{SOA}$ et $\widehat{AGE}$ sont égaux puisque OS et EG sont parallèles.

Ératosthène ayant mesuré une valeur de 1/50ème de 360° pour l'angle $\widehat{AGE}$, il en déduit que la distance (l'arc de méridien) SA (787,50 km) correspond au 50ème de la circonférence de la Terre.

D'où son estimation de 39 375 km pour la circonférence de notre planète, qui s'avère encore aujourd'hui comme une estimation d'une bonne précision : les mesures par Ératosthène de la distance SA et de l'angle AGE ont été faites avec beaucoup de rigueur (même si une heureuse compensation des erreurs existe) !

Il aurait également calculé l'obliquité terrestre (inclinaison de son axe de rotation par rapport à l'écliptique, plan de sa révolution autour du Soleil), peut-être après Pythéas, dont il fut le premier à prendre le récit au sérieux.

Son œuvre la plus importante s'intitule *les Catastérismes*. Elle a été publiée en 2013 aux éditions Les Belles-Lettres (édition critique de Jordi Pâmias I Massana et traduction de Arnaud Zucker, avec une remarquable introduction). Bien qu'inspiré d'Aratos[2], ce n'est pas un catalogue d'étoiles, mais plutôt un travail mythographique, rappelant la transformation de héros ou d'objets en constellations.

Nous ne la connaissons aujourd'hui que par un épitomé (condensé d'ouvrage) et quelques fragments ; on ne sait pas grand-chose de l'original, antérieur d'un siècle à l'œuvre d'Hipparque[3]. Il consiste en l'examen systématique des constellations, établissant un catalogue de 736 étoiles sur les quelque 3 000 visibles à l'œil nu dans le ciel d'Alexandrie ; il ne s'agit donc que d'un choix assez limité d'étoiles, sélectionnées pour leur éclat et leur position marquante, permettant d'identifier la figure ou l'une de ses parties, ou encore un lever ou un coucher significatif pour déterminer l'heure ou la saison.

Chaque constellation fait l'objet d'une notice, en deux parties : l'une donne une description purement astronomique (inventaire et position des étoiles), l'autre un récit sur le destin du personnage, jusqu'à sa catastérisation, c'est-à-dire sa métamorphose en constellation.

L'œuvre comprend 44 chapitres : 42 pour les constellations, 1 pour les planètes et 1 pour la Voie lactée. Mais la réalité astronomique passe au second plan, au profit de l'exposé mythographique. On ne trouve en effet aucune référence, dans *les Catastérismes*, aux nombreux ouvrages décisifs qui les ont précédés, de *La Sphère en mouvement* d'Autolycos (v. 330) aux traités d'Euclide, en passant par *Les Dimensions et distances du Soleil et de la Lune* d'Aristarque de Samos, le *Traité des coniques* d'Apollonios de Pergè ni même les traités d'Archimède qu'il devait pourtant tout particulièrement connaître… On peut donc dire que dans son ouvrage, Ératosthène fait essentiellement un travail de mythographe, plus que d'astronome.

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com) a été professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire. Autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (accessibles via son site https://philo-lettres.fr/) elle a également publié de nombreux ouvrages, son dernier étant *Les Étrusques*)

[2] Voir article sur Aratos dans le numéro 11 du magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11.pdf

[3] Voir article sur Hipparque dans le numéro 7 du magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7.pdf

UNE ROSE DES VENTS DE PROVENCE…

Yves Opizzo

L'auteur nous invite ici à tracer une rose des vents, qui pourra se transformer facilement en cadran d'azimut. Mais, passionné de précision, il suggère de tracer une rose des vents à 32 directions et, inspiré par sa Provence bien aimée, choisit pour l'orner les 32 vents de Provence…

Ah, ma Provence adorée et dorée ! Le climat idyllique, la mer, les montagnes, les fleuves et rivières, les lacs, déserts, villages sublimes, calanques profondes… tout attire chez toi !

Tout ? Peut-être pas le vent, tout de même, mais quel vent ? On n'en compte pas moins de 32, venant, comme il se doit, d'autant de directions différentes. Il n'en faut pas davantage pour penser aux 32 points du compas (grande boussole marine). Peut-être vous demandez-vous d'où viennent ces points, pourquoi pas un multiple de 10 ? C'est très simple : il est bien plus aisé de couper un angle en deux dans sa tête, plutôt qu'en cinq. Donc, coupons en deux le cercle, puis les deux parties en deux, les quatre en deux, les huit en deux, et les seize en deux, et nous avons nos points mentionnés. En allant encore plus loin, en multipliant par vingt, nous obtenons la graduation « militaire » 640, qui est celle de mon théodolite T2 de Wild (dans les 70 ans).

Mais continuons cette joyeuse série et divisons encore par 2, ce qui donne 64, par 2, 128, par 2, 256, par 2, 512 et encore par 2, 1024 (ou 2^{10}), chiffre que l'on retrouve dès le début de l'informatique (1 octet étant égal à 8 bits) : 1 Kilooctet (Ko) = 1 024 octets, 1 Mégaoctet (Mo) = 1 024 Kilooctets, etc.

La mathématique et l'informatique feraient-elles bon ménage avec la poésie ? Oui ! Et en voici une preuve : les noms poétiques de ces vents provençaux indiquent vraiment une direction géographique.

Alors, plutôt que dessiner une rose des vents banale, avec seulement quelques rayons, pourquoi ne pas utiliser les 32 vents de Provence ? Vous n'habitez pas là ? Qu'importe, il suffira de remplacer les noms par d'autres, que ce soient des vents, des villes ou autre chose. Et en plaçant un style droit exactement au centre de votre rose des vents, le Soleil, par l'ombre du style, vous indiquera son azimut du moment (à l'opposé de l'ombre), sa direction par rapport au sud pour les astronomes.

Les navigateurs comptent l'azimut depuis le nord, mais ce n'est qu'une convention. Il serait facile aussi d'obtenir la hauteur du Soleil (ou de la Lune d'ailleurs), mais les cercles dépendront de la hauteur du style.

Or, azimut et hauteur sont les deux coordonnées dites locales d'un astre. La rose des vents devient alors un objet assez fascinant, donnant diverses informations. Nous reparlerons de ces coordonnées locales, censées ne pas être « déplaçables ».

Et comme vous avez déjà vu dans ce magazine[1] qu'un théodolite est un merveilleux instrument permettant de mesurer des angles avec une grande précision, vous pourrez facilement tracer la rose au sol, voire en partie sur un mur ou même sur deux. Avec un très grand rapporteur, comme celui décrit dans un précédent numéro du magazine[2], vous n'aurez aucune difficulté majeure pour ce tracé.

Mais il vous faudra d'abord trouver le nord. En l'occurrence, une bonne boussole pourrait suffire, c'est vrai. Mais si vous avez construit le rapporteur en question, ou mieux encore si vous pouvez vous procurer un théodolite, même purement mécanique, donnez-vous un peu plus de peine pour trouver le méridien du lieu, ce n'est pas si difficile. Google Earth peut d'ailleurs vous aider fort efficacement.

Rappelons ici les formules pour calculer azimut (Az) et hauteur (h) de tous les astres, donc du Soleil et de la Lune (φ est la latitude du lieu, δ la déclinaison de l'astre, qui change sans cesse pour le Soleil et pour la Lune, AH l'angle horaire en degrés, donc le TVL (temps vrai local) converti en degrés avec 1 ° = 4 min (attention : le point . signifie multiplication) :

$$Az = \arctan (\sin AH / (\sin \varphi . \cos AH - \cos \varphi . \tan \delta))$$

$$h = \arcsin (\sin \varphi . \sin \delta + \cos \varphi . \cos \delta . \cos AH)$$

Vous pourriez tout aussi bien graver le nom de villes lointaines se trouvant dans cet azimut, en partant de la "route orthodromique", bien connue des navigateurs, qui la nomment "route-fond".

---

[1] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/05/mag-CSpour-tous-n12_Y-Opizzo.pdf
[2] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_Y-Opizzo.pdf

C'est un arc de cercle censé rejoindre en « droite ligne » deux points quelconques à la surface du globe. Il faut connaître les coordonnées géographiques des points de départ et d'arrivée pour déduire l'azimut théorique à suivre afin de tomber sur le point cherché.

$$Az = \arctan \frac{\sin(\lambda 2 - \lambda 1)}{\sin \varphi 1 \cdot \cos(\lambda 2 - \lambda 1) - \cos \varphi 1 \cdot \tan \varphi 2}$$

Avec

- Az, l'azimut sous lequel le lieu de destination est relevé depuis le lieu de départ
- φ1 et λ1, les coordonnées géographiques du lieu d'installation, par exemple Nice
- φ2 et λ2, les coordonnées géographiques du lieu visé, par exemple Abidjan

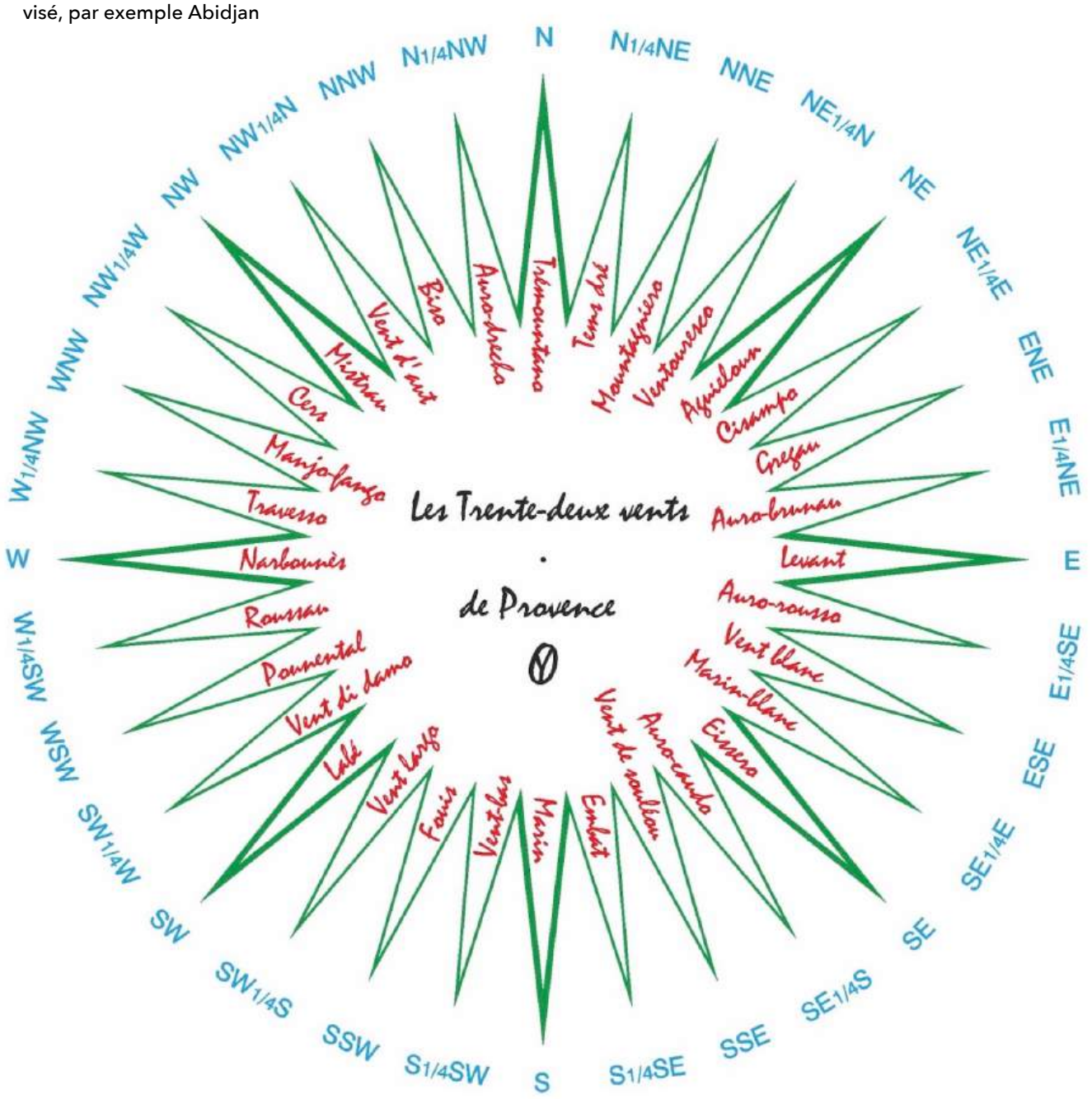
Le calcul de la distance en km entre ces deux points sera effectué comme suit :

$$d = \arccos(\sin \varphi 1 \cdot \sin \varphi 2 + \cos \varphi 1 \cdot \cos \varphi 2 \cdot \cos(\lambda 2 - \lambda 1))$$

$$\text{Distance} = d \cdot 60 \cdot 1{,}852$$

Et voici ce que pourrait donner cette rose des vents peu ordinaire, que vous pourriez rendre encore plus poétique avec des fleurs variées, des pierres colorées, voire des « semi-précieuses » qu'il est aisé de se procurer de nos jours, pour quelques euros seulement.

Laissez faire votre imagination, votre sensibilité propre, sans imiter pour autant. Vous recevrez un jour un sublime cadeau naturel.



Le gnomoniste et cadranier Yves Opizzo yves@opizzo.de a publié 14 ouvrages et de très nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : http://opizzo.de/

UN BEL EXEMPLE… Roger Torrenti

Découvrez le parcours atypique d'une gnomoniste et cadranière qui, sans connaissance préalable mais sur la base d'observations et d'expérimentations, a réussi avec courage, détermination et enthousiasme, à maîtriser le domaine… Un bel exemple pour tous !

Nicole Aebischer aebischer.nicole@wanadoo.fr est née en 1931 à Paris et y fait ses études, obtenant en 1954 un diplôme d'Ingénieur opticien de l'École Supérieure d'Optique (SupOptique), aujourd'hui sur le campus de Paris-Saclay. Invitée au mariage à Besançon de sa meilleure amie, elle rencontre à cette occasion son futur époux Yves et s'établit rapidement dans cette ville, berceau historique de l'horlogerie française dont le Musée du temps, aux riches collections a été inauguré en 2002, une ville se revendiquant « capitale du temps ». Elle travaille comme ingénieure de recherches au laboratoire d'optique de la faculté des sciences de Besançon jusqu'en 1988, année où elle est contrainte de prendre une retraite anticipée pour raisons de santé.

C'est seulement alors qu'elle s'intéresse à la mesure du temps et plus particulièrement aux cadrans solaires, se rappelant une expérience de jeunesse décevante (elle avait alors 12 ans) : elle avait planté un bâton dans un champ et avait essayé en vain d'associer le mouvement de l'ombre du bâton à l'heure de sa montre…

Sans connaissance en gnomonique, elle part du constat que les cadrans solaires indiquent traditionnellement l'heure solaire et nécessitent donc (depuis que l'on est passé de l'heure locale à l'heure légale par la loi du 14 mars 1891 unifiant l'heure sur l'ensemble de l'Hexagone), des conversions longues et compliquées pour en déduire l'heure légale, celle de nos montres. Il faut en effet, pour déduire l'heure légale de l'heure solaire (donnée par un cadran solaire), effectuer une correction de longitude, ajouter l'équation du temps, tenir compte enfin de l'éventuelle « heure d'été ». Nicole Aebischer refuse cette situation et, « sans faire de calcul, mais avec de la suite dans les idées », se demande comment faire indiquer directement l'heure légale par un cadran solaire qui serait alors « vraiment utile »…

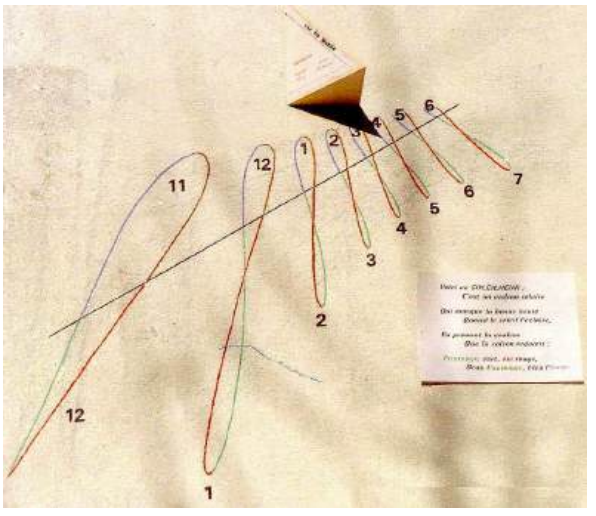
Elle commence par fixer des styles tétraédriques sur 3 murs de sa maison (orientés SE, SO et NO) et note à chaque heure entière de la montre la position de l'ombre de leur extrémité, jour après jour, saison après saison, et ce pendant 3 ans ! Les jours ne sont en effet pas tous ensoleillés à Besançon…

Elle voit se former des « huit », ces analemmes (reflétant l'évolution de l'équation du temps) qui figurent quelquefois dans les cadrans autour de la ligne de midi solaire, voire sur chaque ligne horaire ou sur le côté du cadran.

Elle tient son cadran à heure légale !

Commence alors la longue saga du « Soleilheur », le nom générique qu'elle donne aux cadrans solaires qu'elle conçoit et réalise, marque qu'elle dépose en 1991 et qu'elle accompagne d'une demande de brevet[1] pour des « Cadrans solaires à heure légale panoramiques », panoramiques car conçus (ils sont tracés sur plusieurs plans contigus ou sur des surfaces concaves, cylindriques) pour pouvoir être éclairés toute la journée, offrant donc une large plage de lecture de l'heure…

Au fil du temps elle améliore et étend son concept : elle utilise des couleurs différentes pour le tracé des analemmes afin de distinguer les saisons et rendre la lecture plus facile, met en valeur des courbes diurnes (tracées mois par mois), découvre l'intérêt des styles polaires et des cadrans équatoriaux, utilise une double indication des heures (l'une pour l'heure d'hiver, l'autre pour l'heure d'été), et propose des cadrans en deux parties, pivotants, chaque partie étant consacrée à une période de l'année (du solstice d'hiver au solstice d'été et du solstice d'été au solstice d'hiver) les analemmes étant alors scindés en 2 « S » et devenant plus faciles à lire.



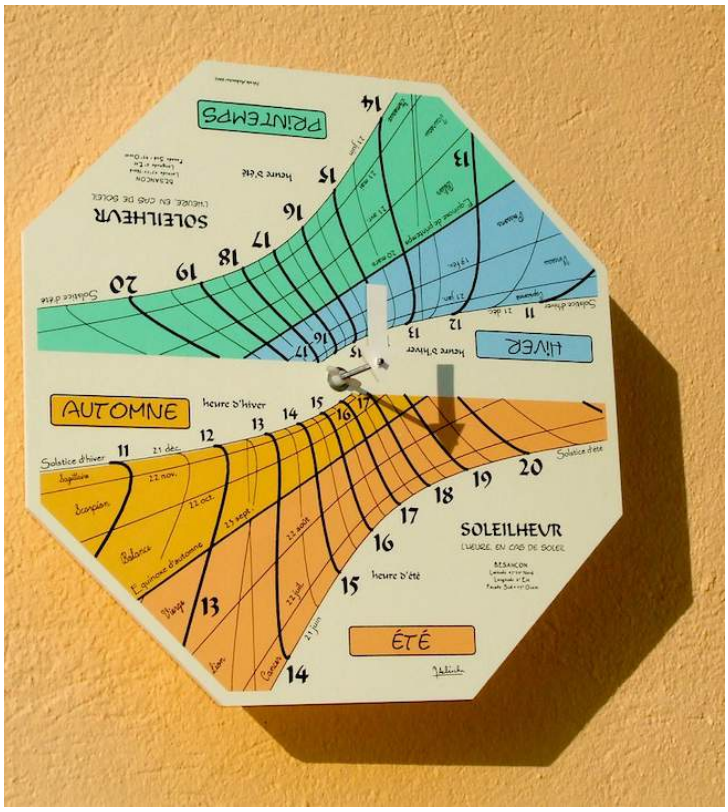
Un soleilheur de façade de Nicole Aebischer

En parallèle, elle complète ses connaissances par la lecture d'ouvrages spécialisés et bien entendu réalise ou fait réaliser de nombreux cadrans de façade[2], cadrans équatoriaux, cylindriques, etc. et a même commercialisé de petites éditions. Nicole Aebischer a également conduit le développement d'un logiciel[3], baptisé Wincad, pour tracer des « soleilheurs », d'une précision annoncée de 1 minute... Enfin elle a vu des articles consacrés à ses travaux, paraître dans des revues, comme ceux parus[4] dans Opto en 2009 et 2010.

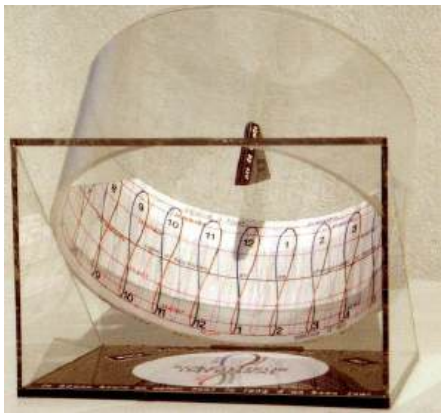
Elle a enfin, avec le sculpteur Paul Gonez, développé le projet d'un soleiheur monumental qui attend de trouver sa place dans un espace public de Besançon.

Cette « saga du Soleilheur » est détaillée sur le blog http://soleilheur.blogspot.com/ et le site http://soleilheurs.fr/ de Nicole Aebischer.

Le mérite de Nicole Aebischer tient moins à l'originalité des beaux cadrans qu'elle a conçus et construits (il existait déjà, à l'époque où elle créait ses soleilheurs, des cadrans donnant l'heure moyenne voire légale) qu'à sa démarche : partant de 0 elle a découvert, petit à petit, par l'observation et l'expérimentation, les « secrets » de la gnomonique, puis approfondi ses connaissances par la lecture d'ouvrages spécialisés, et poursuivi avec obstination et enthousiasme sa démarche jusqu'à ce qu'elle devienne une gnomoniste - cadranière confirmée.



Un soleilheur de façade pivotant



Soleilheur équatorial



Maquette d'un soleilheur monumental

Aujourd'hui âgée de 92 ans, et résidant toujours dans le Doubs, Nicole Aebischer conserve un enthousiasme intact et est ravie de partager ses connaissances et son expérience avec le plus grand nombre. Un bel exemple pour tous ceux que la gnomonique intéresse. Observez et expérimentez, essayez de comprendre, lisez des ouvrages spécialisés ou suivez des cours en ligne, et vous serez heureux de progresser rapidement dans ce domaine a priori complexe mais en réalité assez simple et passionnant. Enfin, partagez votre savoir !



Cet article a été élaboré sur la base d'échanges avec Nicole Aebischer et des documents qu'elle a aimablement mis à notre disposition (disponibles en téléchargement par les liens ci-dessous).

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheur_Brevet.pdf
[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheur-Facade.pdf
[3] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheur_Cahier-charges.pdf
[4] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/06/Soleilheurs_Opto.pdf

Simulation GeoGebra du cadran solaire Capucin

Stéphane Letemplier

Connaissez-vous ce « cadran capucin » décrit au XVI^e siècle, cadran solaire de hauteur à la forme si particulière ? L'auteur nous invite à retrouver son tracé et son principe de fonctionnement à partir de la sphère céleste et d'illustrations qu'il a créées en utilisant le logiciel libre GeoGebra.

Le logiciel de géométrie dynamique GeoGebra permet de simuler de nombreux cadrans solaires. Il offre la possibilité de les animer en fonction des différents paramètres (latitude, déclinaison, heure…) à l'aide de curseurs, ce qui permet de visualiser différentes configurations. De plus, voir simultanément en 2 et 3 dimensions fait de ce logiciel un outil pédagogique intéressant pour la compréhension des cadrans solaires.

L'objectif de la simulation présentée ici est de montrer le lien entre la sphère céleste et le cadran de hauteur capucin. Elle a été conçue suite à la lecture d'un article d'Yvon Massé (https://gnomonique.fr/gnomon/democh.htm).

Un cadran de hauteur capucin est constitué de cinq éléments (voir fig. 1) :

- Une échelle de date (segment rouge).
- Une cordelette lestée (demi-droite verte) dont le point de suspension peut être déplacé sur l'échelle des dates.
- Une perle coulissante sur la cordelette (point vert).
- Un « capuce » (rappelant le capuchon en pointe des moines capucins) formé de deux arcs de cercle avec des lignes horaires (lignes bleues),
- Deux pinnules (petits segments noirs) pour viser le Soleil.

Théoriquement, pour chaque latitude, il faut utiliser un cadran différent.

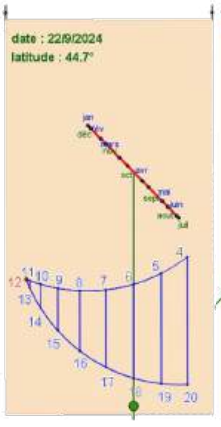


fig. 1

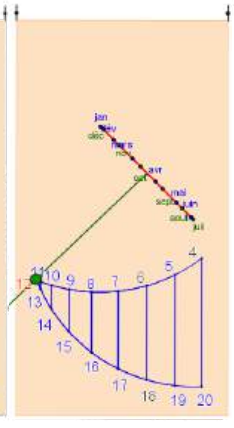


fig. 2

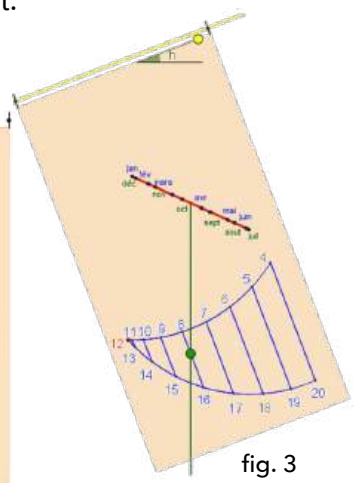


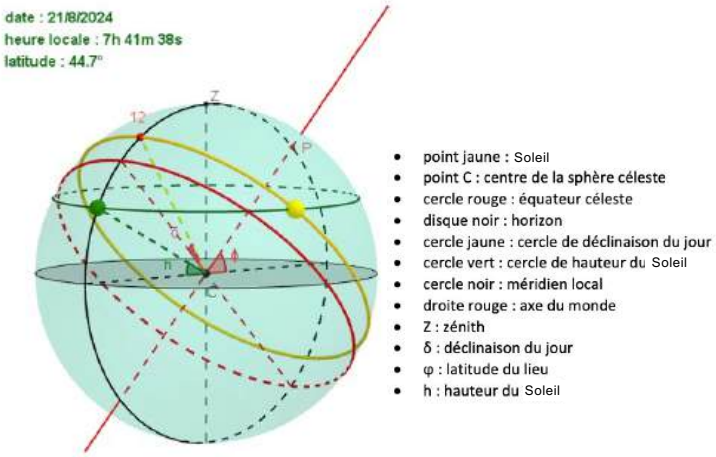
fig. 3

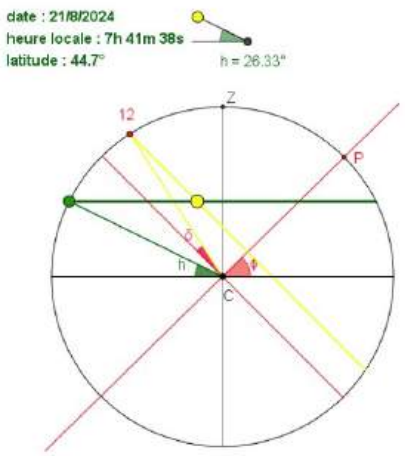
Pour déterminer l'heure solaire, il faut :

- placer l'extrémité de la cordelette sur la date du jour (fig. 1),
- tendre la cordelette de façon à ce qu'elle passe par la pointe du capuce puis régler la perle en la faisant coulisser jusqu'au point 12 h (fig. 2),
- maintenir le plan du cadran verticalement,
- lâcher la cordelette lestée, puis à l'aide des pinnules, incliner le cadran dans la direction du Soleil (fig. 3),
- lire ensuite l'heure solaire indiquée par la perle.

Sur la figure 3, on lit 8 h ou 16 h selon le moment de l'observation (matin ou après-midi).

Voyons maintenant le lien entre la sphère céleste et les différents éléments du cadran capucin. Ci-dessous, la sphère céleste, et, au bas de la page, sa projection orthogonale dans le plan du méridien local.

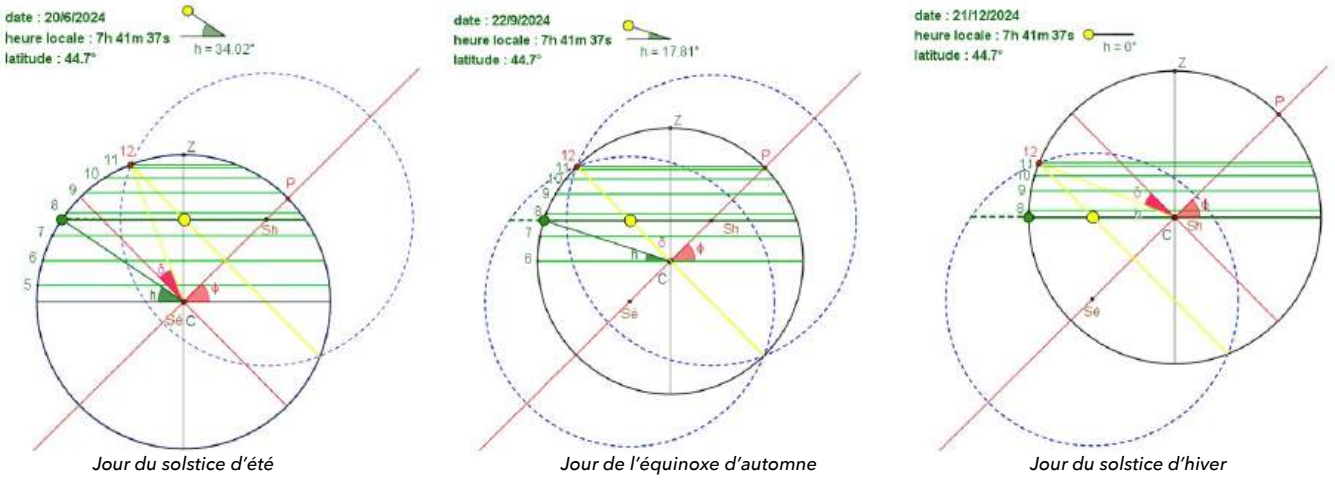




Sur la figure 4, les segments verts sont les projections des cercles d'égales hauteurs pour chaque heure entière où le Soleil est au-dessus de l'horizon. Chaque segment, sauf celui de 12 h, correspond à la hauteur du Soleil pour une heure du matin et une heure de l'après-midi : 11 h - 13 h, 10 h - 14 h... Le segment jaune, projection du cercle de déclinaison du Soleil, est fixe. C'est le rayon du cercle méridien qui varie en fonction de la déclinaison du Soleil (date).

Son centre C se déplace sur l'axe du monde entre le point Sé au solstice d'été et le point Sh au solstice d'hiver. Quelle que soit la date, le point 12 h est fixe. Le point vert, extrémité gauche du segment de hauteur du Soleil pour une heure donnée, se déplace horizontalement (sur le segment en pointillés) en fonction de la date, entre le cercle méridien au solstice d'été, et le cercle méridien au solstice d'hiver (cercles en pointillés). Ce point indique l'heure solaire.

fig. 4



Jour du solstice d'été — *Jour de l'équinoxe d'automne* — *Jour du solstice d'hiver*

Si maintenant on trace chaque segment correspondant aux déplacements de chaque point vert sur chaque heure entière au dessus de l'horizon (ainsi que sur celle juste en-dessous) au solstice d'été, à partir du solstice d'été jusqu'au solstice d'hiver, et en ne conservant que les arcs de cercle utiles, on obtient la figure 5. Après une rotation de l'ensemble de 90° autour du point C dans le sens antihoraire, on obtient la figure 6. En ne conservant que les lignes horaires et les arcs de cercle, en traçant une échelle de date sur l'axe du monde puis en ajoutant deux pinnules, on obtient un cadran de hauteur capucin.

fig. 5

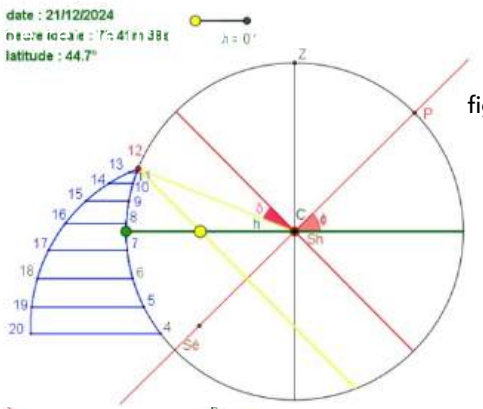
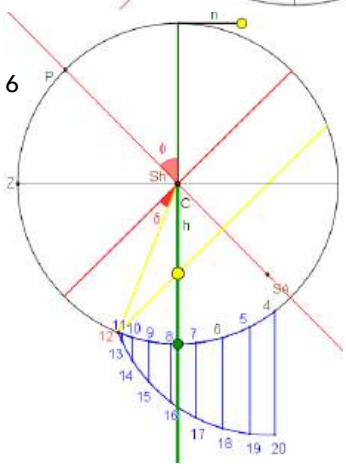


fig. 6



Cadran capucin exposé au musée d'histoire des sciences à Genève



La demi-droite verte est la cordelette lestée suspendue en C sur la date du jour. Le point vert est la perle, elle indique l'heure solaire.

GeoGebra est un logiciel libre de géométrie dynamique qui peut être utilisé sur PC, Mac, Android et Linux. La version de GeoGebra la mieux adaptée pour une utilisation optimale du fichier est GeoGebra Classique 5 : elle est proposée en bas de la page https://www.geogebra.org/download?lang=fr

Le fichier GGb de l'article peut être utilisé en ligne ou téléchargé depuis https://www.geogebra.org/m/mv4wgjsv

Une fois la page ouverte, cliquer sur les trois points ⋮, puis dans la liste déroulante choisir «Ouvrir avec l'appli GeoGebra» pour l'utiliser en ligne. Pour télécharger le fichier choisir « infos » puis cliquer sur « Télécharger » et enfin sur « Appliquette 1 (.ggb) ».

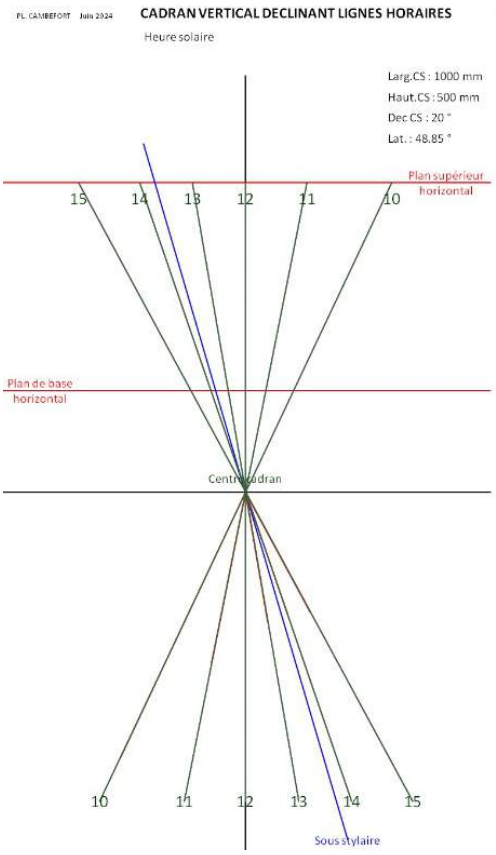
Stéphane Letemplier (letemplier.stephane@wanadoo.fr) est professeur de mathématiques. Lors d'un séjour en Guyane, intrigué par la position horizontale du croissant lunaire, il s'est intéressé à la sphère céleste, puis de fil en aiguille s'est passionné pour les cadrans solaires.

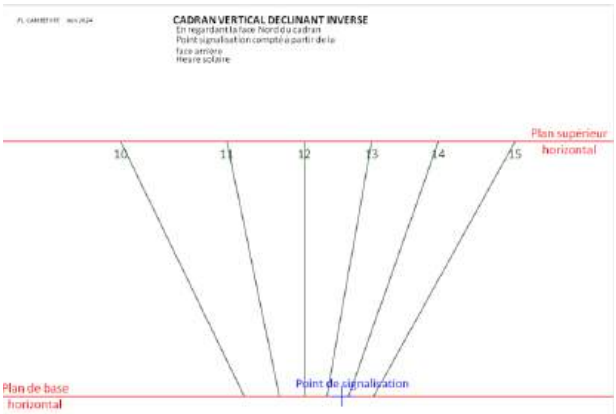
CADRAN SOLAIRE VERTICAL DÉCLINANT INVERSÉ

Pierre-Louis Cambefort

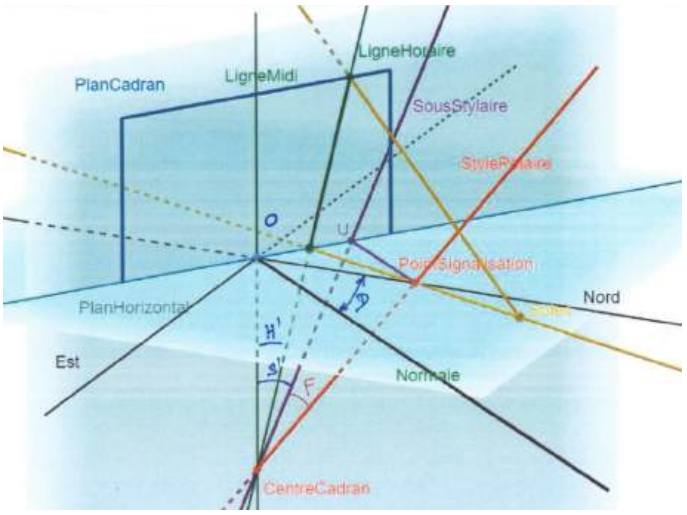
Peut-être avez-vous eu l'occasion, à la Cité des sciences et de l'industrie, à Paris, d'apercevoir ce « cadran solaire inversé » qui projette un rai de lumière à chaque heure solaire et permet ainsi de lire l'heure. L'auteur nous invite à concevoir et tracer un autre type de cadran inversé : astucieux et simple !

Considérons un cadran solaire vertical (donc non incliné) mais déclinant d'une valeur D, compris entre 2 plans horizontaux : le sol et un plan supérieur, espacés d'une hauteur L (ce sera la hauteur du cadran final), et positionnés au-dessus du centre du cadran (point de convergence des lignes horaires). Nous allons l'inverser : ses lignes horaires seront tracées et évidées sur le plan du cadran mais l'heure solaire sera lue sur le sol horizontal par la position des rais de lumière par rapport à un point de signalisation fixe.





Le schéma ci-dessous permet d'avoir une vue générale du cadran vertical déclinant inversé.



Les lignes horaires sont définies par leur inclinaison H' avec la ligne midi verticale et sont prolongées au-dessus du centre du cadran et coupent le sol horizontal :

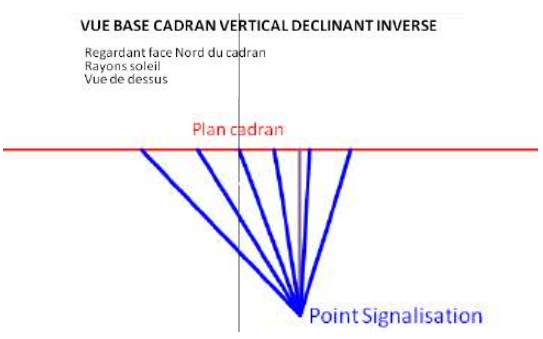
$$\tan H' = \cos \varphi / (\cos D / \tan H + \sin D * \sin \varphi)$$

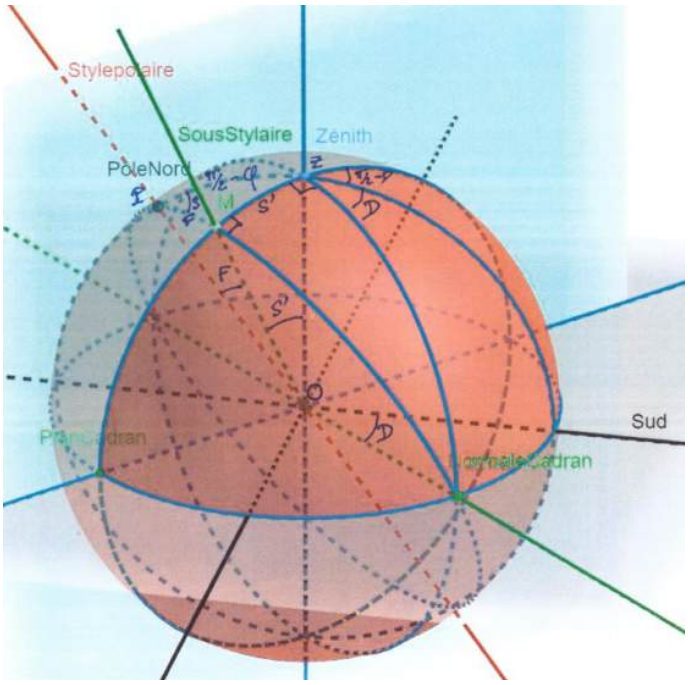
φ est la latitude du lieu, D la déclinaison gnomonique du cadran vertical et H l'angle horaire du Soleil

Ces lignes horaires sont inversées, car situées au dessus du centre du cadran, et le cadran sera regardé depuis le nord.

Chaque plan horaire du Soleil contient non seulement la ligne horaire correspondante mais également l'axe du monde, c'est-à-dire le style polaire, et passe donc par l'intersection du style polaire avec le sol horizontal.

Nous choisirons donc logiquement ce point comme point de signalisation fixe P de notre cadran vertical déclinant inversé.





Calculons maintenant les différents angles relatifs au style pour un cadran vertical déclinant, qui nous permettront de déduire les coordonnées du point de signalisation par rapport au plan du cadran.

En appliquant les formules d'un triangle sphérique rectangle au triangle PMZ (P = Pole nord, Z = zénith et M = intersection sphère céleste et sous- stylaire), nous obtenons :

- angle entre le style polaire et sa sous-stylaire :

$$\sin F = \cos \varphi * \cos D$$

- angle entre la sous-stylaire et ligne de midi :

$$\tan S' = \sin D / \tan \varphi$$

- angle horaire de la sous-stylaire :

$$\tan S = \tan D / \sin \varphi$$

Nous choisissons la distance du point de signalisation P sur le sol horizontal (distance = PU), pour que l'image de la ligne horaire de midi au solstice d'été (ombre la plus courte du cadran vertical) l'atteigne. Cette distance est bien entendu fonction de la hauteur L du cadran. Nous choisirons L = 500 mm.

$OP = (OU^2+UP^2)^{0.5}$ inférieur ou égal à $L / \tan h$

La hauteur h du Soleil à midi au solstice d'été est donnée par la formule $90 - \varphi + \delta$ (= 64,6° pour la latitude de Paris, soit 48,85°).

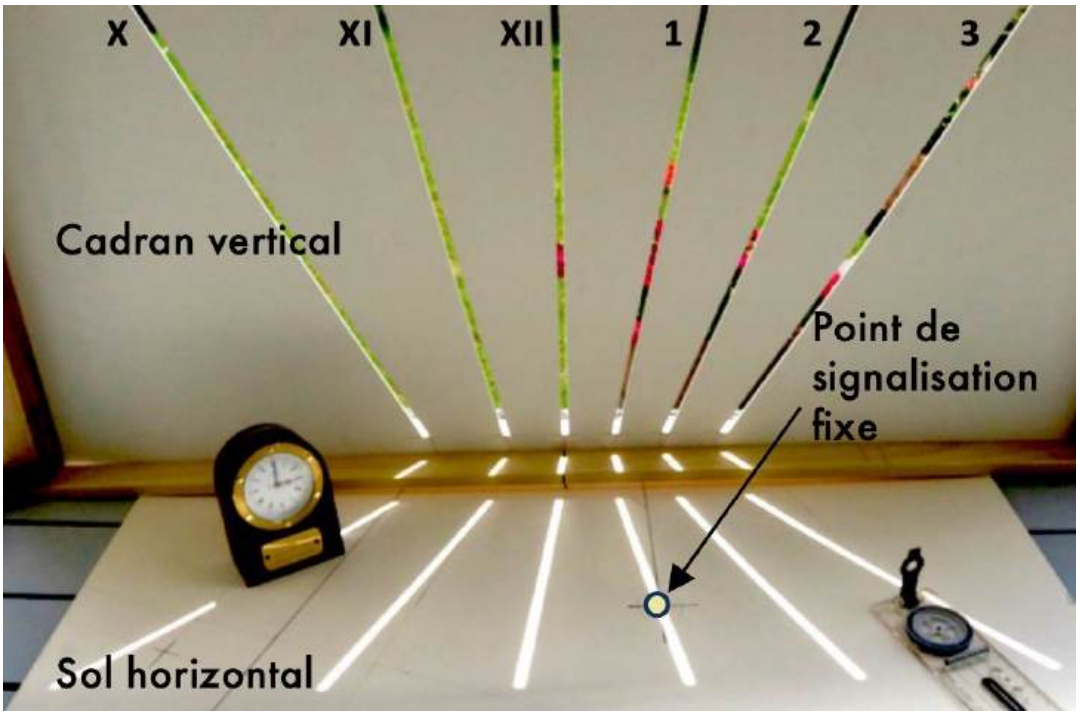
Comme $OU = UP * \sin S' / \tan F$,

$UP\,(1+(\sin S' / \tan F)^2))^{0.5} = L / \tan (90 - \varphi + \delta)$

Pour une déclinaison gnomonique de 20°, à la latitude de Paris, nous obtenons un angle F de 38,2° et un angle S' de 16,64°.

D'où une distance minimale du point de signalisation au plan du cadran de 222 mm. Nous choisissons une valeur UP de 200 mm. Selon la distance UP choisie, les traits de lumière de certaines heures pourront être prolongés pour lire l'heure solaire plus précisément.

C'est avec ces résultats que le cadran vertical déclinant inversé, représenté sur la photo ci-dessous, a été réalisé.



Cadran solaire vertical déclinant inversé réalisé par l'auteur

La photo est prise le 3 juin 2024. On lit 13 h heure solaire soit 15 h 10 en heure légale alors que le petit réveil indique 15 h (erreur de 10 minutes environ due à l'imprécision d'orientation et de positionnement du cadran).

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.

Restauration d'un cadran solaire de Hans Fischer

Elisabeth Regamey

Dans le n°6 de ce magazine, Elisabeth Regamey nous avait déjà présenté la restauration qu'elle avait réalisée d'un cadran dans le canton de Neuchâtel en Suisse. Aujourd'hui elle nous présente la restauration d'un cadran du célèbre Hans Fischer dans le canton de Vaud…

Contexte

Ce cadran solaire se trouve sur le mur sud-ouest d'une ferme à Chesalles-sur-Oron dans le canton de Vaud en Suisse, au lieu-dit Bellevue.

Cette ferme, construite à la fin du XIXe siècle, est connue localement car elle a été la propriété de Henri Guisan (1874-1960), général de l'armée suisse pendant la Deuxième Guerre mondiale, qui y vécut de 1896 à 1904. Elle a été vendue pendant la Première Guerre mondiale à la famille Zigerli, propriétaire d'un magasin de bijouterie et d'horlogerie à Berne. C'est cette famille qui a commandé le cadran solaire à Hans Fischer, peintre et illustrateur bernois.

Hans Fischer (1909-1958)

La nature et les animaux étaient une grande source d'inspiration pour Fischer. Il allait régulièrement dessiner dans le parc animalier du Dählhölzli à Berne. Les animaux de ferme et de basse-cour sont très présents dans son œuvre. Il a également réalisé des décors dans les années quarante pour le Cabaret Cornichon, à Zurich, qui était engagé politiquement contre le fascisme et le nazisme. Il a collaboré au Nebelspalter, revue satirique suisse, jusqu'en 1936 et tenu une rubrique humoristique dans la Weltwoche zurichoise de 1940 à 1942, avec un chat légèrement insolent… peut-être un précurseur de Geluck ! Il est aussi connu pour avoir illustré des fables de La Fontaine. Il a participé à la biennale de Venise en 1952 et celle de Sao Paulo en 1955 où il remporte le prix du graphisme.

Mais ce qui reste le plus connu de Fischer, particulièrement en Suisse allemande, c'est son livre illustré pour enfants « Pitschi », l'histoire d'un petit chat de ferme curieux auquel arrivent toutes sortes d'aventures. Il est devenu le livre d'enfance culte chez nos amis suisses allemands.

Son nom signifie « pêcheur » en allemand, il signe avec un dessin de poisson et les 3 premières lettres de son patronyme : fis.

J'ai eu le plaisir de rencontrer sa petite-fille, Agnès Fischer, peintre également, avec laquelle nous avons parlé de l'œuvre de son grand-père.

Le cadran

Fischer a créé le graphisme du cadran et l'a réalisé lui-même, en 1957. Les calculs pour l'orientation du style ont certainement été faits par un ou une gnonomiste, car il est parfaitement orienté et placé. Le cadran est très précis et comprend la correction pour l'écart de longitude. Il s'impose sur la façade par sa grande taille : 240 cm de hauteur et 230 cm de largeur.

Son décor riche et exceptionnel est bien représentatif de l'univers de Fischer, avec un magnifique coq (symbole du jour), une chouette et une chauve-souris (symboles de la nuit) et bien sûr des chats que l'on retrouve tout au long de l'œuvre de fis.

Les couleurs sont travaillées en aplat, la gamme chromatique est sobre : gris, noir, blanc, bleu, rose. La technique est à l'huile.

Le cadran est répertorié dans le livre « Cadrans Solaires Vaudois », éd. Payot, 1987. Il est à l'inventaire du patrimoine culturel et architectural protégé par le canton.

Restauration



Travail en cours…

Lorsque l'on m'a demandé de restaurer ce cadran, il était dans un état de dégradation fortement avancé. Les dommages étaient dus entre autres à de nombreuses mousses sur la surface qui ont altéré la couche picturale.

Une grande et large fissure apparaissait également à l'endroit où se trouvait une fenêtre avant la création du cadran.

Heureusement, j'avais à ma disposition de bons documents photographiques que j'ai pu agrandir et qui m'ont servi de guide dans mon travail. Une fois qu'un échafaudage a été mis en place et que j'ai pu observer le mur de près, j'ai pu voir à peu près tous les tracés et toutes les couleurs des décors. Donc, avec les photographies et ce qui apparaissait encore sur le mur, et en accord avec la Division monuments et sites de l'État de Vaud, j'ai pu reconstituer ce cadran dans son entier, essentiellement en comblant les lacunes dans les dessins.

Avant la phase de reconstitution, j'ai effectué un travail délicat de nettoyage du support peint qui visait à éliminer les mousses et lichens. J'ai procédé aussi au rebouchage des fissures et à la fixation des surfaces picturales.

Comme évoqué précédemment, le style était en parfait état et en place, très bien soutenu par deux jambes ancrées dans la façade. Je souligne ceci car il est assez rare dans mes travaux de restauratrice de ne pas avoir à toucher à cet élément.

En accord avec les propriétaires, nous avons pris des mesures conservatives. Deux arbres plantés très près de la maison ont été abattus afin de limiter la prolifération de mousses sur le mur et un petit avant-toit de type goutte-pendante a été installé sur le haut des deux fenêtres qui surplombent le cadran, afin d'éviter trop de ruissellements.

Mais la façade étant très exposée aux intempéries et au Soleil, il sera nécessaire d'intervenir régulièrement afin de retoucher certaines parties picturales fragilisées par le temps.

La région d'Oron offre de très jolies possibilités de promenades, les appartements historiques du magnifique château situés à 2 kilomètres de la ferme sont visitables les samedis et dimanches après-midi. La ferme de Bellevue se trouve près d'un itinéraire pédestre balisé et un crochet à Chesalles vous permettra d'admirer ce joyau du patrimoine vaudois.

Après une formation aux Arts Appliqués de Vevey, Elisabeth Regamey (elisabeth.regamey@peinturedeco.ch) s'est orientée vers la peinture décorative en suivant des cours à l'Institut de Peinture Décorative à Bruxelles ainsi qu'au Centre Européen pour les Métiers du Patrimoine à Venise, sur des techniques spécifiques telles que les enduits à la chaux, peinture à la chaux, trompe-l'œil, faux marbre et faux bois. Son intérêt et sa passion pour les cadrans solaires ont été suscités par tout ce qu'ils représentent en tant qu'objet esthétique, poétique, historique et fonctionnel, éléments constitutifs de notre patrimoine architectural et culturel. Depuis vingt ans, elle en crée et en restaure, travaillant en binôme avec Jean-Marc Lavanchy, ingénieur EPFL, qui s'occupe de la partie technique, à savoir le calcul des cadrans ainsi que la fabrication et la pose des styles. Pour plus de détails voir www.cadransolaire.ch - www.peinturedeco.ch





Avant-après…

Le miracle du cadran d'Achaz

Yvon Massé

Dieu aurait fait reculer l'ombre du Soleil sur les « degrés d'Achaz » (marches du palais ou cadran solaire ?) en signe qu'Ézéchias, fils d'Achaz et roi de Juda (VIIIe siècle av. J.-C.) ait sa vie prolongée, la mort le guettant… L'auteur continue ici à explorer la « rétrogradation de l'ombre » et aborde ce miracle.



Le prophète Isaïe faisant constater le miracle à Ézéchias

Les traités de Nunes présentés dans l'article *La rétrogradation de l'ombre* du n°12 de ce magazine étaient écrits en portugais, ils n'eurent a priori qu'une diffusion assez restreinte. Toutefois en 1566, 30 ans plus tard, une réédition augmentée parut en latin, ce qui leur donna une portée plus large[1]. Ils étaient destinés aux navigateurs, c'est pourquoi le mouvement du Soleil était uniquement envisagé par rapport au plan horizontal.

C'est le jésuite Clavius (1538-1612), une référence pour le monde savant de son époque, qui, le premier, redémontra et confirma les résultats de Nunes concernant le mouvement rétrograde de l'ombre dans un traité[2] sur les cadrans solaires publié en 1586. En gnomoniste érudit, il généralisa la condition nécessaire pour observer les allers-retours de l'ombre sur les cadrans inclinés suivant le principe du CHE (cadran horizontal équivalent). Il fut ainsi conduit à contester la distinction de Nunes concernant la zone tropicale, ou la rétrogradation est « naturelle », et partout ailleurs où la rétrogradation est « miraculeuse ». Pour lui, cette distinction n'existe pas et il affirme qu'il serait ridicule qu'aux temps d'Ézéchias on ait pu confondre, sur le cadran d'Achaz, un phénomène quotidien pendant une période de l'année avec une rétrogradation miraculeuse.

Pendant les deux siècles qui suivirent, les Jésuites d'abord puis l'ensemble des exégètes bibliques prirent en compte les conclusions de Nunes et Clavius dans leurs commentaires sur le miracle du cadran d'Achaz[3].

Dans la Kupfer-Bibel de J.-J. Scheuchzer, initialement publiée en allemand à partir de 1731 et rapidement traduite en latin puis en français, on peut avoir une idée du développement classique sur ce sujet[4]. D'abord une discussion sur le cadran lui-même, qui peut ne pas en être un, ensuite une discussion sur le miracle en considérant successivement deux points de vue : soit c'est uniquement l'ombre qui s'est déplacée, soit c'est le Soleil lui-même. La prise en considération des résultats de Nunes et Clavius génère toutefois une certaine gêne dans cette discussion car les arguments sont purement mathématiques et ne peuvent donc pas être contestés.

Pour les curieux des cadrans solaires, la rétrogradation de l'ombre est peut-être connue grâce à l'ouvrage très populaire des Récréations mathématiques d'Ozanam[5] augmenté en 1887 par le mathématicien Montucla (1725-1799) où, dans la partie gnomonique, il proposa deux problèmes à ce sujet. Au problème XXXII, en faisant référence à Nunes, il présenta et démontra la singularité du mouvement du Soleil sous les tropiques et au problème suivant il expliqua comment reproduire celui-ci en tout lieu avec un cadran incliné[6]. Il ajouta aussi une remarque qui résume le point de vue de ses prédécesseurs : *« Quelqu'un dira peut-être que voilà l'explication naturelle du miracle que les livres saints nous apprennent avoir été opéré en faveur d'Ézéchias, roi de Jérusalem ; mais à Dieu ne plaise que nous ayons eu l'idée d'atténuer ce miracle. Il est d'ailleurs bien peu probable que, si la rétrogradation de l'ombre, opérée sur le cadran de ce prince, eût été un effet aussi naturel, on l'eût méconnu au point de ne s'en apercevoir que lorsque le prophète lui annonça ce signe de sa guérison ; car il devait s'opérer toutes les fois que le Soleil se trouvait entre le tropique & le zénith du cadran : ainsi la merveille citée par les livres saints reste entière. »*

Quelques années plus tard, le libraire lillois C.-J. Panckoucke (1736-1798) lança l'entreprise monumentale d'édition de l'Encyclopédie méthodique dont parut, en 1792, un volume concernant les « amusemens des sciences mathématiques et physiques ».

À l'entrée gnomonique, la matière des Récréations de Montucla fut reprise pratiquement mot pour mot[7]. Sans raison apparente, la remarque citée plus haut ne fut toutefois pas reportée…

Un petit siècle s'écoule encore avant d'arriver à un épisode particulièrement intense sur l'interprétation de la découverte de Nunes. En cette fin de XIXe siècle, les sciences et les techniques ont considérablement avancé et l'optimisme est général : on pense pouvoir expliquer tous les phénomènes physiques et naturels, le scientisme est triomphant. C'est dans cette ambiance que l'ingénieur suisse E. Guillemin (1832-1907) prend connaissance, grâce au volume des « amusemens » de l'Encyclopédie méthodique, des conditions de la rétrogradation de l'ombre. En 1877, dans les Actes de la société helvétique des sciences naturelles, il publie un article[8] où il établit les relations algébriques pour quantifier l'angle de rétrogradation et où il livre son interprétation du phénomène : c'est indéniablement l'explication du miracle d'Ézéchias ! En comparaison de la dissertation de Scheuchzer son argumentaire semble bien pauvre et peu documenté. Il en appelle principalement au silence délibéré de Nunes sous la pression de l'Inquisition en imaginant une erreur volontaire de sa part (qui n'en est pas une) dans les quelques chiffres donnés par Montucla (qu'il attribue à Nunes) pour avouer à mi-mot le terrible secret qu'il a découvert : le miracle n'en est pas un… Les derniers mots de son article sont très représentatifs de l'esprit de cette fin de siècle : *« Mais malgré les persécutions d'autrefois, malgré les anathèmes d'aujourd'hui, la science va de l'avant, la vérité se fait jour, la terre tourne et l'ombre rétrograde sans miracle. »*

Guillemin avait visiblement de grands talents de persuasion car il réussit à rallier à son opinion son ami J. Gaudard et le grand vulgarisateur de l'astronomie C. Flammarion (1842-1925). Ce dernier lui rendra visite à Lausanne durant l'été 1881 pour constater la rétrogradation sur un cadran construit par Guillemin.

De cette rencontre suivra une série d'articles parus[9] dans le bulletin L'Astronomie de septembre 1885. Ils seront suivis dans le numéro d'octobre de quelques commentaires[10], notamment de l'abbé A. Blain qui semble beaucoup plus instruit sur l'historique des résultats de Nunes car il cite Clavius et Cornelius a Lapide (1567-1637), exégète biblique reconnu qui a aussi abordé ce sujet.

Quant à J. Gaudard, il publia un livre dont je vous recommande la lecture de l'introduction[11] : les différentes publications de 1877 à 1885 citées ici y sont résumées. Une autre originalité de ce livre est de donner, en appendice, une étude mathématique qui met en évidence la possibilité d'amplifier l'angle de rétrogradation en utilisant, pour recueillir l'ombre, un plan qui n'est pas perpendiculaire au porte-ombre. Le reste de l'ouvrage est une longue étude des différents miracles de la Bible.

Terminons avec l'article de L. Chomard, paru en 1906 dans L'Astronomie[12], qui est tout à fait remarquable. Il montre, pour la première fois après toutes ces longues années de discussions, qu'il est possible à la fois d'indiquer correctement les heures solaires et de présenter une rétrogradation de l'ombre avec un cadran bien spécifique : le cadran analemmatique. Chomard précise : *« Le seul que je connaisse est celui de Brou cité plus haut. La Bible nous rapporte le cas d'un cadran de cette espèce construit en Judée. C'est le cadran d'Achaz sur lequel le roi Ézéchias observa le phénomène de la rétrogradation de l'ombre. »*

Notons encore, pour faire le lien avec le premier article de cette série concernant la rétrogradation de l'ombre[13], que le cadran mystérieux qui a été présenté peut être classé dans la famille des cadrans analemmatiques avec une projection particulière : la projection centrale.

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/ et anime le dynamique forum gnomonique qui lui est associé.

[1] Petri Nonii Salaciensis Opera, livre II, chapitre 11, p. 97-107 https://doi.org/10.3931/e-rara-61571

[2] Fabrica et usus instrumenti ad horologiorum descriptionem peropportuni, chapitre XXI, p. 105-112 https://doi.org/10.3931/e-rara-14531

[3] On peut consulter à ce sujet la publication récente de Henrique Leitão dans le volume 12 de la série Nuncius, Manipuling the Sun. La plupart des écrits occidentaux évoquant la découverte de Nunes y sont listés. Un extrait est disponible en ligne https://books.google.fr/books?id=HNb7EAAAQBAJ&pg=PA56

[4] Physique sacrée ou histoire naturelle de la Bible, tome5, p. 151-156 https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k15125801/f359

[5] Voir sa bibliographie dans Cadrans solaires pour tous n° 6, p. 26-27

[6] Tome 3, p. 270-273 http://cnum.cnam.fr/CGI/sresrech.cgi?8PY9.3/272, planche http://cnum.cnam.fr/CGI/sresrech.cgi?8PY9.3/471

[7] P. 605-606 https://archive.org/details/CHEPFL_LIPR_AXB167/page/604/mode/2up?view=theater, planches https://archive.org/details/CHEPFL_LIPR_AXB167/page/n923/mode/2up?view=theater

[8] Volume 60, De la rétrogradation de l'ombre sur le cadran solaire, p. 201-207 https://doi.org/10.5169/seals-90030

[9] Le cadran solaire à rétrogradation, p. 321-339 http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2096403/f325

[10] P. 387-391 https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2096403/f391

[11] Le cadran d'Achaz et les miracles, 1987 https://books.google.fr/books?id=hg_GOQAACAAJ&pg=PA3

[12] Le cadran analemmatique et la rétrogradation de l'ombre, p. 433-449 http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9639977j/f455

[13] Cadrans solaires pour tous n° 11, p. 12-13

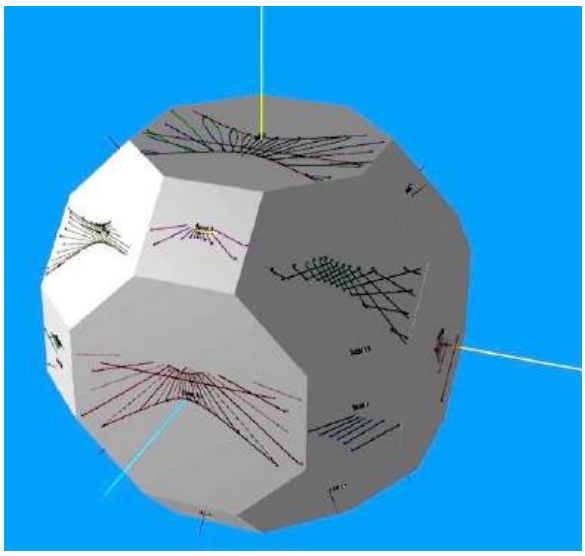
CADRANS SOLAIRES SUR UNE SURFACE PARAMÉTRÉE

Jean-Luc Astre

Tracer un cadran vertical incliné et déclinant, un cadran à heures babyloniques et sidérales, etc. Oui mais… n'avez-vous jamais rêvé de tracer un cadran solaire sur une surface quelconque ? Avec la dernière version de CadsolOnLine, le rêve devient réalité !

Jean-Luc Astre avait, dans le n°5 de ce magazine, annoncé que son logiciel Cadsol était désormais disponible en ligne (d'utilisation gratuite), et baptisé CadsolOnLine[1]. Il avait ensuite décrit[2], dans le n°9, l'algorithme de tracé par « lancer de rayons » (ray tracing en anglais). Cet algorithme a été appliqué aux cadrans polyédriques dans un article[3] du n°11.

Désormais CadsolOnLine permet de tracer un cadran solaire sur une surface quelconque !



Tracé d'un cadran polyédrique avec CadsolOnLine

REPRÉSENTATION PARAMÉTRIQUE D'UNE SURFACE

La représentation paramétrique est une manière très générale de spécifier une surface, qui est un objet bidimensionnel défini par trois fonctions, continues et à valeurs réelles, de deux paramètres u et v (x, y et z sont les coordonnées cartésiennes des points de la surface) :

$$x = f_x(u,v)$$
$$y = f_y(u,v)$$
$$z = f_z(u,v)$$

Les paramètres u et v peuvent varier entre deux limites u_{min} et u_{max}, v_{min} et v_{max}.

Voir définition, exemples et exercices à l'adresse https://wimsauto.universite-paris-saclay.fr

EXEMPLES

Une sphère peut être paramétrée par les fonctions :

$$x = \cos(u)*\cos(v)$$
$$y = \cos(u)*\sin(v)$$
$$z = \sin(u)$$

avec $u_{min} = 0$ $u_{max} = 2*\pi$ $v_{min} = -\pi/2$ $v_{max} = \pi/2$

Un paraboloïde elliptique d'équation implicite $z = x^2+y^2$ est défini par:

$$x = u$$
$$y = v$$
$$z = u*u + v*v$$

avec $u_{min} = -1$ $u_{max} = 1$ $v_{min} = -1$ $v_{max} = 1$

PARAMÉTRAGE DANS CADSOLONLINE

Fonctions : Les fonctions définissant x, y et z doivent être écrites avec une syntaxe informatique assez classique utilisant:

- les symboles opératoires : + - * / % ^ ( )
- les fonctions : sin cos tan asin acos atan sqrt log exp abs ceil floor round
- les nombres : PI et E

La plupart des erreurs de syntaxe sont signalées par l'analyseur syntaxique…

A, B, C, D : ce sont des paramètres que l'on peut incorporer dans les formules (utiliser des lettres capitales). On peut ensuite faire varier ces paramètres pour modifier la surface.

Subdivisions : nombre de subdivisons des intervalles $[u_{min} ; u_{max}]$ et $[v_{min} ; v_{max}]$

Si ce nombre est grand, les tracés sont plus précis, mais le temps de calcul est plus long.

Toutes les commandes de Cadsol sont disponibles : géolocalisation, orientation, dimensions, heures, arcs diurnes, exportations 3D, etc.

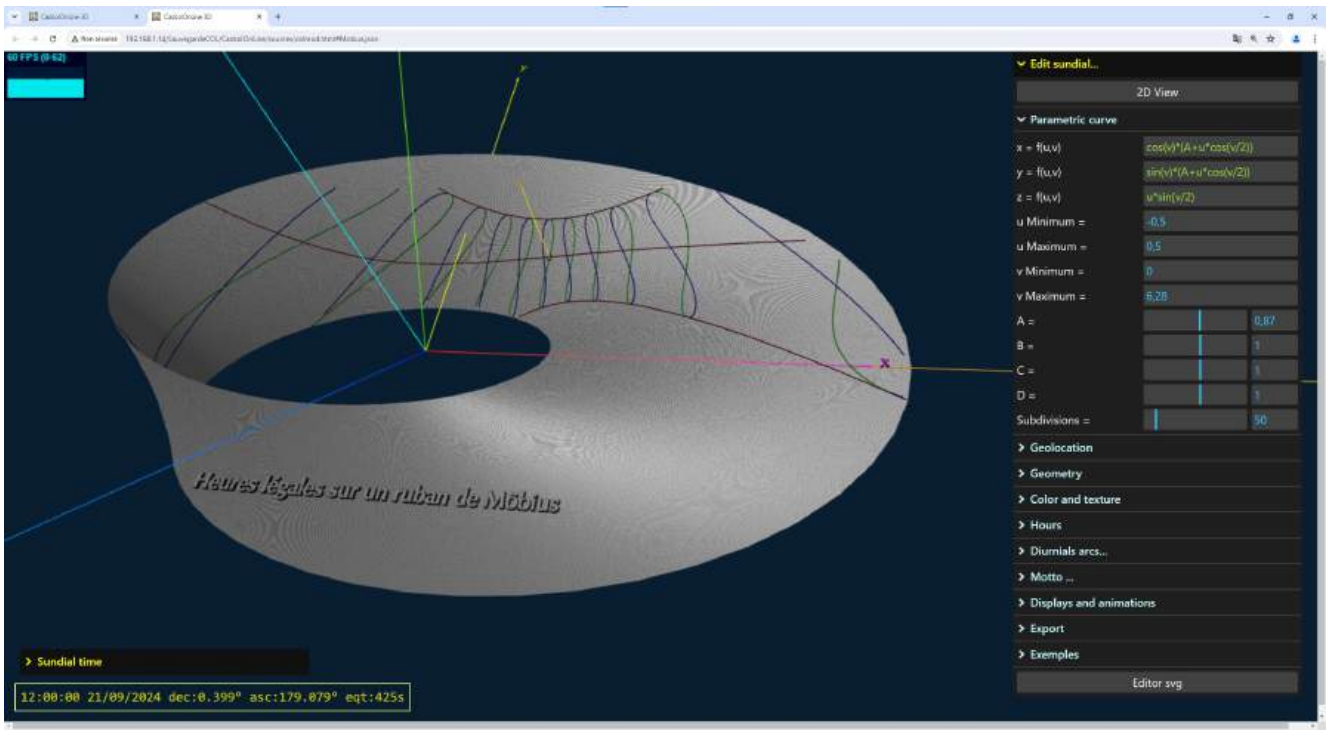
Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques en lycée, s'intéressant à beaucoup d'autres domaines : astronomie, informatique, biologie moléculaire… Il a commencé le codage de Cadsol dans les années 90.

[1] Voir https://cadsolonline.web-pages.fr/ (effectuer une recherche avec les mots « surface » et « paramétrique »)
[2] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-astre.pdf
[3] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/09/mag-CSpour-tous-n9_JL-Astre.pdf
[4] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_JL-Astre.pdf

Heures légales sur un ruban de Möbius

$X = \cos v * (A + u*\cos v/2)$, $Y = \sin v * (A+u*\cos v/2)$, $Z = u * \sin v/2$

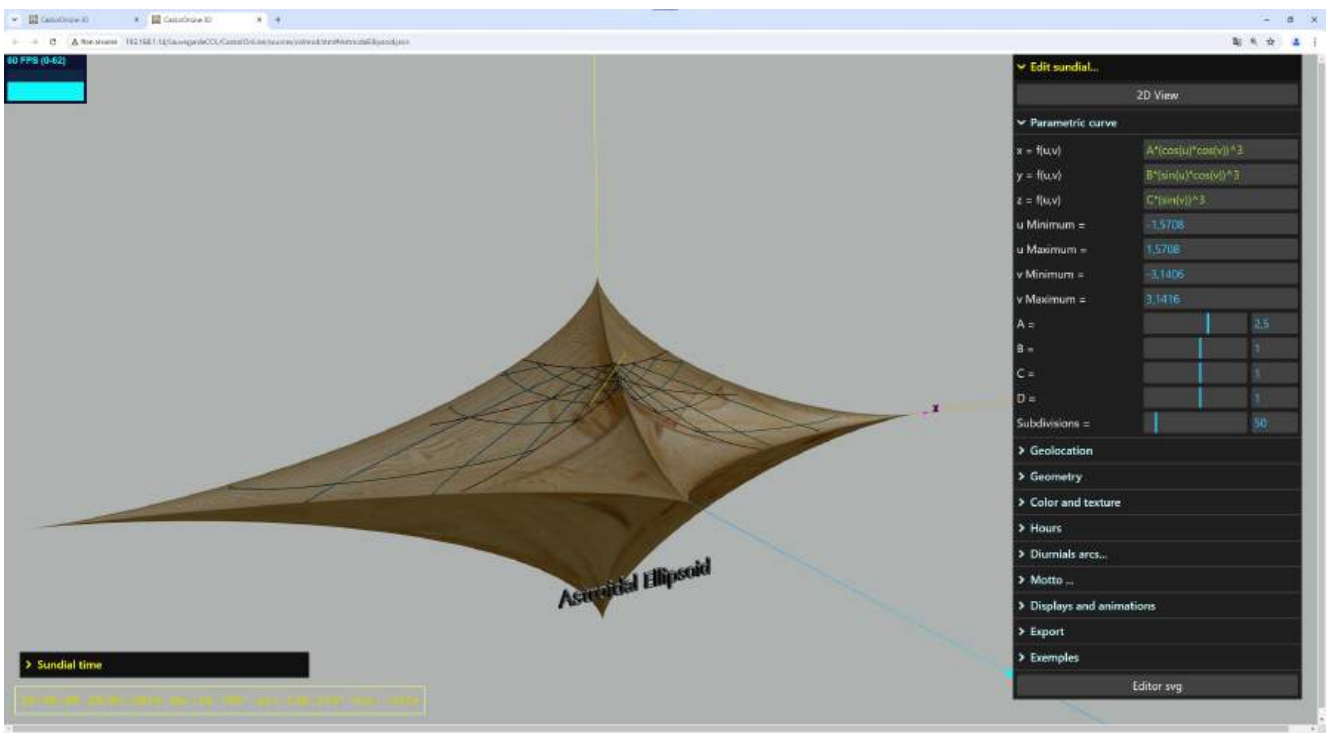
$u_{min} = -0.5$ $u_{max} = -0.5$ $v_{min} = 0$ $v_{max} = 6.28$ $A=0.87$



Heures babyloniques et italiques sur un ellipsoïde astroïdal

$X = A * (\cos u * \cos v)^3$, $Y = B * (\sin u * \cos v)^3$, $Z = C * (\sin v)^3$

$u_{min} = -1,5708$ $u_{max} = -1,5708$ $v_{min} = -3,1416$ $v_{max} = -3,1416$ $A = 2.5$ $B = 1$ $C = 1$



UN OUTIL COLLABORATIF ET LIBRE D'ACCÈS BIEN UTILE…

Fabio Savian

Sundial Atlas est un outil collaboratif, libre d'accès, qui répertorie les cadrans solaires du monde entier : indispensable notamment lorsque vous souhaitez savoir quels sont les cadrans que vous pourrez admirer lors de votre prochaine excursion près de chez vous ou au bout du monde !



Sundial Atlas www.sundialatlas.eu est un projet que j'ai lancé en avril 2010 comme « registre international des cadrans solaires » avec pour objectif qu'il n'appartienne pas à une seule personne ou association mais devienne un outil collaboratif et un bien commun mis à disposition de la communauté gnomonique internationale.

Le site est aujourd'hui disponible en 11 langues. Il ne contient pas de publicité et n'a pas de finalité commerciale. Il n'a qu'un but culturel : diffuser la gnomonique à travers la connaissance du patrimoine de cadrans solaires existants. Chacun peut consulter librement les informations contenues.

Le projet est développé sous licence Creative Commons. Ainsi, le projet respecte la paternité des données indiquant l'auteur de la ressource (ou, s'il a déposé la ressource mais n'en est pas l'auteur, la source de l'information) mais n'en revendiquant pas la propriété, qui est publique, conformément à la licence Creative Commons.

Pour assurer la solidité de l'ensemble, le projet implique des représentants nationaux dont le rôle est de vérifier les données de leur pays et de garantir les objectifs de ce projet indépendant et collaboratif (même si j'ai écrit le logiciel et reste le webmaster du site).

Le contact national pour la France était dès la naissance du site, et reste aujourd'hui Serge Gregori, qui coordonne depuis longtemps l'inventaire des cadrans solaires au sein de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France (SAF).

Les représentants nationaux disposent de tous les mots de passe du site, de la base de données et du serveur, c'est-à-dire qu'ils ont le contrôle total des données et de la structure de Sundial Atlas.

Ils disposent de commandes particulières pour intervenir sur le contenu des cartes et peuvent également supprimer des photos ou des cartes entières en cas de doublons ou de données inappropriées.

Ils peuvent enfin créer des commandes spéciales mises à disposition d'utilisateurs souhaitant collaborer.

Le site contient actuellement près de 58 000 cadrans situés dans 124 États grâce aux contributions directes de 407 utilisateurs.

Chaque cadran possède un lien (et son QR code) et peut contenir des contributions de plusieurs utilisateurs : qui a créé la carte, qui a affiné les coordonnées ou l'adresse, qui a ajouté des photos, des informations, des documents PDF, des vidéos YouTube, des liens, etc.

Dans chaque carte il est possible d'insérer le code d'autres recensements, dont celui de la SAF, et il est également possible d'effectuer des recherches avec un tel code.

Dans le menu « Galerie », vous pouvez effectuer de nombreuses recherches détaillées concernant une zone géographique, des caractéristiques gnomoniques, des mots contenus dans des commentaires ou des devises et bien plus encore.

Tout type de recherche peut être automatiquement converti en un fichier PDF contenant tous les cadrans de la recherche avec une petite photo, les codes, l'adresse, les coordonnées et les caractéristiques.

Ainsi, par exemple, il est très simple d'obtenir la liste des cadrans d'une ville ou d'un département.

Pour rendre les recherches géographiques plus efficaces, Sundial Atlas contient la liste des villes afin qu'elles soient sélectionnées dans la liste des départements plutôt qu'insérées, évitant ainsi les erreurs et les variations de noms.



La page « cadrans dans le monde » du site web Sundial Atlas : une invitation au voyage !

Actuellement le site contient la liste de toutes les villes de France, d'Allemagne, d'Italie, d'Espagne, du Portugal, de Suisse et du Royaume-Uni, associées à leurs zones géographiques.

Chaque utilisateur peut créer des collections, appelées « parcours », dédiées à un auteur, une zone géographique, des caractéristiques gnomoniques, des considérations historiques ou simplement des préférences personnelles.

Les parcours peuvent être alimentés par une sélection de fiches déjà enregistrées, formant ainsi un panorama de propositions de lecture, une des clés d'investigation parmi le grand nombre de cadrans disponibles.

Les parcours offrent donc également la possibilité de présenter ses créations et chaque parcours est accessible directement avec son propre lien et le QR code correspondant créé automatiquement.

En plus du site web, Sundial Atlas dispose d'une application Android, *Sundial Atlas Mobile*, créée par Gian Casalegno. Cette application affiche la carte satellite du lieu, ou d'un autre emplacement de votre choix, et affiche la position des cadrans solaires sur la carte via des épingles.

QR code permettant de télécharger l'application Sundial Atlas Mobile

D'un clic sur une épingle il est possible de voir une image du cadran, de continuer en demandant l'itinéraire pour y accéder ou de se rendre sur le site Sundial Atlas ouvert directement sur la carte du cadran.

Les épingles sont jaunes mais changent de couleur dans les cas suivants : rouge si la position a été déclarée approximative dans la carte, violet si faux, gris si disparu, turquoise si exposé dans un musée ou une collection privée.

L'un des objectifs de Sundial Atlas est de soutenir l'activité de recensement des associations nationales en permettant à tous les utilisateurs de collaborer ensemble dans un même objectif. Pour cette raison, un nouveau service a été récemment créé qui permet d'afficher les données de Sundial Atlas, relatives à un État, sur une page dédiée du site d'une association gnomonique.

Ajoutez simplement quelques lignes de code et dans la fenêtre vous pourrez faire des recherches et consulter les fiches des cadrans correspondant à vos recherches. Toutes les informations affichées dans la fenêtre de la page proviennent de Sundial Atlas qui reçoit les requêtes de la page web et renvoie les données nécessaires en remplissant la fenêtre.

Depuis la fin de l'année dernière une telle fonctionnalité est implémentée sur le site de l'association espagnole AARS https://relojesdesol.info/sa1/serviceSA.html et sur celui du magazine Orologi Solari (Italie) à https://www.orologisolari.eu/sundialatlas.htm.

Ce service est accessible gratuitement aux organisations gnomoniques.

Il sera bientôt possible de diffuser ce contenu limité à une région ou un département pour les sites gnomoniques représentatifs qui en feront la demande.

Depuis 30 ans, Fabio Savian fabio.savian@nonvedolora.it apporte une contribution de premier plan à la gnomonique italienne et internationale. Passionné de mathématiques et de design, il a notamment conçu de nombreux cadrans solaires, créé le site *Sundial Atlas*, redonné vie au calendrier républicain (version gnomonistes), et a été cofondateur du magazine *Gnomonica Italiana*, aujourd'hui fusionné avec *Orologi Solari* www.orologisolari.eu. Il est également l'auteur de plusieurs ouvrages dont le dernier (juin 2024) « Che ore sono? », sans aucune formule, s'adresse à tous.



Le scaphé du Village Gaulois

Jean-Paul Cornec

L'auteur nous emmène dans un « parc de loisirs solidaire » de Bretagne, le Village Gaulois (https://www.levillagegaulois.org), où un incendie a détruit un scaphé qu'il avait contribué à concevoir. Il nous décrit cette belle réalisation et dit sa détermination à faire renaître le projet de ses cendres…

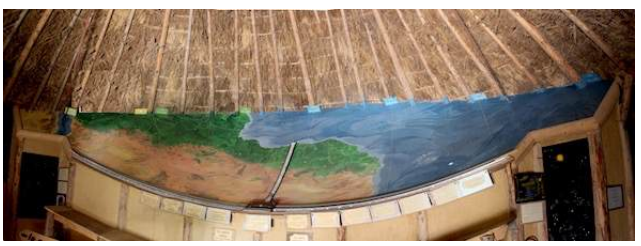


Le Village Gaulois dans le Parc du Radôme à Pleumeur-Bodou (Côtes-d'Armor) présentait jusqu'à cette année dans une grande hutte, ce qui était sans doute le plus grand cadran solaire en forme de scaphé de France, peut-être même d'Europe. Le cadran était aussi unique par sa précision et par la réunion d'une fonction horaire et d'une fonction géographique. Cette installation s'inscrivait dans les activités ludiques et humanitaires du Village, et permettait au public de se familiariser avec la notion de temps, l'astronomie, le calendrier et la géographie.

L'idée initiale est due à Jean-Marc Le Bail, fondateur du Village Gaulois en 1986. Le 11 août 1999 se produisit la dernière éclipse totale de Soleil visible en France au XXe siècle. Au Village, où elle fut presque totale, un tipi avait été mis en place. Un petit trou percé dans la toile projetait l'image du Soleil sur un écran, le déroulement de l'éclipse pouvait ainsi être suivi en toute sécurité. Le déplacement de la tache a fait surgir une idée dans l'esprit des personnes présentes, et comme certaines graines, elle est restée dormante, pendant près de 13 ans… À l'époque une maison occupait la place de la hutte d'aujourd'hui. Vers 2012 elle s'était dégradée à un point tel qu'il fut décidé de la démolir. L'idée de 1999 a alors germé : on allait bâtir à la place un grand tipi sous la forme d'une grande hutte conique, dans laquelle on projetterait l'image du Soleil à travers un orifice percé dans la toiture, autrement dit, on réaliserait un grand cadran solaire.

L'architecture de cette hutte de 10 m de hauteur mérite d'être notée : la charpente , assemblée au sol, a été soulevée par une grue et déposée sur le mur d'enceinte circulaire. Il n'y a pas de poteau central. Un œilleton de 5 mm de diamètre fut placé au niveau de la charpente à 7 m de haut, presque au sommet de la hutte ; il était tenu par quatre tiges métalliques indépendantes de cette charpente.

La première version du cadran fut une grande surface plane inclinée qui occupait au sol toute la largeur de la hutte. Rapidement, il est apparu que l'exploitation et la présentation au public d'un tel cadran étaient difficiles (image du Soleil ovale, vitesse de déplacement variable, trajectoire curieuse, etc.). Lors d'échanges entre J.-P. Cornec et J.-M. Le Bail à propos des cadrans solaires de l'Antiquité et de la Grèce ancienne en particulier, un type de cadran, connu sous le nom de scaphé d'Aristarque de Samos, s'est imposé et fut retenu.



C'est une surface hémisphérique où l'heure est indiquée par l'ombre d'un gnomon vertical ou horizontal. Le plus souvent seule une partie de la surface est utilisée, comme nous l'avons fait ici. La fabrication a été relativement rapide avec un assemblage de petites plaques de placoplâtre montées sur des briques, fixées sur des barres à mine cintrées, tenues par des membrures en béton, L'ensemble fut recouvert d'une couche de plâtre, et la surface finale ajustée par un grand gabarit mobile. Le résultat était une portion de sphère de 9 m de large et 3 m de haut, centrée sur l'œilleton. Son rayon, 6,20 m, a été vérifié : il était respecté au centimètre près d'un bout à l'autre. L'heure solaire était indiquée par la tache lumineuse, image du Soleil projetée par l'œilleton. L'avantage de la surface sphérique était que la tache se déplaçait à vitesse constante toute l'année. Elle avait 6 cm de diamètre et mettait 2 minutes à se déplacer de ce diamètre.

L'ensemble fonctionnait 3 heures de part et d'autre du midi solaire, soit de 11h30 à 16h30 légales. La tache se déplaçait de la gauche vers la droite durant la journée, et de haut en bas de l'équinoxe de mars au solstice de juin, puis l'inverse jusqu'en septembre. La première tache de l'année apparaissait au sommet de l'écran vers le 8 mars, pour disparaître à nouveau le 1er octobre.

La tache du Soleil projetée sur l'écran par l'œilleton était très voisine d'une image réelle du disque solaire, c'est-à-dire celle que l'on obtiendrait avec un œilleton infiniment petit. En effet on montre que le rapport important (~1200) entre le rayon de la sphère (6,20 m) et le diamètre de l'œilleton (5 mm) assurait que nous étions proche de cette situation idéale : la tache était parfaitement circulaire, certes floue sur le bord. Et surtout les taches importantes à la surface du Soleil étaient bien visibles, quoique légèrement floues aussi. Par exemple la grande tache AR3664 de la mi-mai 2024 est la dernière que nous ayons pu voir distinctement avant la destruction du cadran. La pleine Lune projetait aussi une image, très faible mais bien visible avec les mers, nous l'avons constaté lors de l'éclipse de septembre 2015.

L'heure était lue avec un chariot mobile sur un rail en bas de la surface, associé à une échelle graduée. Une lame prolongeait ce chariot et il suffisait alors aux visiteurs de placer la lame sous la tache du Soleil et de lire heure solaire et heure de tous les jours en face de deux index. Pour cette dernière l'index était mobile et devait être réglé tous les matins avec la valeur de l'équation du temps. De plus, à l'entrée de la hutte, un cadran d'horloge donnait l'heure du midi solaire. La lame elle-même était graduée avec les dates des mois. Ces renseignements étaient réunis sur un tableau mensuel de réglage établi à l'aide du logiciel eCdT de l'IMCCE (https://www.imcce.fr/).

Initialement il n'y avait donc qu'une surface blanche avec des lignes horaires, qui avaient été placées expérimentalement et leur tracé vérifié par le calcul. Mais petit à petit nous avons réalisé que ce cadran pouvait aussi jouer le rôle d'un cadran géographique. En effet, pendant que l'image du Soleil se déplace sur notre écran, celui ci survole la surface terrestre, culminant sur une succession de lieux situés sur un même parallèle une journée donnée. Un objet placé sur l'image du Soleil sur le cadran voit celui-ci directement au-dessus de lui puisque la lumière provient de l'œilleton qui est le centre de la sphère : l'objet n'a pas d'ombre, et au même moment il existe un lieu à la surface de la Terre où le Soleil est juste au zénith.

Le Soleil ne peut passer au zénith que pour les lieux situés entre les tropiques. Et pour nous quand notre cadran fonctionnait cet endroit était en Afrique entre l'Équateur et le Tropique du Cancer, depuis la Mer Rouge jusqu'à la côte du Sénégal et les Îles du Cap Vert. Nous avons donc associé aux lignes horaires une grande carte très réaliste de cette partie de l'Afrique qui fut peinte sur la surface, du désert du Sahara à la forêt équatoriale, jusqu'à l'océan. Nous savions ainsi à tout instant quelle localité africaine avait le Soleil à son zénith. Nous avons un jour vérifié avec succès cette simultanéité des passages au zénith avec un correspondant au Togo. Les lignes horaires jouaient le rôle de méridiens (la convergence des méridiens entre le haut et le bas de l'écran était nette). Comme écrit plus haut, l'ensemble de la hutte constituait une « chambre obscure » où l'image du monde extérieur sur l'écran est inversée et retournée. La représentation peinte de l'Afrique surprenait les visiteurs : le Golfe de Guinée était en haut et le Sahara en bas, la Mer Rouge à gauche et le Sénégal à droite. Mais nous soulignions toujours qu'une telle carte n'est pas irréaliste : c'est ainsi que l'Afrique se présente à vous quand vous vous y rendez, en avion par exemple.

Un ensemble de panneaux expliquait le fonctionnement et l'usage de cet ensemble, ainsi que le principe du passage de l'heure solaire à l'heure de tous les jours. Il était complété à l'arrière par un « Couloir du Temps » qui présentait, dans une succession d'alvéoles, une histoire des cadrans solaires depuis le premier cadran égyptien jusqu'au cadran à style polaire, en passant par le nocturlabe. On rappelait aussi la place du temps chez les Gaulois.



Tout cet ensemble a donc été totalement détruit par un incendie criminel le 13 mai 2024, deuxième incendie d'une série de trois qui ont entièrement ravagé le Village Gaulois.

Mais nous repartirons !

Jean-Paul Cornec (jean-paul.cornec@orange.fr) a fait toute sa carrière dans les télécommunications : « Au fond, cela rejoint ma passion des cadrans solaires qui sont conçus pour informer le passant sur l'heure, pour lui transmettre un message par une devise. C'est ainsi que je les côtoie depuis 55 ans... »

À Mulhouse, la colonne Lambert

Jean-Marie Moebs

L'auteur nous retrace l'histoire de la colonne de Mulhouse érigée pour le centenaire de la naissance de Jean-Henri Lambert, maintes fois déplacée, et enquête sur la méridienne qu'elle arbore, plaidant pour une nouvelle restauration du monument à l'occasion de son bicentenaire.

UN MONUMENT COMMÉMORATIF

Au cœur de Mulhouse se dresse le clocher du temple Saint-Etienne dont le perron donne sur l'historique place de la Réunion. Le long d'un côté du temple, une étroite placette offre un raccourci aux habitués pressés tandis que flâneurs et curieux s'y attardent : quelle est cette colonne qui prétend porter aux nues un obscur globe constellé d'or ?

Dominée par le clocher démesuré, elle s'efforce néanmoins de remplir sa mission. Consacrée à *Joannes Henricus Lambert*, elle expose son portrait coulé dans le bronze et proclame en trois langues les mérites du génial autodidacte dont le "nom est écrit dans les fastes d'Uranie".



La colonne Lambert aujourd'hui



La colonne Lambert en 1829

En 1828, lorsqu'on célébra le centenaire de Jean-Henri Lambert (son nom en français), sa maison natale donnait sur la place du marché aux pots. On dressa la colonne à cet endroit qu'on renomma "place Lambert". À son inauguration, le pasteur Matthias Graf, principal organisateur de la cérémonie, exhorta la jeunesse à imiter l'illustre savant : « Que surgisse un second Lambert inspiré par cette fête ! ».

NOMADE POUR DE BONNES CAUSES

Entre 1858 et 1866 l'ancien temple fut démoli puis remplacé par l'édifice actuel, plus digne de l'élite dirigeante de la ville dont l'activité industrielle était en plein essor. Avant ces travaux, le monument fut transféré Faubourg de Belfort, devant l'École de dessin.

En 1912, pour élargir la chaussée, on déplaça le monument de quelques mètres. Après la première effectuée en 1843, ce fut l'occasion d'une seconde restauration, plus importante et suivie de près par Edouard Benner. Ses notes furent publiées dans le Bulletin du Musée historique de Mulhouse[1], musée dont il était alors le conservateur.

Au début des années 1990 est projeté le réaménagement de la place de la Réunion. Dans ce cadre le monument retournera à la place Lambert d'où il était parti en 1858. Fin 1992, dans le quotidien *L'Alsace*, paraît un article intitulé « Colonne Lambert, témoin ou vestige ». Il se termine par « la question de savoir si le cadran solaire, une méridienne, pourra à nouveau fonctionner ».

UNE MÉRIDIENNE DANS L'AIR DU TEMPS

Oui, sur le fût de la colonne on peut voir les lignes d'une méridienne de temps moyen. Ce type de cadran solaire était utile au réglage des horloges à une époque où les villes françaises étaient incitées à se référer – comme Paris à partir de 1826 – au temps solaire moyen. Celui-ci s'accorde mieux avec l'horlogerie mécanique devenue sensible aux irrégularités du temps solaire vrai. Aussi peut-on penser que la méridienne de temps moyen avait été gravée opportunément sur la colonne dès sa construction.

L'OMBRE D'UN DOUTE

Sur une lithographie de Godefroy Engelmann datée de 1829 on distingue en effet la courbe en « 8 » propre aux méridiennes de temps moyen. Trop petite par rapport au dispositif. Une telle disproportion détonne dans l'œuvre. Détail sans importance ?

Auquel s'en ajoute un autre. Un Bulletin de la SIM[2] fait état d'une proposition du même Engelmann datée de 1830 : le tracé d'une méridienne sur la colonne. Si, deux ans après l'édification du monument, celui qui y contribua très activement souhaite y faire graver une méridienne[3], c'est qu'elle ne l'avait pas été jusque-là. Alors pourquoi figurait-elle sur sa lithographie de 1829, un an avant sa proposition ?

UN MIDI EN DEUX TEMPS

Deux lettres adressées au maire de Mulhouse et au préfet du Haut-Rhin évoquent l'application d'une ligne méridienne sur la colonne dès les démarches préalables à sa construction. Dans son compte-rendu de la fête et de ses préparatifs[4], le secrétaire du Comité Lambert décrit un plan vraisemblablement réalisé : « C'est une colonne de quinze pieds, reposant sur un piédestal de cinq pieds, portant une sphère céleste, dont l'axe débordant indique, par la projection de son ombre, l'heure de midi sur la colonne ».

Une hypothèse cavalière permettrait de résoudre l'apparente contradiction des sources :

- la ligne méridienne des uns serait celle d'une méridienne de temps vrai présente dès 1828,
- le tracé d'une méridienne proposé par l'autre en 1830 serait la courbe en « 8 » à y ajouter pour obtenir la méridienne de temps moyen, préfigurée sur sa lithographie de 1829.

À CONTRETEMPS

De 1826 à 1841 se construisait à Mulhouse un « Nouveau-Quartier ». Situé hors de l'enceinte historique, il devait loger confortablement la bourgeoisie aisée dans un quartier d'affaires moderne. C'est ici qu'allaient résider et travailler les gens parmi les plus concernés par la référence au midi moyen local à cette époque.

La vaste place[5] vers laquelle convergeaient les rues aurait été un site approprié pour une méridienne. Mais en 1828 le rôle commémoratif du monument prévalait : sa place était à côté de la maison natale de Lambert. Trente ans plus tard, lorsqu'il fallut se sauver ailleurs, ce ne fut pas dans ce « Nouveau-Quartier » : ici on n'allait plus attendre le Soleil pour remettre les pendules à l'heure.

« Il serait question, dit-on, de faire régler sur l'heure de Paris l'horloge qui surmontera l'hôtel de la Société industrielle, et qui fera marcher toutes les pendules électriques dont une administration intelligente et amie du progrès fait décorer nos rues », écrivait le Dr Achille Penot dans *L'industriel alsacien* du 19 juin 1864.

Mulhouse n'aura plus besoin de méridienne publique lui donnant le temps moyen local, car la « SIM-City » règlera ses activités sur celui de Paris, temps qui pourrait être distribué à domicile !

« Bientôt même, c'est au moins là, croyons-nous, l'intention de l'administration municipale, on pourra prendre des abonnements pour l'heure ; c'est-à-dire qu'au moyen d'un cadran posé chez soi, chacun pourra recevoir constamment l'heure normale, comme il peut y faire arriver aujourd'hui l'eau et le gaz nécessaires à son service intérieur » (extrait d'une chronique de *L'industriel alsacien* du 23 avril 1865).

DE RETOUR AU MARCHÉ, PAS DE POT

Le retour du monument sur une place Lambert devenue exiguë, à côté d'un temple plus élevé, fut un défi pour les architectes. L'un d'eux, Juraj Jakubik, avait déjà œuvré à l'édification d'un cadran monumental[6] et estimait Lambert depuis qu'il avait fait sa connaissance au pied de sa colonne exilée. Il dénicha le seul méridien se faufilant près de la maison natale du savant tout en échappant tous les midis aux ombres menaçantes du temple. C'est sur lui qu'il fallait ancrer la colonne !

Ce qu'elle ne fut point : reléguée au centre de la place pour avoir tenté de trop se rapprocher d'un bâtiment riverain ?

Mais l'idée du « méridien mulhousien » fut retenue et sa longitude gravée sur le piédestal. Au sol, un alignement de pavés le matérialise. Déporté de quatre mètres : quelques pas pour le méridien, une catastrophe pour la méridienne.

Depuis elle détourne son axe polaire de l'usurpateur. Strabisme divergent de l'œilleton décrit par Maurice Kieffer, gnomoniste chevronné, dans son article sur « Trois méridiennes » dans *Cadran Info*[7]. C'en est au point qu'elle voit le solstice d'été en mai. À son âge - bicentenaire en 2028 ! - pourrait-on y remédier tant soit peu au prix d'une petite restauration ?

Ce serait un clin d'œil respectueux à la mémoire de Lambert – gnomoniste à ses heures[8] - qui fut, sa vie durant, soucieux d'exactitude.

Des années 60 du siècle dernier, qui ont aperçu un collégien lever un regard intrigué vers la colonne, aux années 20 du présent, qui ont vu un instituteur à la retraite se plonger dans les archives, les activités gnomoniques de Jean-Marie Moebs j-m.moebs@melpost.fr ont été plus clairsemées que les noms de mois sur le grand huit d'une méridienne. Mais, chaque fois, plaisantes...

[1] https://www.numistral.fr/ark:/12148/bpt6k9627294r/f77.item
[2] https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k9606176m/f440.item
[3] https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k96054110/f279.item
[4] https://www.numistral.fr/ark:/12148/bpt6k9627294r/f85.item
[5] https://shorturl.at/Z3Bgl
[6] http://www.supissoch.sk/slnecne-hodiny/
[7] https://ccs.saf-astronomie.fr/wp-content/uploads/Cadran-Info_pdf/Cadran Info_24.pdf
[8] https://gnomonique.fr/cadran/beytrage.pdf

DÉVELOPPEMENTS DU CADRAN EN L DES ÉGYPTIENS

Ferdinando Roveda

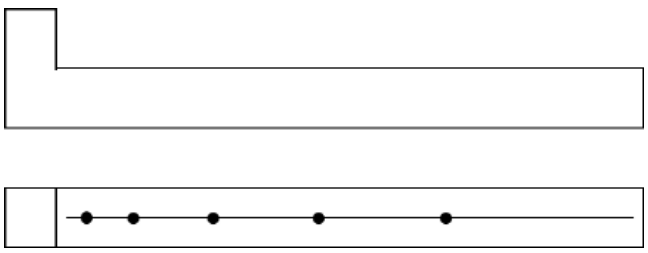
Peut-être connaissez-vous ce cadran solaire portable, en forme de L, utilisé par les Égyptiens il y a 3 500 ans ? L'auteur, partant du concept de cet instrument nous amène, au cours d'une longue balade gnomonique très originale, à examiner ses déclinaisons possibles…

Notations utilisées

α : demi-arc diurne (en degrés)
δ : déclinaison solaire
φ : latitude locale
θ : angle horaire du Soleil (en degrés)
η : hauteur du Soleil
η_1 : hauteur du Soleil au solstice d'été
η_2 : hauteur du Soleil au solstice d'hiver
τ : inclinaison plane du cadran en L
g : hauteur du bras court du cadran en L
h : hauteur du plan incliné
l : largeur de la base du cadran en L

LE CADRAN EN L DES ÉGYPTIENS

Le cadran solaire égyptien en forme de L, schématisé ci-dessous, est bien connu des experts, même s'il existe de nombreux débats sur son utilisation réelle (voir par exemple l'article[1] de A. Gunella).



Mettant ces discussions de côté, voyons les évolutions possibles de cet instrument, qui n'ont jamais été considérées, du moins à ma connaissance, étant donné que tout ce qui est décrit ci-dessous a été calculé pour la latitude du Caire (30°N), et pour l'ancien système de temps, c'est-à-dire en considérant l'heure comme la douzième partie du temps entre le lever et le coucher du Soleil (donc une heure variable selon la période de l'année considérée).

On pourra se référer, au sujet de ces « heures temporaires », à l'article de P.-L. Cambefort[2] paru dans le n°4 de ce magazine.

FORMULES PRÉLIMINAIRES

Par souci d'exhaustivité, rappelons d'abord comment calculer l'angle horaire du Soleil, à partir de la formule bien connue du demi-arc diurne :

$$\cos \alpha = - \tan \delta * \tan \varphi$$

D'où l'angle horaire d'une heure temporaire :

$$\theta = \alpha / 6$$

La formule qui indique la hauteur η du Soleil pour chaque heure, latitude, et déclinaison solaire est également bien connue :

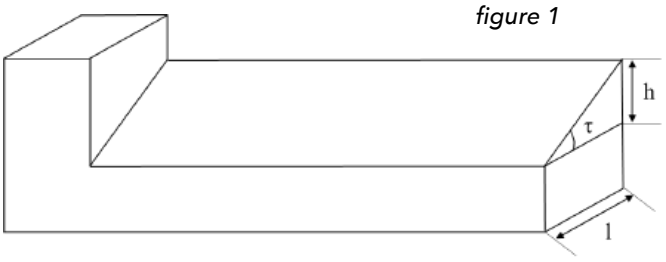
$$\sin \eta = \sin \delta * \sin \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \cos \theta$$

LE CADRAN EN L À PLAN INCLINÉ « TORDU »

Tout commence par le souhait de faciliter au maximum l'utilisation de l'instrument, en alignant simplement son long bras dans la direction du Soleil pendant l'utilisation.

Commençons par modifier le bras long du L, en en faisant un plan incliné « tordu », comme le montre la figure 1 suivante.

figure 1



Dès lors, bien sûr, la relation suivante s'applique :

$$h = l * \tan \tau$$

Dans un premier temps, nous devrons émettre des hypothèses sur certaines dimensions approximatives, compatibles avec son utilisation en tant que cadran portable, et calculer l'inclinaison τ de manière appropriée.

En particulier, pour ce dernier paramètre, on s'assure que sa valeur nous permette d'avoir toujours la même distance de la ligne horaire 6

[1] A. Gunella – Il più antico orologio solare egiziano – Gnomonica n° 7 – Sept. 2000
[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/06/mag-CSpour-tous-n4_PL-Cambefort.pdf

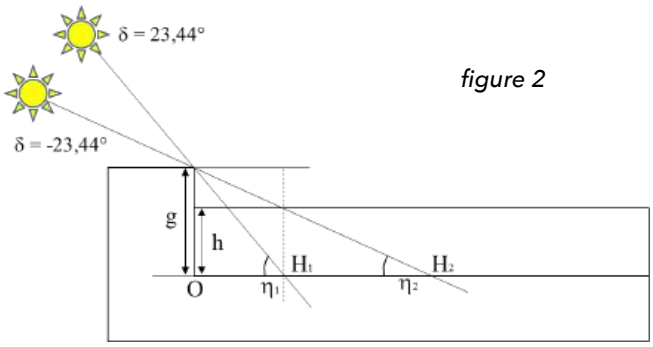


figure 2

au « gnomon » (le bras court du L). Pour atteindre cet objectif, il suffira de poser, en référence à la figure 2 ci-dessus et à ses notations :

$$h = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_2) / \tan \eta_1$$

En combinant cette équation avec la précédente, nous obtenons immédiatement la valeur recherchée de τ :

$$\tan \tau = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_2) / (l * \tan \eta_1)$$

Cette dernière formule nous permet également, en l'écrivant sous une forme différente, de trouver la distance l_i de chaque droite saisonnière (droite de la date « i ») à partir du bord inférieur du plan incliné (solstice d'été), à savoir :

$$l_i = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_i) / (\tan \eta_1 * \tan \tau)$$

Cette valeur est calculée sur le plan horizontal, mais peut être rapportée sur le plan incliné simplement avec la formule :

$$l_{ih} = l_i / \cos \tau$$

Ou encore :

$$l_{ih} = g * (\tan \eta_1 - \tan \eta_i) / (\tan \eta_1 * \sin \tau)$$

Il va sans dire que la hauteur h de chaque ligne saisonnière peut également être calculée comme suit :

$$h_i = l_i * \tan \tau$$

Et comme la hauteur du gnomon « réel » à utiliser pour calculer chaque point horaire sur la ligne saisonnière « i » sera donnée par :

$$g_i = g - h_i$$

La distance de chaque point de chaque ligne horaire par rapport au gnomon peut alors être calculée par la formule :

$$PH_i = (g - h_i) / \tan \eta_i$$

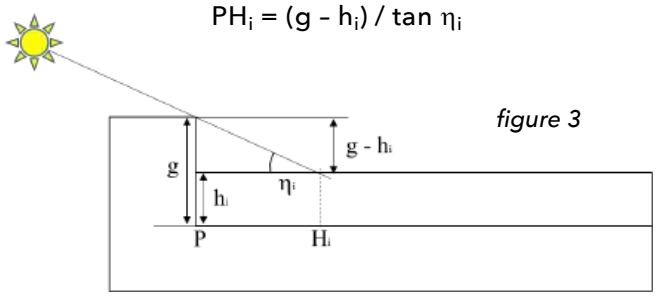
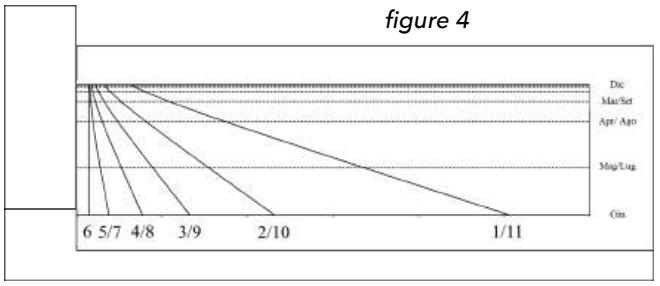


figure 3

Si nous ramenons ces points au plan incliné et que nous les joignons de manière appropriée pour tracer les lignes horaires et les lignes saisonnières, nous obtiendrons le schéma ci-dessous (vue perpendiculaire au plan contenant les lignes horaires et saisonnières).

figure 4

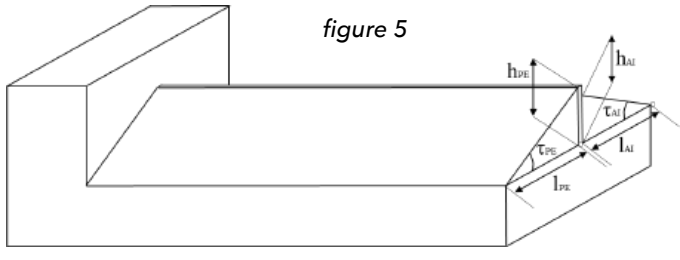


On constate immédiatement que :

- la ligne de 6 heures (vrai midi local) est droite et parallèle au bras court du L,
- les autres lignes horaires ne sont pas des droites, mais se rapprochent de lignes droites (chaque ligne horaire peut être approchée avec au moins 2 segments de ligne droite),
- les lignes de temps se resserrent autour du solstice d'hiver, ce qui rend difficile la lecture de l'heure au milieu de la journée,
- d'autre part, l'utilisation est facilitée, puisqu'il suffit (c'était l'une des conditions de départ) d'orienter le long bras du L (côté gnomon) dans la direction du Soleil.

La première amélioration que l'on peut faire pour réduire la difficulté des lignes resserrées est de diviser la surface avec les lignes horaires en deux parties, l'une pour la période printemps-été, l'autre pour la période automne-hiver, créant deux plans inclinés distincts (une sorte de « toit à pignon », voir la figure 5 ci-dessous).

figure 5



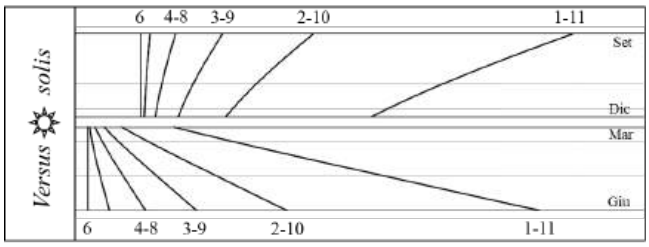
Le processus de calcul des lignes horaires et saisonnières est similaire à ce qui a été fait jusqu'à présent ; évidemment, le processus devra être divisé en deux étapes distinctes :

- la première utilisant pour η_1 et η_2 les hauteurs du Soleil respectivement au solstice d'été et à l'équinoxe,

- la seconde utilisant pour η_1 et η_2 les hauteurs du Soleil respectivement à l'équinoxe et au solstice d'hiver.

La figure 6 ci-dessous montre le résultat obtenu en suivant ces étapes.

figure 6

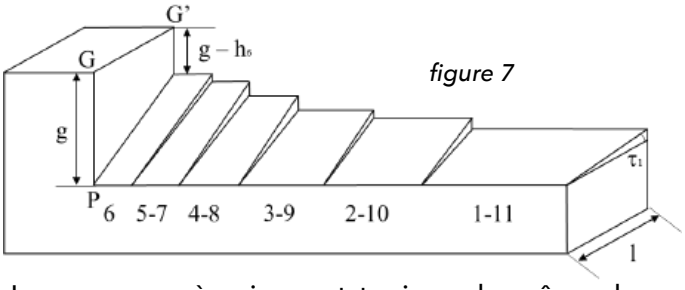


La situation s'améliore, mais pas de manière décisive… L'interpolation avec des segments de droite est également améliorée, limitant l'erreur de lecture (par rapport à la ligne calculée) à un maximum d'environ 8 min d'heure temporaire.

Le cadran multiplan incliné tordu

« L'appétit vient en mangeant »… Si avec un plan incliné nous avons réussi à avoir une ligne horaire droite alignée avec le gnomon, avec plusieurs plans inclinés, un pour chaque ligne horaire, toutes les lignes horaires seront droites et parallèles au gnomon !

figure 7



Le processus à suivre est toujours le même, la seule précaution étant de calculer une pente pour chaque ligne horaire, comme si vous deviez calculer 6 cadrans à plan incliné tordu au lieu d'un seul. Bien sûr, les lignes de date différeront également d'un étage à l'autre, ce qui complique malheureusement un peu la vie dans les phases de conception et de construction.

Cependant, le résultat est conforme aux attentes. Ci-dessous (figure 8) la représentation du résultat final (les lignes horaires ont été placées, pour plus de simplicité, sur le bord de chaque « marche »).

Il y a cependant un point très important à souligner. Le doute qui surgit immédiatement est que dans les mois autour du solstice d'hiver, lorsque le Soleil est bas, cette conception par « marches » peut être un obstacle à la propagation du « rayon d'ombre ». C'est-à-dire qu'en référence à la figure 9, nous devrons vérifier que la relation suivante est constamment satisfaite :

$$\Delta d * \tan \eta_i > \Delta h$$

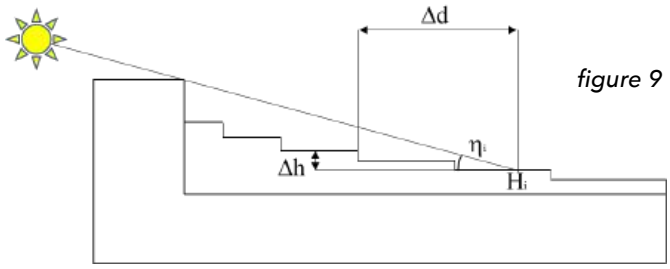


figure 9

Dans l'ensemble, la condition ci-dessus est toujours mathématiquement remplie, mais comme on l'a supposé, dans les mois autour du solstice d'hiver, la marge est extrêmement limitée, ce qui rend l'utilisation de l'instrument très critique.

Encore une fois, la première idée qui vient à l'esprit pour tenter de surmonter le problème est de recourir à une double série de plans inclinés (figure 10), créant ainsi une surface qui ressemble au dos d'un crocodile.

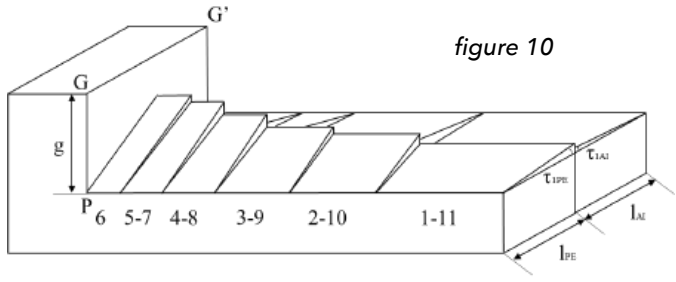


figure 10

Comme on l'a supposé, la situation s'améliore, mais pas au point de pouvoir être considérée comme décisive…

figure 8

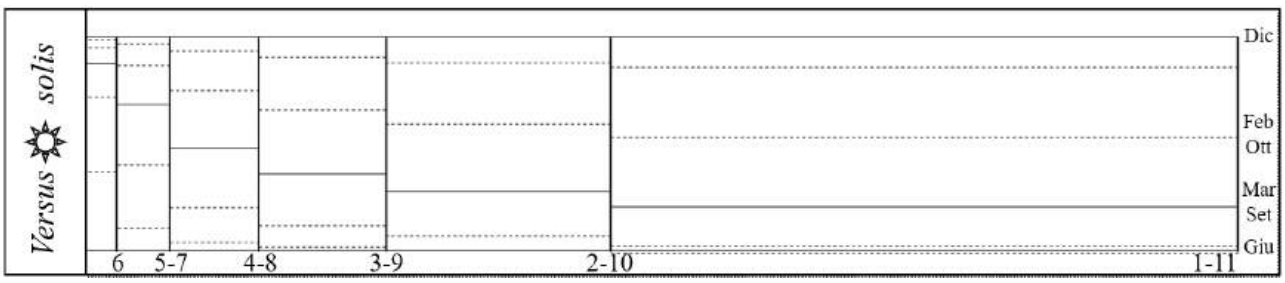
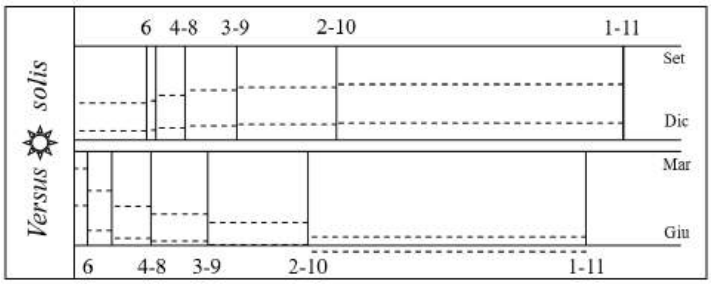


figure 11

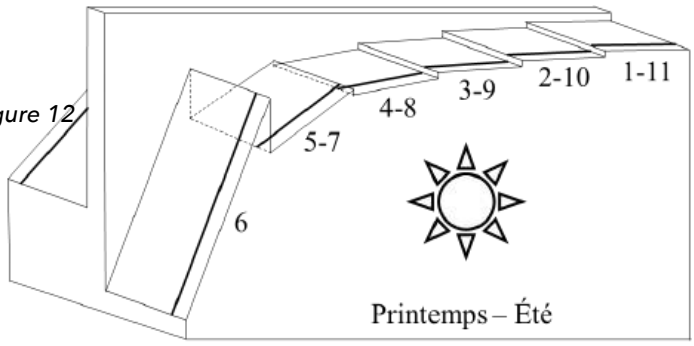


LE CADRAN À PLUSIEURS ÉTAGES EN « DENTS DE SCIE »

Il y a encore une étape, pratiquement évidente, qui peut être franchie à partir de l'étape actuelle schématisée ci-dessus (figure 11).

Vous pouvez en effet essayer de réorganiser tous ces « coins d'heure » à côté du gnomon au lieu d'une distance croissante, en oubliant la forme originale en forme de L des égyptiens, et, en outre, de façon à ce que les différentes lignes d'heure soient non seulement parallèles les unes aux autres, mais aussi toutes placées à la même distance du gnomon (figure 12 ci-dessous).

figure 12



Placer les plans inclinés à côté du gnomon est absolument trivial : le processus logique à suivre pour le calcul est identique à ce qui a été fait dans le cas précédent.

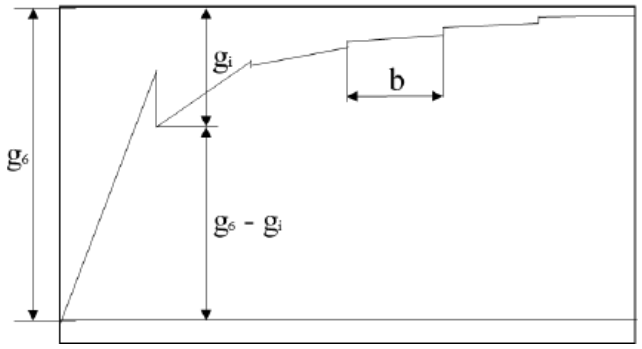
La nouveauté, cependant, réside dans le fait de rechercher un positionnement vertical approprié, de sorte qu'il permette d'éloigner les lignes horaires du gnomon toujours de la même distance, afin que toutes les lignes horaires soient alignées. C'est-à-dire qu'il faudra s'assurer que :

$$g_i / \tan \eta_i = g_6 / \tan \eta_6$$

L'indice 6 est ici indicatif de la ligne horaire de l'heure 6, et l'indice « i » indique toute autre ligne de temps.

Il suffira alors de placer les points inférieurs de chaque plan incliné de la manière indiquée sur la figure 13 ci-après.

figure 13

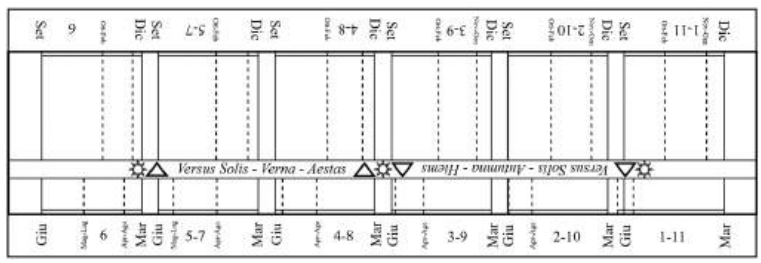


Compte tenu des expériences précédentes (et de mon inclination vers la beauté de la symétrie…) j'ai immédiatement choisi de diviser les lignes horaires en deux sections distinctes : l'une pour la période printemps-été, l'autre pour la période automne-hiver.

Le résultat final est présenté à la figure 14 ci-dessous ; il convient de noter que :

- sur la partie supérieure du gnomon il y a des triangles dont les sommets indiquent de quel côté de l'instrument le Soleil doit se trouver en fonction de la période de l'année,
- pour faciliter la lecture, un espace a également été inséré entre une ligne horaire (un plan incliné) et la suivante.

figure 14



MORALE DE L'HISTOIRE

Je ne pense pas que quiconque rêvera jamais de fabriquer une telle « montre », peut-être juste quelques amateurs de gnomonique et de bricolage !

La satisfaction réside donc seulement dans le fait d'avoir essayé, également parce que je ne sais pas si, dans un passé plus ou moins récent, quelqu'un a déjà suivi une voie similaire ; s'il a essayé, voire réussi, il a peut-être considéré une telle solution comme inintéressante d'un point de vue pratique et l'a mise à la poubelle…

Ferdinando Roveda (protokyte21@protonmail.com) est ingénieur, passionné de gnomonique depuis son plus jeune âge : à 4 ans il fut attiré pour la première fois par un cadran solaire… il se consacre aujourd'hui à l'étude de la gnomonique.

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUELLE EST L'AFFIRMATION INCORRECTE ?

- Le « chef de tous les Turkmènes », Saparmourat Niyazov, au pouvoir au Turkménistan de 1985 à 2006, a fait bâtir dans sa capitale Achgabat une statue le représentant, plaquée d'or, et en rotation sur elle-même afin que le regard du chef soit toujours orienté vers le Soleil.
- Le 13 avril 2029, l'astéroïde 99942, de 375 m de large, passera à environ 30 000 km de la Terre et sera visible à l'œil nu (tout risque d'impact étant exclu).
- Le gouvernement américain a chargé la NASA de définir avant fin 2026 un système de fuseaux horaires propre à la Lune, dans la perspective d'une présence humaine plus forte sur notre satellite.
- *La Boussole* et *L'Astrolabe* sont les noms des deux navires de l'expédition autour du monde de Jean-François de La Pérouse, entreprise en 1785 à l'initiative du roi Louis XVI.
- Un vol de New York à Paris, allant dans le sens de la rotation terrestre, est plus rapide qu'un vol de Paris à New York.
- Le tableau ci-dessous de Vincent Van Gogh (exposé en 2024 au musée d'Orsay à l'occasion de la belle exposition « Inventer l'impressionnisme ») a pour titre *La méridienne*, non pas parce qu'il représente une scène rurale à midi solaire mais parce que « méridienne » signifie également « sieste du milieu du jour ».



UNE ÉNIGME

UN BISCUIT RELIÉ AU TEMPS…

L'entrepreneur nantais Louis Lefèvre-Utile, fondateur de la marque LU (constituée de ses initiales), souhaitait que son « Petit Beurre » soit le compagnon idéal *à tout instant*. Comment a-t-il traduit ce souhait dans la conception du célèbre biscuit ?



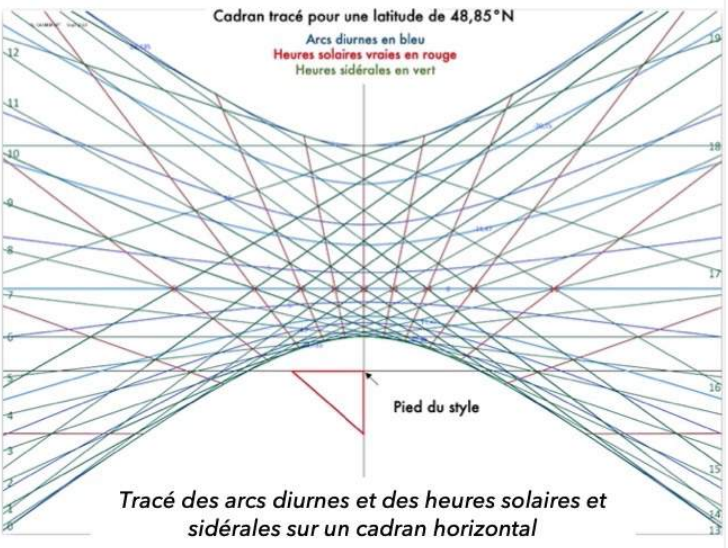
UN PROBLÈME GNOMONIQUE

LIGNES HORAIRES DE TEMPS SIDÉRAL

Dans l'article Cadrans solaires à heures sidérales de Pierre-Louis Cambefort paru dans le n° 11 de ce magazine*, il est dit « Il est relativement facile de démontrer que toute ligne horaire de temps sidéral est une droite ». Sauriez-vous le faire par quelques déductions simples ?

Un petit indice... Pensez à utiliser une propriété importante de la « projection gnomonique », c'est-à-dire de la projection de la sphère céleste sur le plan du cadran passant par un point du porte-ombre (extrémité d'un style droit ou œilleton) : la projection de tout grand cercle de la sphère céleste est une droite.

* https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_PL-Cambefort.pdf



Tracé des arcs diurnes et des heures solaires et sidérales sur un cadran horizontal

UN TEST RAPIDE

EN SOUVENIR DES JO...

Un test rapide pour les gnomonistes amateurs... Vous n'ignorez pas qu'un cadran analemmatique comporte une « ligne-calendrier » sur laquelle l'observateur doit se placer (à la bonne date !) afin que son ombre permette de lire l'heure sur les marques horaires disposées autour d'une ellipse. Une amie a le projet de tracer un tel cadran dans son jardin et, ayant encore en mémoire les grands moments des JO 2024, se propose de remplacer la ligne-calendrier par un podium sur lequel elle indiquerait les dates (qui seraient à la verticale de celles tracées pour une ligne-calendrier au niveau du sol). Elle vous demande de valider cette modification du cadran analemmatique classique...



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

Un vol New York - Paris est effectivement plus rapide qu'un vol de Paris - New York mais ce n'est pas parce qu'il va dans le sens de la rotation terrestre, même si cette explication erronée est souvent avancée… Imaginez qu'un athlète ait un 50 km à faire sur une ligne droite de direction est-ouest. Lui conseillerez-vous de choisir la direction ouest-est pour faire un meilleur temps, parce qu'ainsi il irait dans le sens de la rotation terrestre ? En fait, tout objet terrestre, et notamment un avion prêt à décoller de Paris ou de New York (mais également nous tous), allons, vu de l'espace, à la même vitesse que la Terre en rotation, soit près de 1 700 km/h au niveau de l'équateur ! Dans le référentiel terrestre, où l'avion prêt à décoller a une vitesse nulle, il ne pourra compter que sur sa vitesse propre pour aller d'un point à un autre…

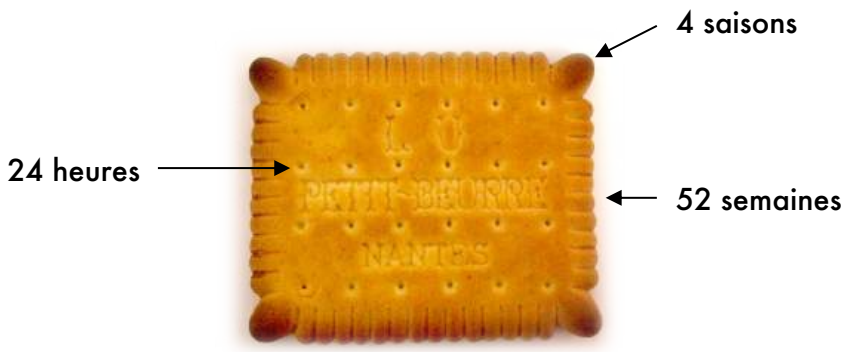
Si un vol New York – Paris est plus rapide c'est simplement à cause des vents d'altitude (appelés courants-jets ou *jet streams*) qui, situés à l'altitude à laquelle volent les avions, atteignent des vitesses de 100 km/h à près de 400 km/h et circulent d'ouest en est !



Position des courants-jets dans les hémisphères nord et sud

UNE ÉNIGME

Le biscuit comporte 4 coins pour symboliser les saisons, 52 dents (qui constituent ses bords) pour symboliser les semaines de l'année, et 24 points (4 rangées de 6 réparties sur le biscuit) pour symboliser les heures de la journée…



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

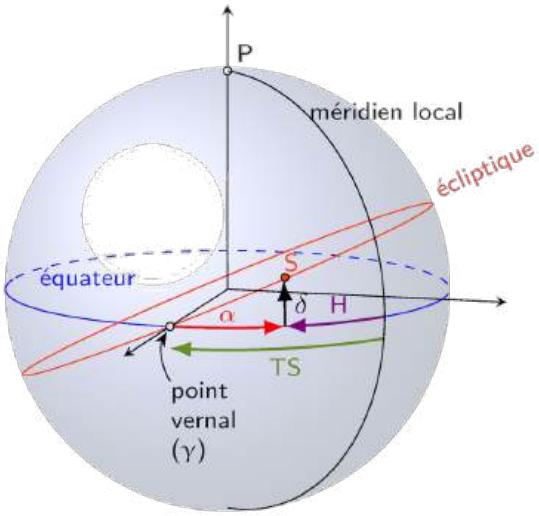
UN PROBLÈME GNOMONIQUE

L'heure sidérale correspond à l'angle horaire du point vernal γ de la sphère céleste (voir schéma ci-contre), le point vernal étant l'un des deux points d'intersection de l'équateur et de l'écliptique sur la sphère céleste, correspondant à l'équinoxe de printemps.

Pour une heure sidérale TS donnée, la position du point γ est parfaitement définie et avec elle la position de l'écliptique qui s'élève, à partir de γ, au-dessus de l'équateur avec un angle égal à l'obliquité de la Terre, environ 23,5 °.

Au fil des jours, à l'heure sidérale TS, le Soleil se situera en différents points de l'écliptique dans la position correspondant à TS. L'écliptique est un grand cercle, c'est-à-dire dans un plan contenant le centre de la sphère. Donc la courbe horaire de l'heure sidérale TS sera l'intersection de ce plan avec le plan du cadran, c'est-à-dire... une droite !

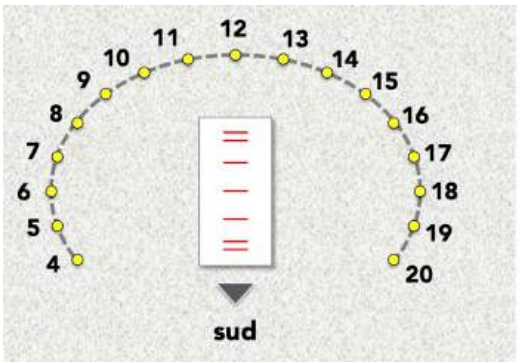
Le raisonnement est valable pour toutes les autres heures sidérales et le cadran est donc composé des différentes droites de projection de l'écliptique dans les positions répondant aux différentes heures sidérales.

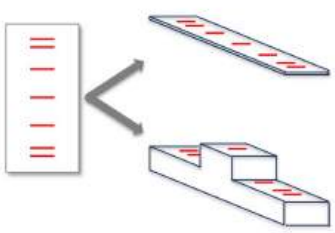


Quelques éléments de la sphère céleste, avec des coordonnées repérant la position du Soleil. α : ascension droite, δ : déclinaison H : angle horaire, TS : heure sidérale

UN TEST RAPIDE

Un cadran analemmatique est un cadran d'azimut, l'azimut du Soleil étant l'angle que fait l'ombre de l'observateur avec la direction de la ligne-calendrier (nord-sud). Cet angle ne change pas quelle que soit la taille de l'observateur, qu'il mesure 1 m comme un enfant ou... 2,24 m comme le basketteur français Victor Wembanyama. Monter sur une marche d'un podium revenant simplement à augmenter sa taille, le cadran analemmatique indiquera toujours la bonne heure. Le projet de votre amie est validé !



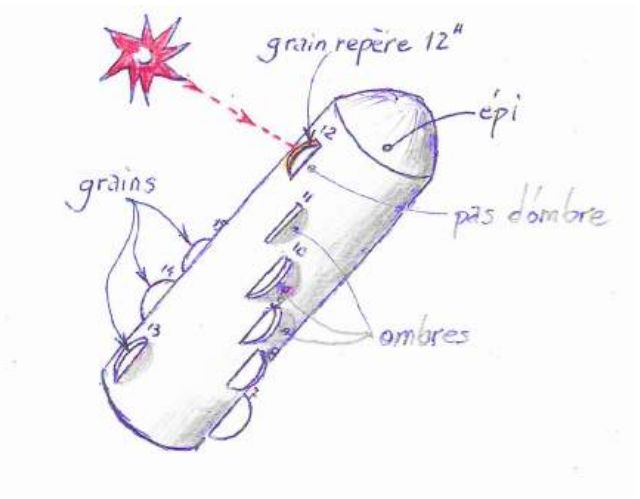


ÉPI DE MAÏS

Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr, membre du comité éditorial de ce magazine.

Pour ce numéro a été choisi son « Épi de maïs», un cadran équatorial dont la conception s'inspire de la forme et des constituants de l'épi de ce maïs, appelé blé d'Inde au Québec, devenu aujourd'hui la première céréale cultivée dans le monde (devant le blé et le riz).





Cadran de type équatorial.
24 "grains" pour chacun une heure ronde, disposés en spirale et répartis tous les 15 degrés
Midi correspond au "grain" repéré par une couleur.

Le grain qui n'a pas d'ombre indique l'heure ronde qui lui correspond.

Sur le croquis ci-dessus on lit 12 h solaire.

Ce cadran est adaptable à toute latitude grâce à la flexibilité de la tige en aluminium.

c.gahon



« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis *https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/*

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis *https://bit.ly/3d4RwY9*

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal BNF : septembre 2024

ISSN 2824-057X

Contact : *contact@cadrans-solaires.info*

« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).

All issues, as well as each article in each issue separately, can be downloaded free of charge from *https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/*

The paper version of each issue can also be ordered from *https://bit.ly/3d4RwY9*

The magazine is edited by Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

BNF Legal deposit: September 2024

ISSN 2824-057X

Contact: *contact@cadrans-solaires.info*

Comité éditorial - Editorial Committee



Photo page suivante : cadran solaire vertical déclinant, en forme de bouclier, mis au jour près du sanctuaire d'Apollon à Délos, l'une des îles des Cyclades (Grèce). Daté de 150 à 75 avant J.-C., il est calculé pour la latitude de 31°N, qui est celle d'Alexandrie en Égypte (il fut ensuite installé à Délos). Il peut être admiré au musée du Louvre à Paris dans la salle « Inscriptions grecques ».



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n° 14 - Hiver 2024-2025 - 12€



Photo de couverture : si vous avez la chance d'aller un jour en Islande, cette « île de feu et de glace », vous vous arrêterez probablement devant une des très nombreuses tables d'orientation (comme celle-ci, sur le mont Bláhnúkur dans la région de Landmannalaugar). Elles sont toutes circulaires, comportent un gnomon central et 24 secteurs réguliers. Ces tables permettent-elles de lire l'heure solaire? Rendez-vous dans la section Jeux et énigmes de ce numéro…



SOMMAIRE

4 Contents
5 Éditorial
6 Actualités
8 Résultats du concours 2024 - Comité éditorial
12 Un cadran solaire mystérieux - Yves Opizzo
14 Mon aventure équatoriale - Claude Gahon
16 Et si vous commenciez par une méridienne ? - Roger Torrenti
18 Cadrans de hauteur à courbes horaires rectilignes - Pierre-Louis Cambefort
20 Relier l'azimut du Soleil à l'heure de la montre… - Francis Reymann
22 Un laboratoire en ligne pour créer des cadrans en papier… - Fabio Savian
24 Un cadran solaire à chapeau à construire soi-même - David Alberto
26 Où bénéficier d'un éclairement solaire maximum sur l'année ? – Yvon Massé
28 « ASTRO à l'École » - Étienne Martel
30 Achever la restauration de la méridienne de la cathédrale de Nevers - Alix Loiseleur des Longchamps
32 De l'astronomie à la géographie : connaître la Terre dans l'Antiquité grecque - Michèle Tillard
36 Jeux et énigmes
38 Solutions des jeux et énigmes
40 Satellite - Claude Gahon
41 Crédits photos et illustrations

Ci-dessus : façade de la « maison du lézard » à Meillane (13) où Frédéric Mistral a vécu plus de 20 ans. La sage devise (en provençal bien sûr) du cadran solaire qui l'orne est « Gai lézard, bois ton soleil, l'heure ne passe que trop vite et demain il pleuvra peut-être ».

CONTENTS

5 **Editorial**

6 **News**

8 **Results of the 2024 competition - Editorial Committee**

12 **A mysterious sundial - Yves Opizzo**

An article by a gnomonist, inspired by the creations of Jean-Eugène Robert-Houdin, a French watchmaker and scientist, "father of conjuring" (not to be confused with the American illusionist Harry Houdini, whose stage name was chosen in homage to Robert-Houdin).

14 **My equatorial adventure - Claude Gahon**

Since issue 4 of this magazine, a page has been devoted (see p. 40) to one of the recent works of the gnomonist-dial maker Claude Gahon, precise and poetic but also original creations although often using the concept of an equatorial dial. He explains why...

16 **What if you started with a noon mark? - Roger Torrenti**

What type of sundial should you start your career as a dial maker with, if you were still an amateur gnomonist? In this article, the author suggests an easy start easily a noon mark in your home…

18 **Altitude-based dials with straight hourly lines - Pierre-Louis Cambefort**

The author invites us here, as he often does in his articles in this magazine, to a (quite easy) gnomonic exercise for trigonometry lovers: how to design a dial measuring the height of the Sun so that its hourly curves are parallel straight lines…

20 **Relating the azimuth of the Sun to the time of the watch... - Francis Reymann**

The author suggests here an easy-to-use tool to determine the "time of the watch" from the value of the azimuth of the Sun (for a given date and location) and conversely to know the time of passage of the Sun at a given azimuth and at a given date. Examples of use are suggested.

22 **An online laboratory to create paper dials... - Fabio Savian**

Launched in April 2010 as an "international register of sundials" and presented in the previous issue of this magazine, the free online tool "Sundial Atlas" www.sundialatlas.eu has a very interesting section that Fabio Savian invites us to discover in detail…

24 **A do ti yourself sundial with a hat - David Alberto**

Did you know that a sundial could "wear a hat"? If not, the author invites you to discover the secrets of "sundials with a hat"… And in any case, he suggests that you make one very easily!

26 **Where to benefit from maximum solar illumination over the year? – Yvon Massé**

A priori, given the annual symmetry of the apparent movement of the Sun, from each side of the Earth's equator, one might believe that the annual durations of days and nights are identical at all points on the globe. Yes, but if we look more closely...

28 **"ASTRO at School" - Étienne Martel**

As part of the ministerial "Sciences at School" program, aimed at promoting science and technology in secondary schools, targeted programs have been developing, such as "ASTRO at School". And sundials are not forgotten! The author tells us more about this framework and ongoing activities.

30 **Completing the restoration of the noon mark of Nevers Cathedral - Alix Loiseleur des Longchamps**

The author tells us the story of a beautiful noon mark currently being restored in Nevers Cathedral (France), in particular thanks to the gnomonic studies carried out by the late Paul de Divonne, and which is now just waiting for funds to once again surprise and amaze visitors...

32 **From Astronomy to Geography: Knowing the Earth in Greek Antiquity - Michèle Tillard**

The progress of Greek astronomy, like that of mathematics, had a surprising consequence: the birth of physical geography, and of the cartography of our planet. Astronomers and geographers had in fact in common to be also mathematicians, and to use the same instruments (the gnomon in particular) and the reading of the stars...

36 **Games and puzzles**

38 **Solutions to games and puzzles**

40 **Satellite - Claude Gahon**

ÉDITORIAL

Nous avons le plaisir de vous dévoiler dans ce numéro (pages 8 à 11) les lauréats de notre concours « Cadrans solaires pour tous 2024 ».

Nous avons, malgré le thème un peu « particulier » du concours (soumettre un poème ou une courte nouvelle évoquant un cadran solaire), été surpris du nombre de candidatures reçues, non seulement de France mais aussi d'Allemagne, du Canada, d'Espagne, ou d'Italie.

Le jury a eu bien du mal à départager les candidats, l'ensemble de candidatures étant réellement de bonne qualité…

Nous espérons que vous trouverez de l'intérêt à parcourir ce nouveau numéro et restons à votre écoute pour améliorer le contenu ou la présentation du magazine afin qu'il corresponde au mieux à vos attentes.

Enfin, nous sommes heureux de vous annoncer qu'un nouveau membre a été coopté au sein de notre comité éditorial : Francis Reymann dont une courte bio figure au bas de l'article qu'il a préparé pour ce numéro (pages 20 et 21).

Roger Torrenti
Responsable éditorial

EDITORIAL

We are pleased to reveal to you in this issue (pages 8 to 11) the winners of our *Cadrans solaires pour tous 2024* competition.

Despite the somewhat "special" theme of the competition (submit a poem or short story about a sundial), we have been surprised by the number of applications received, not only from France but also from Germany, Canada, Spain, and Italy.

The jury had a hard time deciding between the candidates, as all the applications were of really good quality…

We hope that you will find this new issue interesting and we remain at your disposal to improve the content or presentation of the magazine so that it best meets your expectations.

Finally, we are pleased to announce that a new member has been co-opted to our Editorial Committee : Francis Reymann, whose short bio appears at the bottom of the article he has prepared for this issue (pages 20 and 21).

Roger Torrenti
Editorial manager

contact@cadrans-solaires.info

COMITÉ ÉDITORIAL



ACTUALITÉS

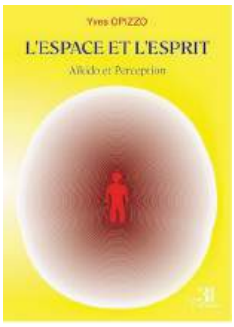


UNE HISTOIRE DU TEMPS ET DES HORLOGES



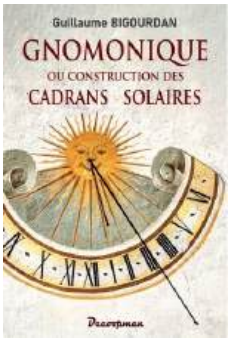
Des cadrans solaires et des clepsydres à la mécanique quantique et aux théories de la relativité, l'ouvrage « Une histoire du temps et des horloges » de Marie-Christine de La Souchère, paru chez Ellipses début novembre 2024, nous conte, de façon simple et claire, l'histoire du temps et de sa mesure. Il est agrémenté de nombreuses illustrations et anecdotes et s'adresse vraiment à tous. Il est vendu, notamment en ligne (FNAC, Amazon, etc.), au prix de 23€.

L'ESPACE ET L'ESPRIT



Yves Opizzo, membre du comité éditorial de ce magazine, auteur d'une quinzaine de livres sur la gnomonique, est également professeur d'Aïkido (6e dan) et a publié deux ouvrages sur le thème de l'esprit et de la conscience : son dernier, « L'Espace et l'Esprit », paru en septembre 2024 (Éd. Les trois colonnes), « tente d'approfondir des notions certes complexes, mais essentielles à la vie spirituelle ». Des notions qui accompagnent l'auteur dans la conception de nombre de ses cadrans solaires… Il est vendu, notamment en ligne (FNAC, Amazon, etc.), au prix de 23 €.

« LE BIGOURDAN »



De nombreux gnomonistes ont eu (ou ont encore) comme livre de chevet le fameux « Bigourdan ». Écrit par Guillaume Bigourdan, intitulé « Gnomonique ou traité théorique et pratique de la construction des cadrans solaires », il a été édité par Gauthier-Villars et Cie en 1922. On peut encore en trouver des éditions originales à des prix assez élevés (autour de 100 €). Les éditions Decoopman (https://www.decoopman.com) mettent aujourd'hui, avec leur réédition, l'ouvrage à la portée d'un plus grand nombre d'amateurs ou de passionnés (19 €).

TRÉSORS ANDALOUS OUBLIÉS



Esteban Martínez Almirón, qui avait publié un article dans le n°9 de ce magazine, consacré aux « Cadrans solaires d'Andalousie », vient de publier, à l'occasion du 25ème anniversaire de la mise en ligne de son site https://relojandalusi.org/, un ouvrage intitulé « Cadrans solaires historiques - Trésors andalous oubliés » illustré de 60 très beaux dessins qu'il a lui-même réalisés. L'ouvrage (en espagnol), présenté plus en détail en français dans un document préparé par l'auteur et accessible via http://bit.ly/3UK4Fbv, est disponible au prix de 12 € (plus frais d'envoi) en contactant l'auteur à l'adresse relojandalusi@gmail.com



ACTUALITÉS

UN CADRAN SOLAIRE DANS L'HIMALAYA !



Il y a un an, recevant Masato Oki, vice-président de la société japonaise des cadrans solaires, Roger Torrenti, responsable éditorial de ce magazine, avait appris que M. Oki était également un himalayiste réputé: il avait conduit notamment plusieurs expéditions dans l'Himalaya. M. Oki a aujourd'hui 90 ans et... continue à fréquenter l'Himalaya ! Il a même dirigé récemment une nouvelle expédition (à l'assaut du mont Merak, 6481 m). Roger Torrenti lui avait offert, lors de leur rencontre, un petit cadran solaire qu'il a emporté avec lui jusqu'au camp de base, à 4 750 m (photo), afin d'établir un « record du cadran solaire emmené le plus haut du monde ». Record à battre !

CALENDRIER RÉPUBLICAIN EN FRANÇAIS



Il est encore temps d'acquérir la version française de ce calendrier historique et poétique (pour l'an 233 de la République française commençant le 22 septembre 2024). On y trouve également des indications gnomoniques pour chaque jour de l'année et une référence aux dates de notre calendrier grégorien ainsi qu'aux constellations du zodiaque. Une initiative de Fabio Savian encouragée par notre magazine. À offrir ou à s'offrir, au prix de 15 € (en contactant Fabio Savian fabio.savian@nonvedolora.it)

UNE CARTE CHOROPLÈTHE...



À partir de l'inventaire de la Commission des cadrans solaires (https://ccs.saf-astronomie.fr/), David Alberto a réalisé une intéressante carte des départements français illustrant, par couleurs différentes, leur nombre de cadrans solaires (carte dite choroplèthe). Cette carte, en bonne définition, ainsi que le script Python et le module Geopandas utilisés par David Alberto, sont accessibles sur son site https://www.astrolabe-science.fr.

QU'EN PENSEZ-VOUS ?



Seiko a créé « une montre exclusivement pour les hommes ensoleillés » (voir https://bit.ly/4eHQlaF). C'est une montre-bracelet comportant un cadran solaire équatorial réglable que l'on déplie au-dessus du « cadran ». Certains hommes aimeront l'idée (même si l'heure affichée n'est pas très précise...) et seront fiers d'expliquer à leur entourage le concept de cadran solaire équatorial. D'autres jugeront que c'est un gadget. Certaines regretteront que la montre soit, au moins dans sa présentation, « réservée aux hommes »... Et vous, qu'en pensez-vous ?

RÉSULTATS DU CONCOURS 2024

Comité éditorial

Le jury du concours, composé des membres du comité éditorial du magazine (qui ne pouvaient bien entendu pas participer au concours) et co-présidé par David Alberto, Alix Loiseleur des Longchamps et Michèle Tillard, s'est réuni début novembre 2024 pour établir le classement final des candidats…

Tout d'abord, le comité s'est réjoui du nombre de candidatures reçues malgré le thème « particulier » du concours (soumettre un poème, une nouvelle évoquant un cadran solaire ou une simple devise), de la qualité globale des candidatures et du fait que des candidatures (avec des textes en français) provenaient d'Allemagne, du Canada, d'Espagne ou d'Italie, et non seulement de France.

Le jury a donc eu une tâche difficile pour départager les candidats car, au-delà de la qualité littéraire, chaque membre a pu être particulièrement sensible à tel poème ou telle nouvelle, et a nécessairement donné une note subjective aux candidatures reçues.

Nous présentons dans ces pages les textes des cinq candidats arrivés en tête du classement définitif du jury et les félicitons très chaleureusement.

Nous voulons également féliciter tous les candidats, et en particulier ceux qui ont séduit de deux à cinq membres du jury : Gérard Élie (France), Jacques-Franck Degioanni (France), Dominique Dupuy-Pirioua (France), Antogno Monqua Dranti (Espagne), Susanna Rodríguez Peralta (Espagne) et Ferdinando Roveda (Italie).

1
Vincent (lycéen)
France
Poème et haïkus

TEMPORIS FUGIT UMBRA

Je vois les siècles défiler sans un bruit,
Les saisons danser en un cycle infini.
Je suis le témoin immobile des jours qui s'enfuient,
Et dans mon giron, chaque instant est béni.

Les hommes me cherchent à l'aube naissante,
Quand le soleil effleure ma peau de pierre.
Ils guettent la course de l'astre flamboyant,
Et dans mon ombre, trouvent un repère.

Mystérieux cadran, je suis l'oeil du temps,
Un pont entre le ciel et cette terre.
Je lie le cosmos à l'instant présent,
Et dans le silence, je révèle les mystères.

Je suis plus qu'un simple instrument,
Je suis la voix du soleil, le chant de la lumière.
Dans mon étreinte, le temps devient vivant,
Pour graver les heures, éphémères et claires.

Je suis le gardien silencieux du temps,
Un oracle de l'ombre et de la lumière.
Chaque jour, je capture l'éclat du firmament,
Et je murmure à l'univers une prière solaire.

PENSÉES FUGITIVES OU HAÏKUS

Ombre qui danse,
Temps lié à la lumière,
Silence solaire.

Soleil en voyage,
L'ombre dessine un silence,
Cadran éternel.

Lueur du matin,
Heures empreintes en silence
Cadran de sagesse

2
Amaury Baradon
France
Poème et devise

UNE OMBRE AU CADRAN

Je suis une fine ombre
Qui naît au point du jour
Saluant bien des nombres
Le long de mon parcours

Je suis un humble cours
Ignorant les secondes
À l'heure où roues et tours
Minutent notre monde

Révélateur du ciel
Bien tracée est ma vie
Et pourtant immortelle
Tant que mon astre luit

Changeant de position
Il danse autour de moi
Une révolution
Que je n'achèverai pas

Du zénith au nadir
Gnomon ça une idylle
Rétrécir et grandir
En épousant mon style

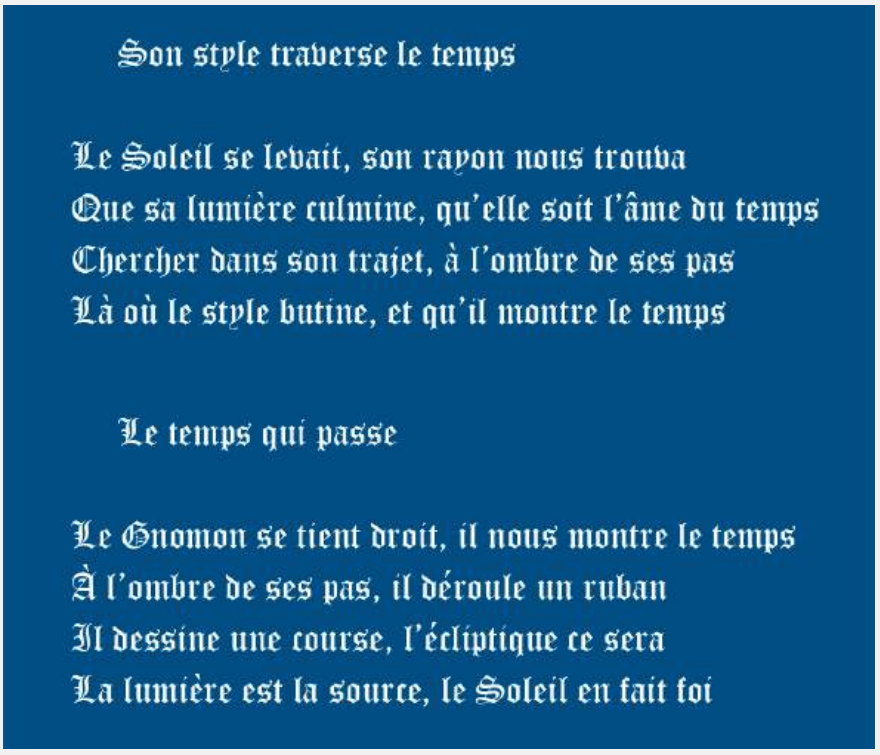
Balayant ma devise
Lentement, sûrement
Vers votre mort je vise
À un rythme constant

Et tous les jours je danse
En avance ou retard
Vers le levant j'avance
Puis me fonds dans le noir

DEVISE

« Nos vies passent et trépassent dans l'ombre du temps »

5
Michel Renaud
Canada
Deux poèmes



Son style traverse le temps

Le Soleil se levait, son rayon nous trouva
Que sa lumière culmine, qu'elle soit l'âme du temps
Chercher dans son trajet, à l'ombre de ses pas
Là où le style butine, et qu'il montre le temps

Le temps qui passe

Le Gnomon se tient droit, il nous montre le temps
À l'ombre de ses pas, il déroule un ruban
Il dessine une course, l'écliptique ce sera
La lumière est la source, le Soleil en fait foi

3
Roland Müller
Allemagne
Nouvelle

ATON

Il était une fois un petit âne qui a demandé à sa mère : « Pourquoi ne suis-je pas né cheval ? Les chevaux sont grands et forts. Je préfèrerais être un cheval. « Hi-han! » a répondu sa mère. « Laisse-moi te raconter une histoire. C'est l'histoire d'Aton, l'âne le plus sage de la terre » - et elle a commencé : « Il y a plus de 4 000 ans, un prince nommé Khéops est devenu Pharaon d'Égypte et il a ordonné à son maître constructeur Hémiounou : « Crée pour moi la plus grande tombe que le monde ait jamais vue. Ce sera une pyramide et sa base sera un carré avec un côté dirigé vers le nord. Ainsi, quand je mourrai, mon âme pourra trouver le chemin vers l'étoile du Nord, où résident les immortels. Tout ce dont tu as besoin pour accomplir ce travail te sera accordé. Si, toutefois, la tombe n'est pas terminée avant ma mort, cela te coûtera la tête ».

Hémiounou fut choqué. Il considérait cela comme une tâche impossible. Un mal de tête soudain l'a poussé à rentrer chez lui et à se coucher. Là, il entendit soudain un fort « hi-han ! » de la cour de son voisin. Furieux, Hémiounou se précipita et se plaignit de cette perturbation de son repos. Mais son voisin a expliqué : « Mon âne Aton fait juste son devoir. C'est l'âne le plus sage de la planète. Chaque jour, lorsque le Soleil a atteint sa position la plus élevée dans le ciel, il se tourne en face de lui, lève la queue et crie « hi-han! » indiquant ainsi l'heure de midi et une pause pour tous les travaux en cours ».

Hémiounou écouta avec attention et réfléchit... En face du Soleil à midi... Avec la queue levée... Vers le nord... ? « Puis-je emprunter votre âne pendant un moment ? » demanda-t-il. Son voisin hocha la tête.

Le lendemain, Aton fut conduit à l'endroit choisi pour la construction de la pyramide. Comme tous les jours où le Soleil était au plus haut, il émit un « hi-han! » et leva la queue. Immédiatement, Hémiounou marqua la ligne d'ombre de la queue sur le sol - et la direction exacte vers le nord était fixée !

Puis Hémiounou a pensé à la mise en place la base de la pyramide. Pendant la pause de midi, il avait observé la marche bien équilibrée d'Aton, ce qui lui a donné une idée : il a demandé à Aton de dessiner le premier côté de la pyramide en marchant en ligne droite et en comptant les pas. En fait, chaque pas n'était qu'une coudée royale, la longueur de base pour tout en Égypte. 440 fois, les sabots d'Aton ont donné un son « Ankh ! » distinct sur le sol pierreux, puis Aton s'est arrêté. Maintenant, la croix sombre sur le cou, l'épaule et le dos de l'âne a donné à Hémiounou l'angle droit pour tourner Aton et le laisser marcher à nouveau 440 coudées, et ainsi de suite d'un côté à l'autre pour finir par compléter toute la place.

Mais Aton s'est arrêté à chaque coin de la place et n'a pas avancé plus loin jusqu'à ce qu'il se soit positionné face au Soleil, qu'il ait levé la queue et qu'il ait crié « hi-han ! ». Après une inspiration soudaine, Hémiounou a marqué l'ombre de la queue de chaque arrêt sur le sol. C'était presque le coucher du Soleil au moment où tout cela fut terminé. Ensuite, l'immense place a été délimitée et marquée par des cordes, un côté faisant exactement face au nord. Aton avait achevé avec succès son important travail.

Hémiounou a parcouru la place sur l'endroit pour voir si tout était en ordre pour les travaux à venir. Il est également tombé sur les lignes d'ombre marquées de la queue d'Aton - et s'est arrêté par surprise : Ils faisaient tous un angle identique l'un par rapport à l'autre ! Comment cela pouvait-il être possible alors qu'Aton se tenait toujours face au Soleil ? Les derniers rayons rouges du Soleil ont éclairé son esprit : c'est la route du Soleil à travers le ciel qui provoque la longueur et la direction des ombres sur la Terre. Les ombres sont des traces du temps ! « Je dois dire ceci à Khéops ! » résolut Hémiounou.

Lorsque le Pharaon Khéops a entendu tout cela le lendemain matin, il a fait l'éloge de la contribution d'Aton à son monument. Surtout les indices des ombres de queue sur le fractionnement et la mesure de l'heure de la journée l'ont beaucoup impressionné. L'idée d'un cadran solaire était ancré dans sa tête ! « Aton doit être récompensé ! » décida Khéops. Il donna l'ordre d'entasser une pyramide d'avoine à hauteur de chevaux pour qu'Aton la consomme. Et Aton, très fougueux, a dansé à travers l'avoine jusqu'à ce qu'il disparaisse dans un grand nuage de flocons d'avoine. Quand il est sorti, son nez et son ventre étaient devenus blancs - et sont restés blancs tout au long de la vie d'Aton et même de la vie de tous ses descendants.

Le petit âne avait écouté avec beaucoup d'attention. Maintenant, il regarda sa mère, perplexe. Son nez et son ventre étaient aussi blancs que celui d'Aton dans son histoire, et elle lui dit : "Hi-han, donc nous aussi avons le ventre blanc. Nous sommes les descendants d'Aton, l'âne le plus sage de la Terre ! » Le petit âne leva fièrement la tête et conclut : « Hi-han, comme je suis chanceux de ne pas être né cheval ! ».

L'OMBRE DE MA FICELLE

La ficelle de ma terrasse où j'étends mon linge est attachée sur un poteau et elle s'étend jusqu'au mur qui est en face de mon fauteuil. Avant, souvent, quand j'y étais assis, mon regard se perdait dans l'ombre de la ficelle. Pourquoi est-ce qu'elle bouge de place tous les jours à la même heure ? Seulement de quelques millimètres, mais elle bouge. Voilà le mystère que je voulais résoudre.

C'était une belle journée ensoleillée, j'en ai profité pour faire une lessive, j'ai étendu mon linge et je me suis assis sur mon fauteuil pour me délecter de l'ombre de la ficelle. Elle était plus tendue que d'habitude, et elle avait une légère inclinaison vers le bas. Cela m'a fait penser au style du cadran solaire qui était placé au bout de la rue.

Quelques jours après, avant de monter sur ma terrasse, je suis allé jusqu'au coin de la rue pour observer le beau cadran solaire et admirer sa précision. Le style était incliné vers le bas, mais aussi un petit peu vers la droite par rapport au plan du cadran.

Pourquoi cette inclinaison ? me demandai-je. J'ai aussi remarqué que les nombres du côté gauche étaient plus séparés entre eux que ceux du côté droit. Pourquoi cette différence ? Plein d'énigmes à résoudre. Comment puis-je le faire ?

Arrivé à la fin du mois, je me suis rendu à la capitale pour assister à une représentation de Tristan et Iseult au Théâtre de l'Opéra. J'y vais très peu à la capitale, mais quand j'y vais, je prends mon temps pour flâner au milieu des grands bâtiments. Je me suis arrêté sur la terrasse du Café de la Place des anciens métiers. On y mange bien là-bas, puis c'est distrayant de voir les gens se promener, les arbres majestueux s'élever, la fontaine à trois étages couler à petit flot et les vieux bâtiments plein d'histoire s'imposer. Sur la façade d'un de ces bâtiments, il y a un cadran solaire impressionnant, il est en marbre rose et a plein de petits détails difficiles à apprécier à simple vue. Heureusement, j'avais sur moi des petites jumelles que j'utilise souvent lors des spectacles musicaux. Donc me voilà monté au cinquième étage du bâtiment placé en face du cadran solaire et avec l'aide de mes jumelles, la grande merveille se rapprocha de mes yeux. Au milieu du cadran, du nez d'un soleil souriant sortait le style qui, avec son ombre, marquait les heures sur des chiffres romains en graphismes d'or. Une phrase disait : « Je suis juste, soyez-le aussi ». Et en bas étaient marquées la latitude, la longitude et la déclinaison.

J'ai presque tout compris, mais, la déclinaison, ça veut dire quoi la déclinaison ? Je suis resté pensif un moment avec le mot déclinaison dans ma tête lorsque tout à coup a sonné le clocher de l'autre coin de la place. Ça m'a réveillé, il faut que j'aille tout de suite à l'opéra sinon je vais rater le premier acte ! Je suis arrivé à l'heure, pour moi le temps et la ponctualité sont très importants.

Le spectacle était merveilleux, les acteurs épatants et l'orchestre formidable. À la sortie, je suis tombé sur Madame Citronnelle, une ancienne voisine de tante Evelyn. Elle m'a raconté que ça faisait deux ans qu'elle était veuve. Elle avait fait son deuil et n'ayant pas d'enfants, elle avait vendu son appartement de la capitale pour aller vivre au village où elle avait encore des amies. Elle avait vendu les meubles, empaqueté les habits et les petits ustensiles qui étaient encore en bon état. Il lui restait enfin à vider le bureau de Conrad, son défunt mari qui avait été un architecte remarquable.

Je me suis rendu compte que cela lui faisait de la peine de s'en charger toute seule et lui ai proposé de l'aider. Elle fut ravie de ma proposition, nous avons décidé de nous y mettre le lendemain, étant donné que j'étais déjà sur place.

Il n'y avait pas beaucoup de travail, c'était un bureau très austère : des livres, des cahiers, des classeurs, quelques ordinateurs et d'autres petits objets. Pendant que je faisais les cartons, elle m'a dit qu'elle voulait tout donner à la faculté d'architecture mais que s'il y avait quelque chose que j'aimais bien je pouvais le garder comme souvenir.

Au milieu de tous les livres il y en avait un sur lequel était écrit « Rellotges de Sol, Historia i art de construir-los. Text i dibuixos de Miquel Palau » (Cadrans solaires - Histoire et art de les construire. Texte et dessins de Miquel Palau). Madame Citronnelle, contente de mon enthousiasme, m'a offert le livre avec grande satisfaction. Pour moi, c'est un livre sublime, une perle rare. Il y a une première partie très intéressante sur l'histoire des cadrans solaires et une deuxième partie plus technique. Avec l'aide d'une règle, d'un rapporteur et d'un compas, cet ouvrage m'a permis de construire moi-même mon propre cadran solaire. Je l'ai placé à l'une des extrémités où était tendue la ficelle à linge.

Aujourd'hui, quand je m'assois sur mon fauteuil, j'ai devant moi un magnifique cadran solaire qui me sourit et qui me dit dans ma langue maternelle « Gràcies Callol, sóc el teu Rellotge de Sol » (Merci Callol, je suis ton cadran solaire).

UN CADRAN SOLAIRE MYSTÉRIEUX

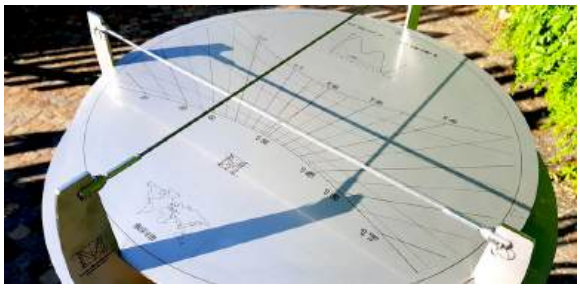
Yves Opizzo

Un article d'un gnomoniste, inspiré par les créations de Jean-Eugène Robert-Houdin, horloger et scientifique français, « père de la prestidigitation » (à ne pas confondre avec l'illusionniste américain Harry Houdini, dont le nom de scène avait été choisi en hommage à Robert-Houdin).

Voici un thème qui pourrait mettre la puce à l'oreille de bien des bricoleurs. J'ai donné dans le livre *Le Rêve d'une ombre* quelques idées de réalisations disons spéciales et celle rapportée ici n'est pas la moins intéressante. Si vous tapez dans un moteur de recherche quelconque les mots horloge mystérieuse, vous trouverez immédiatement le nom de Jean-Eugène Robert-Houdin, qui a créé au début du XIX^{e} siècle un objet d'exception. Mais il existe des horloges mystérieuses dans nombre de musées de l'horlogerie, comme par exemple celui de La Chaux-de-Fonds en Suisse. En effet, l'horloge du célèbre illusionniste français a inspiré de nombreux horlogers. Dans ces merveilles techniques, les aiguilles tournent et indiquent l'heure, mais elles semblent ne pas avoir de lien avec un moteur quelconque. Vous trouverez le secret facilement, je vous laisse donc le chercher[1].

Un cadran solaire mystérieux devrait donc lui-aussi donner l'heure ou quelque autre information gnomonique, sans que pour cela un système efficace soit visible. Il y a bien des cadrans ne possédant pas de projecteur d'ombre ou de lumière, mais c'est normalement le cadran lui-même qui projette cette ombre ou cette lumière. Les monuments gnomoniques, du type polyèdre sur colonne peuvent ainsi avoir des dizaines de cadrans fonctionnels, et pas un seul style visible. Ces cadrans peuvent devenir gigantesques, comme celui du barrage de Castillon. C'est un des bords du cadran qui joue le rôle du style, et tout est dit, ou presque tout.

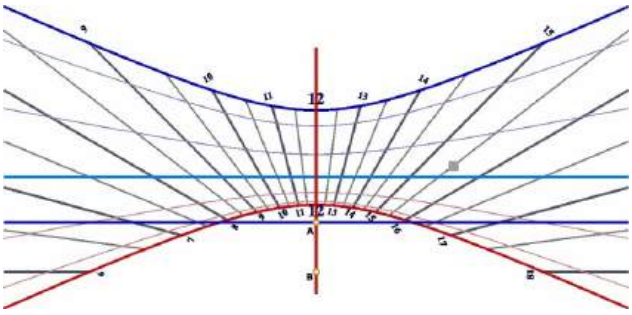
Je voulais aller un peu plus loin et vraiment créer un cadran mystérieux, dans lequel rien n'apparaîtrait. Et j'ai pensé à un cadran bifilaire presque banal de nos jours, à une – grosse – modification près. Les cadrans bifilaires sont une invention allemande, due au talent de Hugo Michnik, astronome, dans les années 1920. Dans ce système, deux fils perpendiculaires entre eux, mais ne se touchant pas, projettent une ombre rectiligne sur la table du cadran. Et c'est le point de rencontre de ces deux lignes d'ombre qui donne l'information souhaitée.



Cadran bifilaire à table circulaire horizontale

S'il est assez facile de créer un tel cadran, horizontal, vertical, incliné, déclinant, comprendre son principe est une autre paire de manches. Il existe toutefois nombre de sites Internet donnant des explications comme celui du CLEA[2]. Depuis quelques décennies, le principe a été grandement amélioré, à l'initiative notamment de Dominique Collin, gnomoniste français et actuel président de la CCS[3]. Ainsi, non seulement les deux fils ne doivent plus forcément être perpendiculaires entre eux, mais ils peuvent être des courbes !

Une particularité de ce cadran est d'être aisément réglable en latitude, en jouant sur l'écartement des fils. Il est possible de simuler ainsi un cadran équatorial, dans lequel les angles horaires (heures pleines) sont tous égaux à 15°. C'est ce que j'ai alors décidé de tracer, et voici le résultat (logiciel Shadows de l'ami François Blateyron).



Bifilaire à angles horaires égaux calculé pour Las Planas (le plateau, pas la plaine !) à Nissa la Bella (Nice)

[1] Si vous ne parvenez pas à découvrir les secrets de l'horloge de Jean-Eugène Robert-Houdin, regardez cette vidéo… https://www.youtube.com/watch?v=Ss3oHlnmhYw

[2] Voir par exemple l'article de Paul Perbost paru au printemps 1994 dans le n°65 des *Cahiers Clairaut* du CLEA à télécharger depuis http://clea-astro.eu/archives/cahiers-clairaut/CLEA_CahiersClairaut_065_15.pdf

[3] https://ccs.saf-astronomie.fr/

Ce cadran est un bifilaire horizontal à angles égaux. Les fils sont représentés en rouge et en noir et se croisent au point A. Avec un bifilaire « normal », ces deux fils projetteraient une ombre droite sur la table et le point de rencontre de ces deux droites donnerait l'information horaire ou autre. Mais regardez bien : il n'y a pas de ligne d'ombre, mais seulement un petit carré (voire un petit rectangle) grisé, sur la ligne 15 h 30, début octobre ou début mars. Et sur le vrai « mystérieux », aucun fil ne serait visible. Comment cela peut-il être possible ?

Je n'ai pas encore réalisé cet objet passionnant, mais je compte bien le faire. Si un lecteur devait être plus rapide que moi, j'en serais ravi, donc n'hésitez surtout pas et tentez de trouver l'explication. J'en ai parlé à la Société Astronomique de France il y a bien 20 ans, mais personne n'a vraiment relevé le défi. Alors je donne maintenant un lien qui devrait allumer une petite lampe dans l'esprit des lecteurs astucieux de ce magazine, donc de vous tous : https://fr.wikipedia.org/wiki/Polarisation_(optique)

Avez-vous trouvé?

Et bien oui, il suffit de remplacer les deux fils du bifilaire par deux filtres absolument invisibles, collés sur la face interne d'une plaque de verre légèrement teintée. Mais ces filtres en forme de rectangle très étroit (5 mm) et de la longueur du verre ne sauraient être banals, mais polarisés. Peut-être avez-vous utilisé un filtre polarisant avec un appareil de photographie argentique. Cela existe aussi avec les appareils numériques et mon ancien filtre fonctionne toujours. Il est possible avec lui de faire apparaître des choses invisibles, ou d'en faire disparaître. Et c'est LA solution.

Les deux filtres doivent – impérativement pour avoir une ombre profonde – se croiser à angle droit, sans se toucher. Le bifilaire est donc souhaitable, car si les filtres devaient se toucher, un point carré serait tout de suite visible et le mystère n'existerait plus. Il faut donc deux plaques de verre séparées par un intervalle dépendant de la latitude, sur chacune desquelles une bande de filtre polarisant sera collée. Cette bande sera quasiment invisible, si le support de verre est légèrement teinté. Avec un seul filtre, la lumière solaire, très puissante, éclairerait la table du cadran sans que rien ne soit visible. Peut-être en serait-il autrement avec la lumière projetée par la Lune. Que se passe-t-il alors avec deux filtres à 90° ? Le premier bloque la moitié de la lumière du Soleil et rien n'apparaît.

Mais le deuxième filtre bloque l'autre moitié de cette lumière, ce qui fait apparaître un petit carré grisé, voire bien noir, sur la table. Le point carré est ainsi justifié et le cadran solaire mystérieux parfaitement fonctionnel.

Apparemment, il serait possible de récupérer des filtres polarisants dans des moniteurs ou des téléviseurs modernes hors d'usage. Mais ces filtres semblent ne pas pouvoir fonctionner longtemps et se dégradent rapidement au soleil. Je me suis procuré des filtres polarisants du commerce, il y a bien une vingtaine d'années, et le principe s'est révélé correct. Mais je ne suis pas encore passé à la réalisation complète.

Alors ? À nos outils !

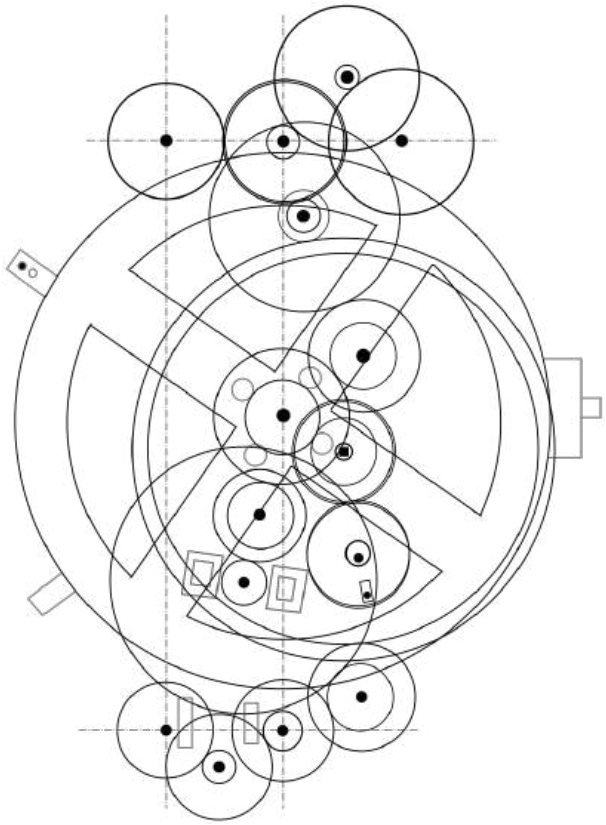


Schéma du mécanisme de la « Machine d'Anticythère » (fin du IIIe - moitié du IIe siècle av. J.-C.), une autre « horloge mystérieuse » dont nous vous parlerons dans un prochain numéro…

Yves Opizzo yves@opizzo.de, Niçois de naissance et résidant en Allemagne depuis 1986 a réalisé de très nombreux cadrans solaires en Europe et remporté à trois reprises un premier prix international pour ses réalisations. Il est l'auteur d'une quinzaine de livres sur la gnomonique et membre du comité éditorial de ce magazine. Il est également professeur d'Aïkido (6e Dan).

MON AVENTURE ÉQUATORIALE

Claude Gahon

Depuis le n°4 de ce magazine, une page est consacrée (voir p. 40) à l'une des récentes œuvres du gnomoniste-cadranier Claude Gahon, créations précises et poétiques mais aussi originales bien que recourant souvent au concept de cadran équatorial. Il nous explique pourquoi…

Mon aventure équatoriale… Rien à voir avec une histoire façon « aventurier de l'arche perdue » mais seulement ma passion pour un cadran solaire que l'on dit de type « équatorial ».

Cela ressemble à quoi ?

Un plan (dit table) incliné, circulaire souvent, avec une « tige », les spécialistes appellent ça « style » ou « gnomon », perpendiculaire à ce plan.

Qu'a-t-il donc de particulier ?

- Son plan est parallèle à celui de l'équateur terrestre, d'où le nom donné au cadran.
- Son style est (donc) incliné sur le plan horizontal d'un angle égal à la latitude du lieu du cadran ; il est ainsi parallèle à l'axe de rotation de la Terre.

Que se passe-t-il alors ?

Petit miracle, l'ombre du style se déplace au cours de la journée toujours de la même valeur pour une heure, 15° en l'occurrence, et rien d'étonnant à cela puisque la terre tourne sur elle-même de 360° en 24 heures…. Simple comme bonjour !

Particularité

Le Soleil étant facétieux, il a l'habitude de se cacher sous le plan équatorial pendant la période allant de l'équinoxe d'hiver à celui du printemps, ce qui peut poser un petit problème pour la lecture de l'heure (des exemples plus loin montrent comment j'ai pallié cette sujétion).

Et les plans horaires dans tout cela ?

Concept bien pratique à utiliser puisque tous les rayons lumineux qui sont dans un même plan contenant le Soleil et l'axe de la Terre (donc le style), marquent la même heure solaire.

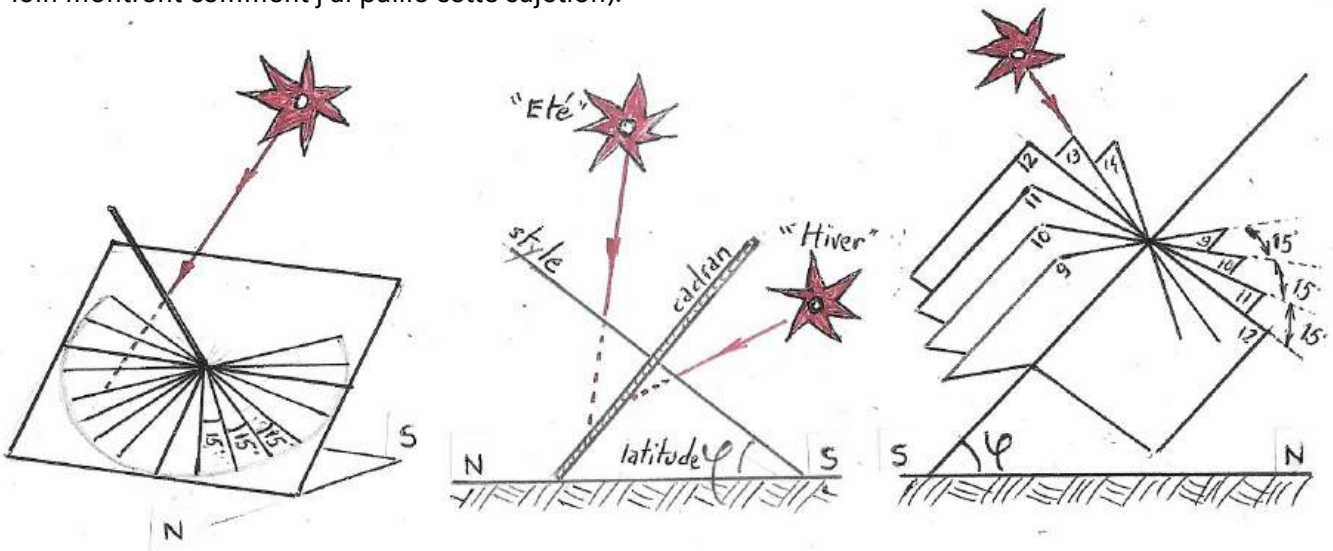
Les divers plans horaires sont donc répartis tous les 15° autour de l'axe terrestre et/ou du « style », le plan de midi correspondant au plan méridien du lieu du cadran.

Alors comment résister… ?

… à la tentation d'utiliser ces principes simples pour la conception et la fabrication d'objets pouvant donner une bonne approximation de la position relative du Soleil, donc de l'heure solaire. C'est toute ma démarche.

Après avoir lu quelques ouvrages pour mieux comprendre le fonctionnement des divers cadrans, j'ai vite compris que le modèle « équatorial » pouvait ouvrir une voie n'imposant pas des calculs astronomiques ni du matériel industriel, tout en offrant des possibilités de réalisations avec une approche, sinon artistique, du moins esthétique.

Alors j'ai voulu faire autrement que ce que j'avais lu ou vu dans ce domaine, il n'y a là aucun mystère ou inspiration divine, et donc imaginer des « trucs » où je pouvais retrouver ces possibilités de répartition d'une lumière ou d'une ombre tous les 15° et d'utilisation du partage par plans horaires.



Ces « trucs » capables de répondre à ces objectifs étaient donc à trouver ou à créer, alors j'ai regardé autour de moi et fait travailler un peu mon imagination pour utiliser au mieux les caractères des objets, naturels ou non, qui nous entourent (fleurs, animaux, instruments, monuments, etc.) en associant l'emploi de matériaux divers, compatibles et facilement « travaillables » pour obtenir les formes recherchées.

On pourra me rétorquer, à juste titre, que j'ai aussi fait une adaptation polaire car, souvent, mes ombres ou lumières se projettent sur des surfaces parallèles à ce qui sert de style.

Les ressources me semblent nombreuses, mais il faut seulement faire attention au piège du « déjà vu ou fait », ce qui met un peu de piment à la recherche ; c'est dans cet esprit de renouveau que j'oriente mes réflexions.

Ce petit jeu est vite devenu une passion, elle occupe bien ma retraite…

Actuellement, ma collection est constituée à 65 % de « cadrans » à lecture équatoriale, soit environ 80 unités différentes.

Ci-dessous, une petite sélection « équatoriale » de mes créations.

c.cahon

claudegahon@yahoo.fr

Le big bang de mon aventure…





Mes premières fentes…

Utilisation des plans horaires









Pour une lecture « été » « hiver » : translucidité ou transparence des matériaux









Et si vous commenciez par une méridienne ?

Roger Torrenti

Par quel type de cadran solaire commencer votre carrière de cadranier si vous êtes une ou un gnomoniste non encore confirmé ? L'auteur nous propose dans cet article de commencer très facilement par une méridienne dans son logement…

Vous vous intéressez de plus en plus à la gnomonique et aux cadrans solaires, ne maîtrisez pas encore tout à fait bien les concepts et méthodes de construction des différents types de cadrans solaires, mais désirez cependant vous lancer dans la réalisation d'un premier cadran ?

Et si vous commenciez par une méridienne, un « instrument » très simple à concevoir et à réaliser ?

Vous savez probablement déjà qu'une méridienne est un cadran solaire indiquant a priori une seule heure : midi solaire, c'est-à-dire le milieu de la journée, celui où le Soleil est le plus haut dans le ciel, plein sud (dans l'hémisphère nord), le Soleil revenant à cette position toutes les 24 h (à l'équation du temps près).

On rappellera au passage que le nom de midi a pour étymologie le vieux français mi (milieu) et le latin dies (jour), et que, dans d'autres langues ou dialectes, le sens est également clair : Midday en anglais, mezzogiorno en italien, mediodía en espagnol, Mittag en allemand, miejou en nissart, etc.

Pourquoi vouloir indiquer le midi solaire ?

Parce que c'est agréable de noter et ressentir cet instant, ce vrai milieu de la journée dont l'heure légale s'éloigne si souvent, car elle se réfère à des fuseaux horaires parfois « illogiques » (15°E pour la France), tient compte de l'éventuelle heure d'été, et induit une correction de longitude… Il est ainsi quelquefois midi (solaire) à 14 h (légale) en France[1], l'écart pouvant être encore plus important dans certains pays…

Oui, mais comment construire une méridienne ?

Vous avez peut-être déjà vu ces méridiennes du XVII^{e} ou XVIII^{e} qui servaient aux passants et aux horlogers à régler leurs montres, qui n'étaient pas aussi précises qu'aujourd'hui (à cette époque, l'heure légale était l'heure solaire !), ainsi que ces méridiennes installées dans des églises, qui projettent une tache lumineuse à l'intérieur de l'édifice grâce à un oculus placé en hauteur, le plus souvent sur la façade sud.



Méridienne de la Monnaie de Paris (Quai Conti), érigée en 1777



Méridienne de l'église Saint-Sulpice à Paris

Une possibilité, pour réaliser une méridienne, est bien entendu de s'inspirer de ces deux types de méridiennes d'alors, dont de nombreuses ont résisté à l'usure du temps.

Vous pouvez aussi penser à un gnomon, tige ou poteau fixé verticalement dans un sol horizontal (un jardin, une cour d'école, etc.), dont l'ombre sur le sol sera toujours dans la même direction à midi solaire. Ce gnomon est en outre un « bâton magique » (auquel un article[2] a été consacré dans le n°5 du magazine) car il peut permettre également de vérifier la latitude et la longitude du lieu d'installation, de commémorer des dates, voire d'indiquer l'heure solaire toute la journée…

Mais si l'on prend un peu de recul on peut imaginer des méridiennes plus originales et encore plus faciles à réaliser… Observez par exemple l'intérieur de votre maison ou de votre appartement à midi solaire (l'application en ligne https://heuresolaire.com/ vous donnera le top).

Sur un mur ou le sol de votre logement devraient apparaître (si vous bénéficiez d'ensoleillement à midi solaire…) les ombres de

[1] Voir le problème gnomonique posé dans le n°8 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/11/mag-CSpour-tous-n8_Jeux-enigmes.pdf

[2] Voir l'article paru dans le n°5 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-YORT.pdf

vos ouvertures et menuiseries extérieures verticales, mais aussi probablement de bâtiments ou même de végétaux extérieurs. Si l'ombre que vous choisirez est une droite, notez son emplacement sur le mur ou le sol. Si ce n'est qu'un point, tracez une droite verticale sur le mur passant par ce point ; si votre méridienne est tracée sur le sol, attendez deux jours assez éloignés l'un de l'autre et tracez une droite reliant les deux points.

Dans les 2 cas, la droite tracée sur le mur ou sur le sol est une méridienne qui vous indiquera midi solaire toute l'année (sauf bien entendu si les bâtiments ou végétaux extérieurs sont trop rapprochés et peuvent occulter le Soleil une partie de l'année).

Notez également que si vous tracez la méridienne sur le mur ou sur le sol, vous aurez peut-être à poursuivre le tracé, respectivement sur le sol ou sur le mur, pour pouvoir lire midi solaire toute l'année (compte tenu de l'amplitude de la hauteur du Soleil au cours de l'année).

Vous pouvez alternativement installer, à l'instar de ce qui a été fait dans certains édifices religieux (voir plus haut), un oculus sur votre vitre (un morceau de carton percé d'un orifice de 1 à 2 cm de diamètre par exemple) ou tracer une droite verticale sur votre fenêtre.

Vous pouvez aussi concevoir une boîte transparente à poser sur le rebord de votre fenêtre[3] que vous orienterez vers le sud lors de l'installation et qui indiquera le midi solaire toute l'année, ou viser une installation au plafond utilisant un cadran à réflexion[4].

Sur ce dispositif ou sur la droite tracée auparavant, vous pourrez également ne faire figurer qu'une zone minimale, limitée par les solstices et ainsi par exemple visualiser le moment où fêter *sol invictus*, le « Soleil invaincu » fêté au moment du solstice d'hiver - lorsque le Soleil, invaincu, renaît - par les Romains à partir du IIIe siècle de notre ère.

Mais vous pourrez aussi, à l'instar de C. Gahon[5] imaginer une solution utilisant des blocs de bois empruntés à vos enfants ou petits-enfants…

Et il existe bien d'autres moyens de concevoir une méridienne que vous pourrez imaginer. Alors qu'attendez-vous ?



Repérer des ombres dans son logement…

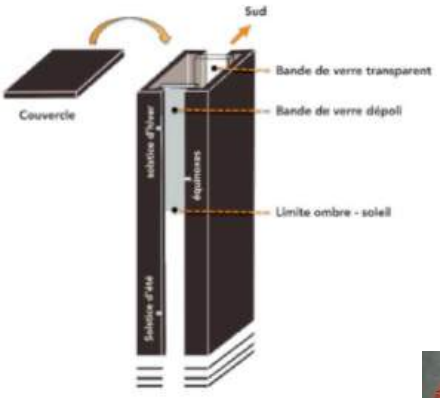


Schéma d'une « boîte méridienne »



Une méridienne utilisant des blocs de bois

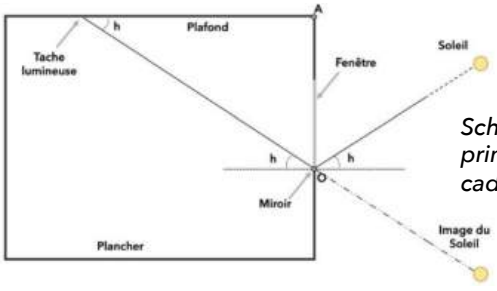


Schéma de principe d'un cadran à réflexion

Roger Torrenti roger@torrenti.net est ingénieur de formation et s'intéresse à la gnomonique et aux cadrans solaires depuis son plus jeune âge. Il est le responsable de publication du présent magazine et l'auteur du *MOOC cadrans solaires* (cours en ligne gratuit) https://www.cadrans-solaires.info

3 Voir l'article paru dans le n°9 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/09/mag-CSpour-tous-n9_R-Torrenti.pdf

4 Voir l'article paru dans le n°2 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-R_Torrenti-2.pdf

5 Voir l'article paru dans le n°11 de ce magazine https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/03/mag-CSpour-tous-n11_C-Gahon.pdf

CADRANS DE HAUTEUR À COURBES HORAIRES RECTILIGNES

Pierre-Louis Cambefort

L'auteur nous invite ici, comme il le fait souvent par ses articles dans ce magazine, à un exercice (assez facile) de gnomonique pour les férus de trigonométrie : comment concevoir un cadran de hauteur afin que ses courbes horaires soient des droites parallèles…

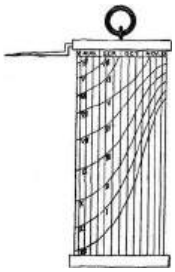
Nous nous intéressons aujourd'hui aux cadrans solaires de hauteur, c'est-à-dire aux cadrans solaires dont le concept est fondé sur la mesure de la hauteur du Soleil qui (de nombreux articles de ce magazine l'ont déjà souligné) est relié à l'heure solaire par la formule bien connue :

$$\sin h = \sin \varphi \,.\, \sin \delta + \cos \varphi \,.\, \cos \delta \,.\, \cos H$$

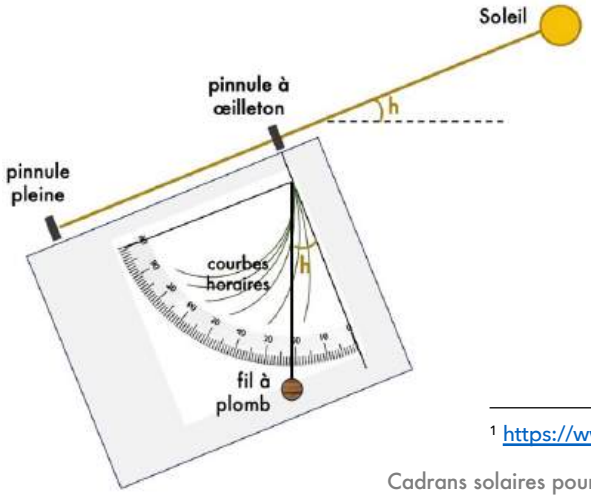
avec φ la latitude du lieu, δ la déclinaison du Soleil correspondant à la date du jour (considérée constante pendant la durée du jour) et H l'angle horaire du Soleil.

Rappelons que l'angle horaire est l'angle mesuré sur l'équateur céleste entre le méridien passant par le Soleil et le méridien du lieu ; il varie de 0° à -180° vers l'est et de 0° à 180° vers l'ouest, et peut facilement se traduire en heure solaire : à 10 h heure solaire par exemple, l'angle horaire du Soleil sera de -30°, alors qu'à 13 h il sera de +15°, à 18 h de +90°, etc.

Les cadrans de hauteur existent depuis des siècles, l'un des types les plus connus (dont l'invention remonterait à 2 000 ans environ) étant le « cadran de berger », de forme cylindrique, schématisé ci-contre.



Il existe également des cadrans de hauteur plats, en bois ou en métal, dont le plan doit être, pour la mesure, orienté dans le plan vertical passant par le Soleil. On doit alors incliner le cadran afin que la ligne de visée (définie par les 2 pinnules) soit dans la direction du Soleil, un pinceau de lumière passant par la première pinnule à œilleton et éclairant la seconde.

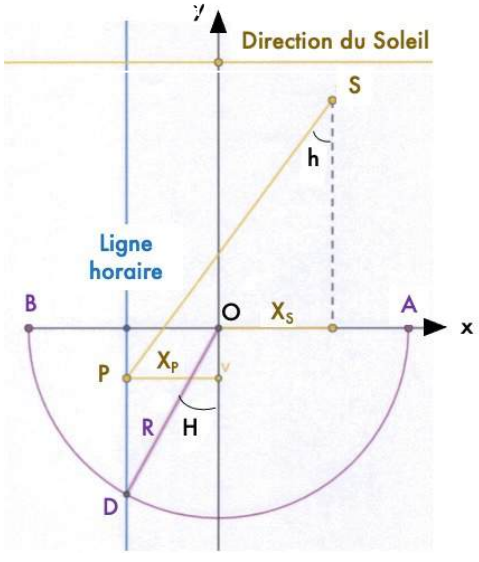


On lit alors aisément la hauteur h du Soleil grâce à un fil à plomb fixé sur le cadran, et on pourra y lire également l'heure solaire à l'intersection du fil à plomb et de courbes horaires tracées pour différentes dates d'observation.

Pour ce type de cadran de hauteur il est possible de le concevoir afin que les courbes horaires soient des droites parallèles : c'est le cas notamment du *cadran universel de Regiomontanus*, du *cadran universel d'Apian*, et du *capucin de Saint-Rigaud*. Nous allons nous concentrer dans cet article sur le cadran de Regiomontanus, du nom d'un savant allemand du XV^e^ siècle, et inviter les lecteurs à se reporter à l'annexe de cet article[1] pour l'analyse des deux autres cadrans.

Remplaçons tout d'abord le lest du fil à plomb par une perle (difficilement) mobile, afin que l'on puisse disposer d'un pendule de longueur variable. Dans le schéma ci-dessous, soit S le point de suspension du pendule, P la perle mobile et O le centre d'un repère dont l'axe Ox et l'axe Oy sont respectivement parallèle et perpendiculaire à la ligne de visée du Soleil. Choisissons deux points A et B sur l'axe Ox, situés tous deux à une distance R de O, AB définissant la largeur (utile) du cadran.

Pour que les lignes horaires soient rectilignes et parallèles à l'axe Oy, il faut que l'abscisse x_P de la perle P ($x_P = x_S - SP \,.\, \sin h$) soit constante,



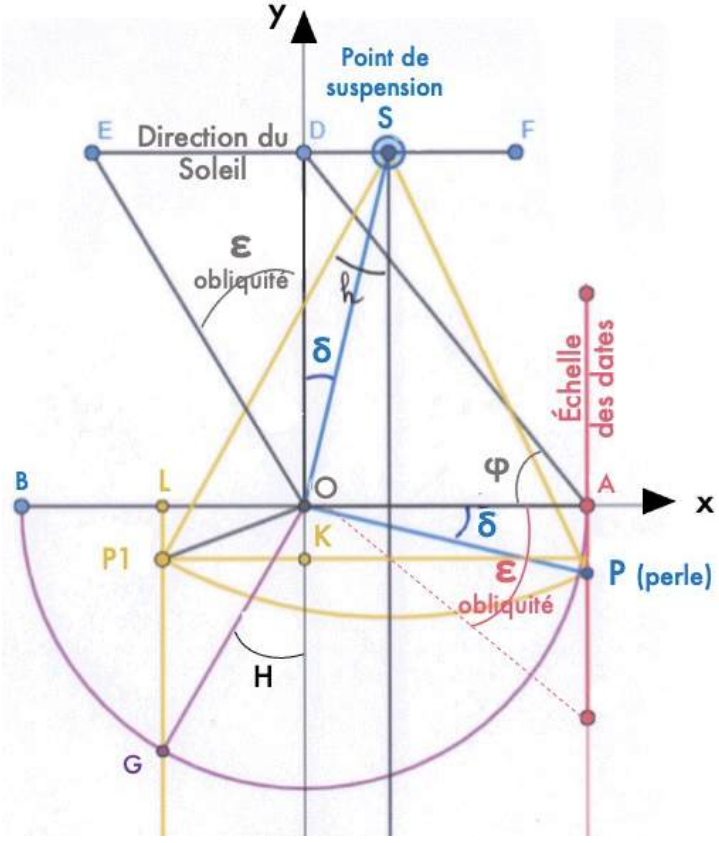
[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/09/ann_PLC_14.pdf

pour un angle horaire H donné et ne dépende donc pas de la date (ni de la latitude du lieu si l'on souhaite que le cadran soit « universel », c'est-à-dire utilisable quelle que soit la latitude). Cela est possible en rendant variables à la fois la position du point de suspension et la longueur du pendule.

Voyons comment Regiomontanus propose de placer le point de suspension et la perle au moment de l'utilisation, c'est-à-dire à une date (donc une valeur de la déclinaison δ) et pour une latitude φ données.

- Soit D le point situé sur l'axe Oy tel que l'angle OAD soit égal à la latitude φ, la longueur OD étant donc égale à R . tan φ
- Soit P le point situé sur la droite parallèle à Oy passant par A, tel que l'angle AOP soit égal à la déclinaison δ du Soleil le jour de l'observation. La distance OP est donc égale à R / cos δ
- Soit S le point sur la droite parallèle à Ox passant par D tel que l'angle SOD soit égal à δ, le triangle POS étant donc rectangle. S a pour abscisse OD . tan δ soit R . tan φ . tan δ et la longueur OS égale à OD / cos δ ou encore R . tan φ / cos δ

On en déduit alors que la longueur SP du pendule (propriété du triangle rectangle POS) est égale à R / (cos φ . cos δ)



Considérons maintenant le cadran en fonctionnement, sa longueur SP ayant été déterminée ci-avant. La perle, après visée, se trouvant en P1 (le point de suspension a gardé le même position).

Son abscisse est de $X_{P1} = X_S - SP1 . \sin h$, soit en remplaçant X_S, SP1 et sin h par leurs valeurs et en simplifiant $X_{P1} = - R . \cos H$

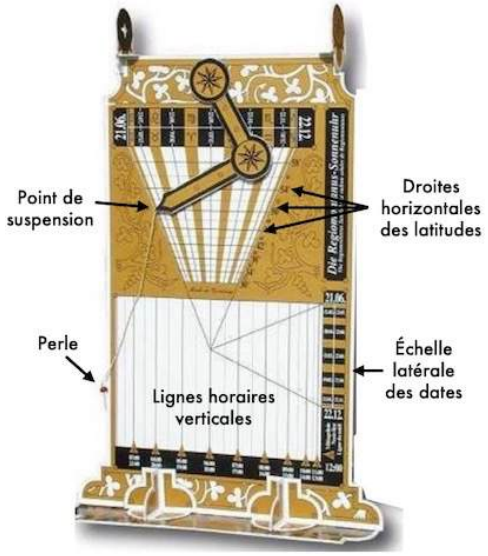
L'abscisse X_{P1} ne dépend donc que de l'angle horaire du Soleil et pas de la déclinaison du Soleil ni de la latitude du lieu et nous avons notre cadran de hauteur universel à courbes horaires rectilignes (parallèles à l'axe Oy) !

Les lignes horaires sont des verticales passant par les points R . cos H ; la ligne midi étant confondue avec l'échelle des dates et la ligne 6h - 18h étant l'axe Oy.

Ce cadran sera équipé d'une échelle latérale des dates (droite parallèle à Oy passant par A) et de droites parallèles à Ox correspondant à différentes latitudes, droites sur lesquelles figurera également une échelle de dates.

Astucieux, non ?

Le « Cadran solaire Regiomontanus » ci-dessous, en vente sur le site https://www.astroshop.de/fr est équipé d'un bras articulé permettant de placer le point de suspension (pointe du bras) sur la bonne droite horizontale des latitudes et sur la bonne date sur cette droite, puis de régler la position de la perle en la faisant coulisser vers l'échelle verticale latérale des dates. La longueur du pendule ayant été ainsi fixée, l'instrument est prêt pour l'observation !

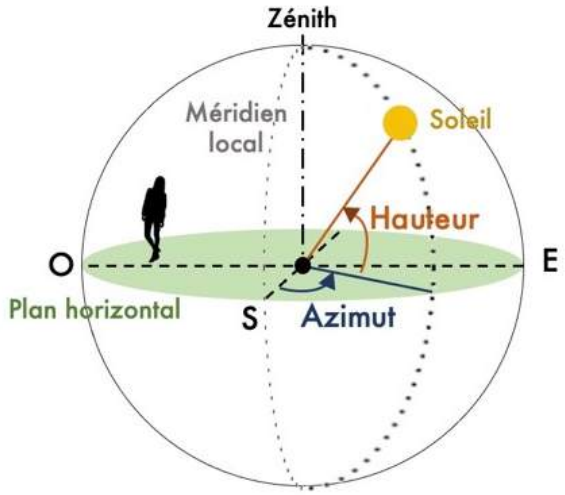


Pierre-Louis Cambefort est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.
pierre-louis.cambefort@orange.fr

RELIER L'AZIMUT DU SOLEIL À L'HEURE DE LA MONTRE…

Francis Reymann

L'auteur propose ici un outil facile d'utilisation permettant de déterminer « l'heure de la montre » à partir de la valeur de l'azimut du Soleil (pour une date et un lieu donnés) et inversement de connaître l'heure de passage du Soleil à un azimut et à une date donnés. Des exemples d'utilisation sont suggérés.



À tout instant la position du Soleil est déterminée, pour un observateur se tenant sur un plan horizontal, par son azimut (direction du Soleil sur la rose des vents) et sa hauteur (angle entre l'horizontale et la direction du Soleil).

L'ombre de tout objet dépend directement de l'azimut et de la hauteur du Soleil mais la direction de l'ombre d'une verticale (coin de maison, bâton dit gnomon, barreau de garde-corps, élément d'huisserie) ne dépend que de l'azimut du Soleil.

L'objet de l'outil présenté, « AzimutHeure », un fichier Excel que l'on peut télécharger ici[1], est de relier une valeur donnée de l'azimut du Soleil à l'heure de son passage à cet azimut, l'heure en question n'étant pas l'heure solaire mais « l'heure de la montre » (ou « heure légale »), c'est-à-dire celle que nous lisons à notre poignet, sur le téléphone portable où sur la cuisinière…

Cette relation se calcule par des formules connues qui ont été intégrées dans l'outil et que nous ne rappellerons pas ici.

Plus précisément l'outil nécessite d'abord que l'on ait, dans la « feuille » (ou page) « Lieu » de l'outil, saisi les valeurs des coordonnées géographiques du lieu (latitude et longitude), voire précisé l'heure UTC hiver et été si une modification dans le changement d'heure devait un jour intervenir.

Dans la page « Soleil » de l'outil, on peut alors soit saisir :

- une date et une heure données et l'outil indiquera la valeur de l'azimut du Soleil correspondant à cette heure,
- une date et un azimut donnés et l'outil indiquera l'heure de passage du Soleil à cet azimut.

Une autre page de l'outil, « Passage Azimut », donne quant à elle, par un tableau, l'heure de passage du Soleil à un azimut donné pour tous les jours d'une année, ce qui permet, le cas échéant, de se dispenser de l'outil une fois le tableau imprimé.

EXEMPLES D'APPLICATION

Repère journalier d'heure

On relève (et trace) la direction de l'ombre d'une arête verticale pérenne (huisserie verticale par exemple) à un moment donné (jour, heure). L'outil permet de connaître l'azimut du Soleil associé à cette direction d'ombre. Chaque fois que l'ombre de ce même obstacle passera sur le repère, le Soleil aura le même azimut et l'outil pourra vous indiquer l'heure de passage du Soleil à ce même repère un autre jour. Vous aurez ainsi conçu une sorte de méridienne, qui n'indiquera pas le midi solaire mais qui vous indiquera, tout au long de l'année, l'heure (de la montre) avec une très bonne précision.

Prévoir l'ombre d'une arête de bâtiment existant ou à venir

Vous envisagez d'emménager dans un nouveau logement et vous demandez si des bâtiments voisins ne vont pas vous faire trop d'ombre ou vous vous interrogez sur l'impact que peut avoir un bâtiment en projet sur votre logement ? Sur un plan de masse relevez l'azimut à partir duquel l'ombre de l'arête la plus problématique du bâtiment voisin atteindra votre logement. L'outil vous permettra alors de déterminer, pour chaque jour de l'année, à quelle heure l'ombre apparaîtra dans votre logement.

Et vous pourrez probablement imaginer d'autres applications que ce simple outil vous permettra !

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/09/AzimutHeure.xlsx

Extrait de la page Lieu de l'outil AzimutHeure

Toutes les cases en bleu doivent être renseignées

Coordonnées	Deg	Min	Sec	Vers
Latitude Nord	46,237	0	0	**N**
Longitude	7	8	24	**E**

La latitude doit être Nord, zone tropicale exclue. Pour la longitude indiquer E pour une longitude Est, et O pour une longitude Ouest. Les cellules "Deg" peuvent comporter des nombres décimaux (44,237 par exemple).

	UTC	Pour info: midi solaire moyen
Heure d'hiver	1	12h 31min 26s
Heure d'été	2	13h 31min 26s

En 2024 en France UTC heure d'hiver = 1 et UTC heure d'été = 2. Si l'heure d'été devait, à l'avenir, se généraliser, on devra indiquer 2 pour l'heure d'hiver. Si l'heure d'hiver se généralisait, on devra indiquer 1 pour l'heure d'été.

Extrait de la page Soleil de l'outil AzimutHeure

Une date et une heure (cases bleues) donnent l'azimut du Soleil à cette heure (case orange)

Date	Informations générales						Heure légale			Coordonnées du Soleil	
jj/mm/aaaa	Déclinaison du Soleil	Équation du Temps	UTC en vigueur	Heure de lever du Soleil	Midi solaire (culmination du Soleil)	Heure de coucher du Soleil	Heure	Minutes	Secondes	Hauteur du Soleil	Azimut du Soleil
21/03/2024	+0° 32' 35"	+7min 1s	1	6h 33min	12h 38min 28s	18h 44min	11	8	0	40,19	**-30,223**

Une date et un azimut (cases bleues) donnent une heure de passage du Soleil à cet azimut (cases orange)

Date	Informations générales						Heure légale			Coordonnées locales	
jj/mm/aaaa	Déclinaison du Soleil	Équation du Temps	UTC en vigueur	Heure de lever du Soleil	Midi solaire (culmination du Soleil)	Heure de coucher du Soleil	Heure	Minutes	Secondes	Le soleil est à la hauteur	Pour l'azimut (°)
01/11/2024	- 14° 40' 29"	- 16min 26s	1	7h 15min	12h 15min 0s	17h 15min	**9**	**40**	**16**	19,84	-40,000

Extrait de la page Passage Azimut de l'outil AzimutHeure

Année en cours	**Azimut**		
2024	-40,00	**<- Saisir ces valeurs**	
Date	**Jour**	**Hauteur (¨)**	**Passage azimut**
02/12/2024	Lundi	11,47	9h 29min 44s
03/12/2024	Mardi	11,31	9h 29min 48s
04/12/2024	Mercredi	11,16	9h 29min 53s
05/12/2024	Jeudi	11,02	9h 30min 0s
06/12/2024	Vendredi	10,88	9h 30min 9s
07/12/2024	Samedi	10,76	9h 30min 19s
08/12/2024	**Dimanche**	10,64	9h 30min 31s
09/12/2024	Lundi	10,53	9h 30min 44s
10/12/2024	Mardi	10,43	9h 30min 58s
11/12/2024	Mercredi	10,34	9h 31min 15s
12/12/2024	Jeudi	10,25	9h 31min 32s
13/12/2024	Vendredi	10,18	9h 31min 51s
14/12/2024	Samedi	10,11	9h 32min 11s
15/12/2024	**Dimanche**	10,06	9h 32min 33s
16/12/2024	Lundi	10,01	9h 32min 56s
17/12/2024	Mardi	9,97	9h 33min 20s
18/12/2024	Mercredi	9,94	9h 33min 46s
19/12/2024	Jeudi	9,92	9h 34min 13s
20/12/2024	Vendredi	9,91	9h 34min 41s

Francis Reymann reymann.francis@orange.fr est ingénieur de formation et s'est intéressé par hasard mais avec passion au fonctionnement du système solaire, « ce qui a donné lieu à diverses maquettes explicatives et bien entendu à moult récepteurs des ombres dits cadrans solaires »

UN LABORATOIRE EN LIGNE POUR CRÉER DES CADRANS EN PAPIER…

Fabio Savian

Lancé en avril 2010 comme « registre international des cadrans solaires » et présenté dans le numéro précédent de ce magazine, l'outil en ligne gratuit Sundial Atlas www.sundialatlas.eu comporte une section bien intéressante que Fabio Savian nous propose de découvrir en détail…

Sur le site Sundial Atlas existe une section appelée Gnomolab dont le nom reflète sa fonction : un « laboratoire de gnomonique » en ligne.

Cette section a été créée pour permettre à l'origine l'évaluation des caractéristiques gnomoniques des cadrans répertoriés sur le site. Mais de nombreux développements ont étendu son champ d'application, permettant par exemple aujourd'hui à des gnomonistes – cadraniers de faire une analyse préalable de leur projet ou… à quiconque de choisir et imprimer des cadrans solaires en papier.

Gnomolab propose ainsi, dans son sous-menu « Paramètres gnomoniques », une vue satellite du lieu dont on aura saisi les coordonnées géographiques, comportant une couronne graduée et une ligne médiane (en rouge sur la fig. 1 ci-dessous) dont la rotation permet, le cas échéant, de rechercher l'alignement avec un mur et d'évaluer sa déclinaison (on peut également définir l'inclinaison éventuelle du mur). Gnomolab calcule alors et affiche les paramètres gnomoniques du cadran solaire. Ces données sont croisées avec l'horloge et le fuseau horaire de l'ordinateur, permettant d'afficher un petit cadran avec ses lignes horaires, et la simulation de la course de l'ombre du style, mise à jour toutes les secondes.

Fig. 1



Des données complémentaires sont également affichées, par exemple la hauteur du Soleil au-dessus du cadran de démonstration. En fait, celui-ci devient sombre et cesse de fonctionner, aussi bien lorsque le Soleil est au-dessous de l'horizon que lorsque sa hauteur sur le cadran devient négative, c'est-à-dire que le Soleil est derrière le cadran.

À partir de ces données, des logiciels, appelés app, produisent des documents au format PDF qui peuvent être imprimés par l'utilisateur. Les applications sont divisées en deux groupes : celles qui permettent de générer des modèles de cadrans solaires en papier (sous-menu « Cadrans de papier ») et celles qui traitent des documents d'intérêt gnomonique (sous-menu « Cloud software »).

Les caractéristiques principales de ces services sont :

- Ils donnent des résultats qui dépendent des réglages effectués par l'utilisateur. Par exemple les cadrans solaires en papier sont tracés en fonction de la latitude : c'est le seul outil en ligne où les modèles de ces cadrans ne sont pas figés pour une ou quelques latitudes mais sont créés à partir des données choisies par l'utilisateur.
- Ils utilisent des logiciels se trouvant sur le serveur, où a lieu le traitement, et ne nécessitent donc pas d'installer de logiciel sur l'ordinateur de l'utilisateur.
- Le résultat est un document au format PDF, format universel lisible quel que soit l'équipement de l'utilisateur.
- Le dictionnaire interne de Sundial Atlas permet à l'utilisateur de travailler et d'obtenir des résultats dans l'une quelconque des 11 langues disponibles.

Les cadrans solaires en papier existent aujourd'hui en de très nombreux modèles, chacun offrant des options variées, comme la sélection de la fréquence des lignes horaires, leur couleur, l'insertion d'images, d'un texte et d'autres détails. Certains sont simples et le document PDF ne fait qu'une page, d'autres plus complexes peuvent prendre jusqu'à quatre pages.

Certains modèles ont été créés en collaboration avec des associations gnomoniques, d'autres à l'initiative de gnomonistes à qui Sundial Atlas offre la possibilité de télécharger le logiciel (les applications sont en langage PHP) pour développer leur propre projet de cadran solaire en papier.

Parmi les modèles les plus simples et les plus téléchargés : l'app 4, horizontal (fig. 2), et l'app 1 (fig. 3) avec un double cadran vertical et horizontal.

Le cadran de fenêtre, app 3, est très populaire aussi (fig. 4). Il nécessite bien entendu de déterminer la déclinaison de la fenêtre.

Certains modèles nécessitent plus d'adresse et d'expérience car ils sont plus complexes et se développent sur plusieurs feuilles. Parmi les modèles les plus téléchargés : app 5 (fig. 5) et app 6, ainsi que app 27 qui sont des cadrans à multiples faces ou des cadrans coniques.

Un cas particulier est l'app 41 dans laquelle l'image de la Terre est reproduite à l'intérieur d'une coque (fig. 6).

Une variante est l'app 42 qui présente un développement vertical et prévoit le réglage de la déclinaison.

l'app 45 reproduit, elle, l'app 41 en remplaçant la carte physique de la Terre par une image (élaborée par Stefano Maggioli) se rapportant aux fuseaux horaires.

Le dernier arrivé, l'app 58 (fig. 7), est le développement d'un gnomon conique, créé avec sa propre section, dont les projections montrent les heures du lever au coucher du Soleil, sur le même système de lignes temporelles, avec un centre commun.

À vous de choisir votre cadran et de le réaliser ! Et n'hésitez pas à me contacter pour toute information complémentaire, y compris sur la façon d'ajouter des apps à ce catalogue !

Fig. 2

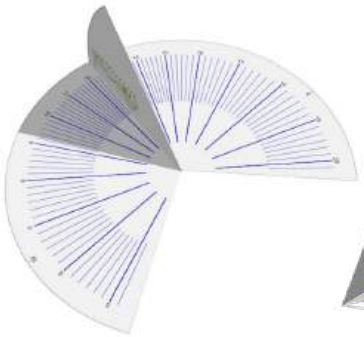


Fig. 3

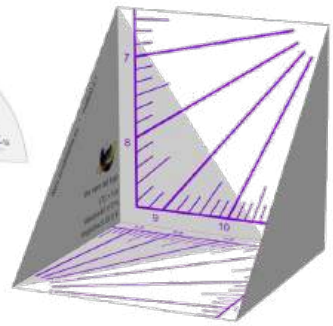


Fig. 6

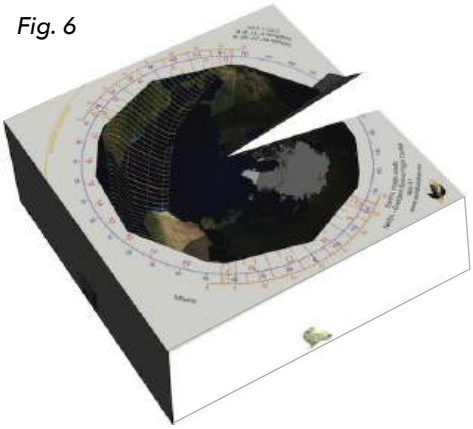


Fig. 4



Fig. 5

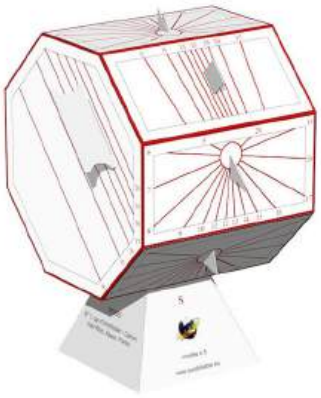
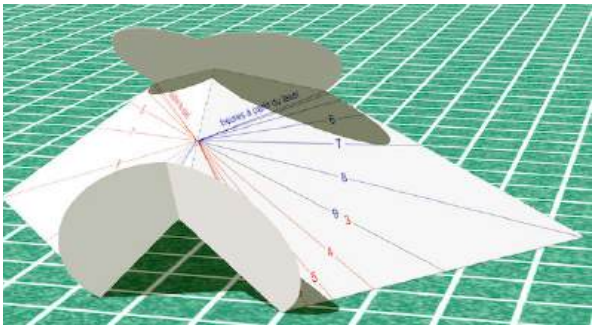


Fig. 7



Depuis 30 ans, Fabio Savian fabio.savian@nonvedolora.it apporte une contribution de premier plan à la gnomonique italienne et internationale. Passionné de mathématiques et de design, il a notamment conçu de nombreux cadrans solaires, créé le site *Sundial Atlas*, redonné vie au calendrier républicain (version gnomoniste), et a été cofondateur du magazine *Gnomonica Italiana*, aujourd'hui fusionné avec *Orologi Solari* www.orologisolari.eu. Il est également l'auteur de plusieurs ouvrages dont le dernier (juin 2024) « Che ore sono? », sans aucune formule, s'adresse à tous.

UN CADRAN SOLAIRE À CHAPEAU À CONSTRUIRE SOI-MÊME

David Alberto

Saviez-vous qu'un cadran solaire pouvait « porter un chapeau » ? Dans le cas contraire, l'auteur vous invite à découvrir les secrets du « cadran solaire à chapeau »… Et dans tous les cas, il vous propose d'en réaliser un très facilement !

PRÉSENTATION

Le cadran solaire à chapeau consiste en un cylindre vertical muni de lignes horaires et coiffé d'un disque horizontal de plus grand diamètre.

Pour repérer l'heure, il faut prendre un point particulier de l'ombre du disque. Le point le plus haut de l'ombre étant assez difficile à repérer, on peut opter pour l'intersection entre l'ombre portée du disque et la ligne verticale de séparation lumière-ombre (ombre propre du cylindre).

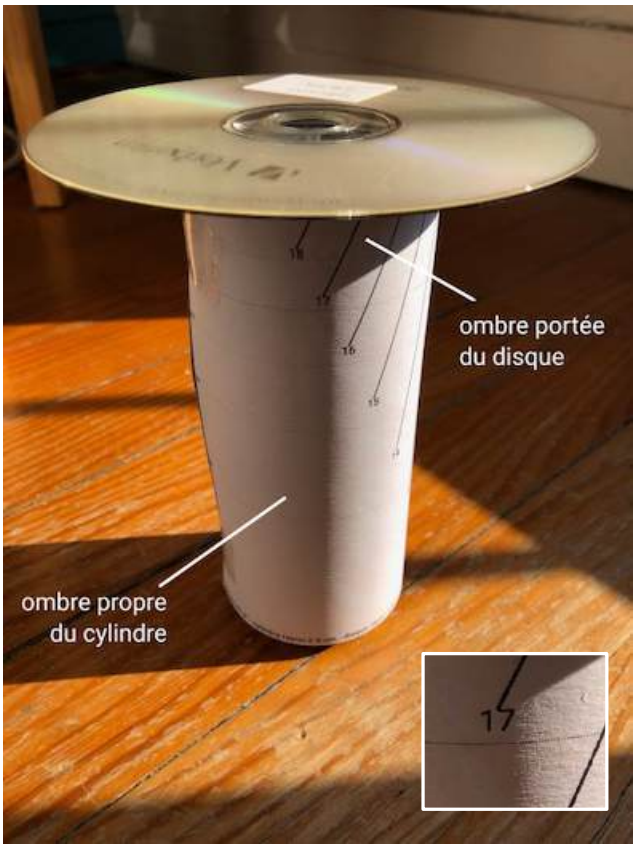


Fig.1 - Sur ce cadran à chapeau, l'intersection des deux lignes d'ombres indique un peu moins de 17h.

La position de la ligne d'ombre verticale autour du cylindre dépend de l'azimut du Soleil ; la position verticale du point indiquant l'heure dépend de la hauteur du Soleil ; on peut donc dire que ce cadran est à la fois un cadran d'azimut et un cadran de hauteur.

Il nécessite d'être orienté par rapport aux points cardinaux.

PARAMÈTRES CARACTÉRISTIQUES

Les courbes horaires sont tracées en prenant en compte :

- la latitude du lieu d'utilisation,
- le rayon du cylindre,
- le rayon du chapeau.

Pour diffuser largement le tracé et réduire le nombre de paramètres, je propose de prendre comme cylindre une canette de soda de forme haute (« slim »), de diamètre 5,8 cm et de hauteur 14,5 cm.

Une fois imposées ces dimensions, le choix du diamètre du disque est assez contraint : plus le disque est large, plus les lignes horaires s'allongent vers le bas, au risque de déborder. Plus il est étroit, plus les lignes sont resserrées. Il se trouve que pour les latitudes supérieures ou égales à environ 45°, le diamètre d'un CD convient tout à fait à un cylindre de cette hauteur.

ARCS DIURNES

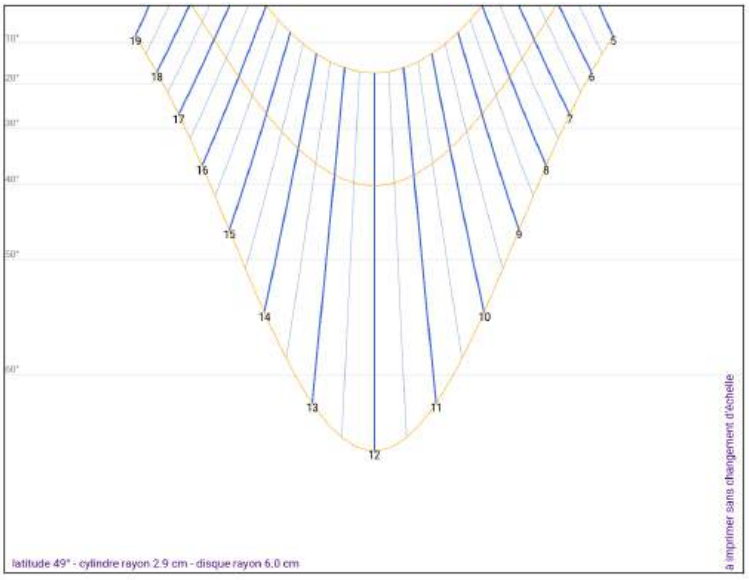


Fig.2 - Le tracé des lignes horaires (latitude 49°) à coller autour du cylindre.

Les courbes orange sont les arcs diurnes (trajectoires journalières du point d'ombre) pour les dates de changement de saison :

- solstice d'été (courbe la plus basse), quand le Soleil est au plus haut.

- équinoxes de mars et de septembre (courbe intermédiaire).
- solstice d'hiver (courbe la plus haute).

À l'endroit où ces courbes atteignent le bord supérieur du tracé, on retrouve les heures solaires de lever et de coucher du Soleil.

Par exemple, aux équinoxes le Soleil se lève à 6 h et se couche à 18 h, pour toute latitude. Au solstice d'hiver pour la latitude 49°, il se lève vers 8 h et se couche vers 16 h.

Les courbes horaires « 4 h » et « 20 h » n'apparaissent que pour les latitudes supérieures à 49,1°.

À titre indicatif, j'ai ajouté des lignes horizontales indiquant la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon. On voit ainsi comment la hauteur du Soleil varie symétriquement par rapport à midi au cours d'une journée, et par rapport aux solstices au cours de l'année.

Instructions de montage

Dans les documents fournis en téléchargement, j'ai pris le diamètre d'un CD pour le calcul des lignes horaires, pour les latitudes entières entre 45° et 52°, soit approximativement entre Lyon et la Belgique.

Pour des latitudes de 42 à 44°, il suffit de remplacer le CD par un disque de carton découpé aux dimensions indiquées au bas du tracé.

Pour monter le cadran solaire :

- imprimer le document correspondant à votre latitude, sans changement d'échelle, donc sans adaptation aux marges de l'imprimante. Les tracés sont au format A4 paysage, avec une marge gauche de 2 cm.
- découper le rectangle et le coller autour de la canette de soda. Vérifier soigneusement la jonction des bords de la feuille.
- coller sur la canette un disque aux dimensions indiquées sur la feuille (diamètre du CD : 12 cm). Attention de bien centrer le disque sur la canette.
- le bord haut de la feuille doit toucher le disque.

Utilisation

- Poser le cadran solaire au Soleil, sur une surface horizontale (si possible en hauteur, pour voir les lignes les plus hautes, en début et fin de journée). Si le cadran est utilisé en extérieur, la canette vide peut être lestée de sable ou de gravier, en cas de vent.
- Orienter la ligne horaire « 12 » vers l'ouest, au moyen d'une boussole, par exemple.
- Lire l'heure à l'intersection des deux ombres en choisissant celle qui a la partie ensoleillée du cylindre à droite de son ombre propre.

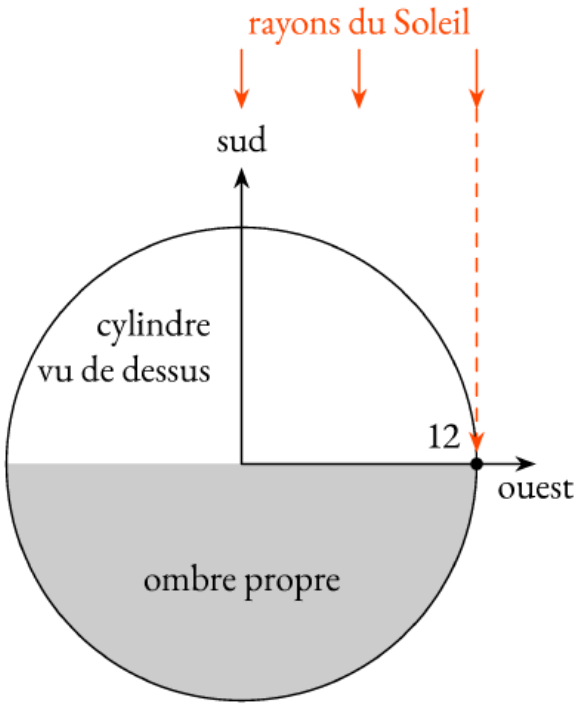


Fig.3 - Pourquoi orienter la ligne « midi » vers l'ouest ? Quand le Soleil est plein sud, la limite de l'ombre portée est vers l'ouest, où doit être la ligne « 12 ».

Lien pour le téléchargement des documents nécessaires à la réalisation du cadran à chapeau :
https://www.astrolabe-science.fr/cadran-solaire-chapeau/

Référence : Vial, Alexandre. Théorie du cadran à chapeau, Cadran Info n°20 (oct. 2009) – Article, téléchargeable directement depuis le lien[1], et magazine disponible sur le site de la Commission des cadrans solaires de la Société astronomique de France :
https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir https://www.astrolabe-science.fr/

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/09/Cadran-Info_20_article_A-Vial.pdf

Où bénéficier d'un éclairement solaire maximum sur l'année ?

Yvon Massé

A priori, compte tenu de la symétrie annuelle, par rapport à l'équateur terrestre, du mouvement apparent du Soleil, on pourrait croire que les durées annuelles des jours et des nuits sont identiques en tout point du globe. Oui mais, si l'on y regarde de plus près…

Proposons-nous de rechercher à quelle latitude les habitants bénéficient d'un éclairement solaire maximum sur une année complète, en considérant que, chaque jour, l'éclairement commence avec le lever du Soleil et se termine avec son coucher, ou encore que sa durée corresponde à celle du « jour clair » par opposition à la nuit. Pour définir entièrement le cadre de notre évaluation, considérons que les lever et coucher du Soleil se produisent quand sa hauteur est nulle.

On comprendra que cet exercice est purement spéculatif, car il ne présume en rien des multiples conditions réelles qui peuvent être rencontrées : hauteurs à l'horizon, altitude des observateurs, nuages, etc.

On peut en donner un début de réponse pour l'équateur en remarquant qu'à cette latitude la durée quotidienne de l'éclairement est constante : 12 h exactement, ou encore 0,5 jour. En effet, la relation donnant la valeur de l'angle horaire H au lever et au coucher est :

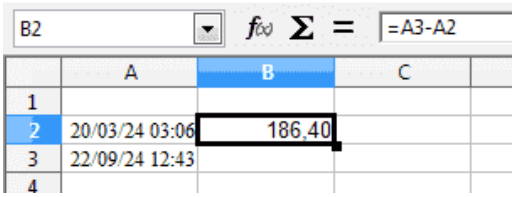
$$\cos H = - \tan \varphi \, . \tan \delta$$

Elle nous indique que pour $\varphi = 0$, quelle que soit la déclinaison δ du Soleil, H est systématiquement égal à -90° et 90°. Sur une année complète, correspondant au retour des saisons et dont la durée est de 365,24 jours, l'éclairement sera donc de moitié, soit 182,62 jours. L'autre moitié correspond à la durée totale des nuits.

Plaçons-nous maintenant à une latitude de l'hémisphère nord correspondant à la zone tempérée et remarquons qu'aux journées longues, quand la déclinaison du Soleil est positive, correspondent des nuits de même durée quand la déclinaison est négative et de valeur opposée. Au cours d'une année, comme la déclinaison passe alternativement par des valeurs identiques mais de signe contraire, on est donc tenté de penser que, comme à l'équateur, la durée totale de l'éclairement est de la moitié d'une année.

Poussons le raisonnement à l'extrême et plaçons-nous aux pôles. Dans ces lieux particuliers, la hauteur du Soleil correspond à sa déclinaison (en changeant de signe dans le cas du pôle Sud) car l'horizon des pôles est parallèle au plan de l'équateur. La durée de l'éclairement correspond alors au temps écoulé entre deux équinoxes, soit 6 mois. Là encore cette durée correspond à la moitié d'une année.

Mais soyons plus précis, d'autant que notre organisme officiel, l'IMCCE, nous délivre en temps universel l'instant des équinoxes à la seconde près[1] et que notre tableur préféré, après deux copier-coller, nous donne la durée entre ces deux instants par une simple soustraction. Il n'y a même pas besoin de faire de conversion pour obtenir le résultat en jours, car c'est l'unité native des cellules : un simple formatage du résultat en nombre avec 2 chiffres après la virgule nous donnera la valeur attendue avec une précision suffisante.



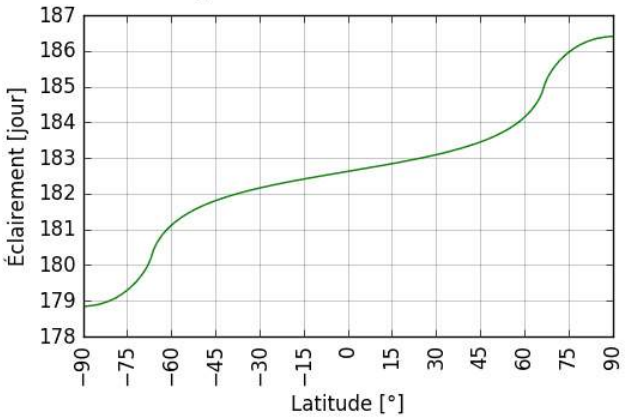
Voyons les résultats pour la période actuelle :

- Pôle Nord (de l'équinoxe de printemps à celui d'automne) : 186,4 jours.
- Pôle Sud (de l'équinoxe d'automne à celui de printemps) : 178,84 jours.

Tiens, tiens ? Les habitants du pôle Nord seraient donc privilégiés ? En effet, ils ont la chance que la Terre, dans son périple autour du Soleil, soit au plus loin de celui-ci (à l'aphélie) environ deux semaines après le solstice d'été. C'est là que la vitesse de révolution de la Terre est la plus lente, ce qui augmente la durée du printemps et de l'été. Tous les habitants de l'hémisphère Nord profitent de cet avantage, d'autant plus que leur latitude est importante car les jours d'été étant plus longs, ils bénéficient dans la même proportion de l'allongement des belles saisons. Un calcul informatisé permet de faire les nombreuses additions nécessaires pour obtenir l'éclairement relatif à l'ensemble des latitudes et fournir la courbe de la figure 1 qui illustre ce que nous venons de voir.

[1] https://ssp.imcce.fr/forms/seasons

Fig. 1 - Éclairement terrestre



On peut aussi intégrer dans cette évaluation un phénomène propre à notre environnement naturel : la réfraction atmosphérique ou la courbure des rayons lumineux qui traversent l'atmosphère. Cette courbure nous permet de voir le Soleil avant même qu'il ne soit levé, au sens géométrique que nous avons utilisé précédemment. Il en est de même pour le coucher : nous le voyons encore quand il est passé géométriquement sous l'horizon. Ces deux phénomènes augmentent légèrement la durée d'éclairement et, pour les prendre en compte, il nous faut considérer l'angle de déviation des rayons qui nous arrivent parallèles à l'horizon. En moyenne, il est de l'ordre de 0,6°. L'IMCCE utilise deux valeurs : 34′ = 0,567° dans le cas particulier des éphémérides nautiques, et 36,6′ = 0,61° (celle que nous retiendrons) pour les autres cas.

Ces valeurs, assez différentes, font suspecter une forte instabilité de cet angle, ce qui est bien le cas. En effet la réfraction varie suivant les caractéristiques des différentes couches atmosphériques traversées : pression, température et hygrométrie. Plus la distance zénithale des rayons lumineux augmente, plus ils traversent l'atmosphère sur une distance ramenée au sol importante (au moins 1000 km dans notre cas) et susceptible de rencontrer des conditions météorologiques variées et non connues. Ce qui explique la grande prudence souvent conseillée pour la mesure des hauteurs faibles quand elles doivent être précises, comme par exemple pour la navigation astronomique.

Ces considérations ne sont heureusement pas pertinentes dans le cadre spéculatif de notre exercice. Aussi nous prendrons pour début et fin de notre nouvelle durée quotidienne d'éclairement les instants où le Soleil passe à la hauteur h_0 = -0,61°. L'angle horaire H correspondant se détermine par la relation :

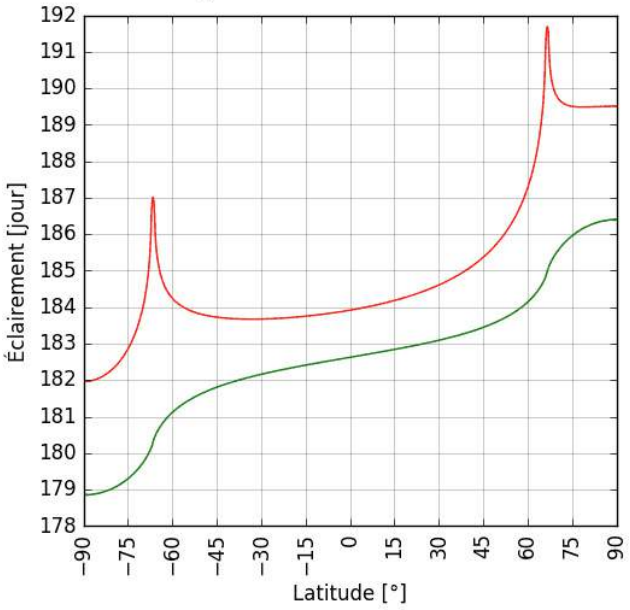
$$\cos H = \frac{\sin h_0 - \sin \varphi \,.\, \sin \delta}{\cos \varphi \,.\, \cos \delta}$$

La courbe obtenue est ajoutée en rouge sur la figure 2, en complément de la première courbe.

Eh bien ! la chance a changé de camp…

Ce sont maintenant les habitants situés à la latitude d'environ 66,5°, soit à proximité du cercle polaire de l'hémisphère nord - ou cercle arctique -, qui ont le privilège de recevoir le maximum d'éclairement.

Fig. 2 - Éclairement terrestre



La raison provient de la particularité qu'a le Soleil, aux latitudes des cercles polaires, de se trouver près de l'horizon sur des durées plus importantes que dans d'autres régions grâce à la conjonction de deux paramètres dont l'évolution est pratiquement stationnaire :

- la déclinaison du Soleil lors des solstices,
- la hauteur du Soleil lors des passages au méridien.

Ainsi, pour le cercle arctique, pendant la période du solstice d'été, le Soleil vient tangenter l'horizon nord à minuit solaire lors du fameux « soleil de minuit ». De plus, aux environs du solstice d'hiver, c'est l'horizon sud que le Soleil tangente, à midi solaire, mais dans une situation moins romantique : le Soleil reste sous l'horizon toute la journée.

On retrouve des situations identiques, mais inversées, pour le cercle antarctique. Ces particularités expliquent que l'augmentation de la durée d'éclairement, due à la hauteur (géométrique) du Soleil entre -0,6 et 0°, présente un pic pour les latitudes correspondantes.

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/ et anime le dynamique forum gnomonique qui lui est associé.

« ASTRO À L'ÉCOLE »

Étienne Martel

Dans le cadre du dispositif ministériel « Sciences à l'École », visant à promouvoir les sciences et les techniques dans le secondaire, des programmes ciblés se sont développés, comme « ASTRO à l'École ». Et les cadrans solaires ne sont pas oubliés ! L'auteur nous en dit plus sur le cadre et les activités.

« Sciences à l'École » est un dispositif ministériel, placé sous la tutelle des ministères chargés de l'enseignement supérieur et de la recherche et de l'éducation nationale, fondé en 2004 dans le but de promouvoir l'enseignement et la culture scientifiques et techniques dans les collèges et lycées.

Entouré de partenaires du monde de la recherche et de l'entreprise, « Sciences à l'École » pilote deux types d'actions. D'une part, quatre concours, à portée nationale et internationale, sont organisés par le dispositif, le concours CGénial ainsi que la préparation française aux Olympiades internationales de Chimie, de Géosciences et de Physique. D'autre part, six plans d'équipements consistent en l'envoi de matériel scientifique dans les établissements avec un soutien pédagogique pour que les professeurs explorent les démarches scientifiques avec leurs élèves. Il s'agit de « COSMOS à l'École » (lots de cosmodétecteurs permettant de détecter des muons cosmiques), « EXPERTS à l'École » (prêts de kit de criminalistique pour explorer les sciences forensiques), « GÉNOME à l'École » (étude d'ADN), « MÉTÉO à l'École » (envoi de stations météorologiques fonctionnant en réseau), « SISMOS à l'École » (mise à disposition de sismomètres), et « ASTRO à l'École » (envoi de matériel astronomique, décrit plus en détail ci-après).

Dans le cadre de l'opération « ASTRO à l'École », « Sciences à l'École » fournit du matériel astronomique (montures, télescopes, lunettes, caméras et accessoires) à des établissements sélectionnés lors d'appels à candidatures par le comité scientifique du plan, composé de chercheurs et enseignants-chercheurs, d'astronomes, de professeurs et d'inspecteurs.

Presque quatre-vingts collèges et lycées bénéficient de prêts de matériel et mènent de nombreuses activités avec leurs élèves sur tout le territoire national et à l'étranger (avec l'AEFE, Agence pour l'enseignement français à l'étranger).

Au-delà de ce soutien logistique, « ASTRO à l'École » propose un accompagnement pédagogique et s'inscrit dans la formation des professeurs. Ainsi, lors de la précédente année scolaire, « ASTRO à l'École » a participé à l'université de printemps de l'École Académique de la Formation Continue de Nice, sur le thème sciences et éducation, en proposant deux ateliers de formation autour de la formation stellaire et planétaire.

Parmi les activités du plan d'équipement, un concours d'images astronomiques intitulé « Ciel imagé, ciel imaginé, ciel représenté » est organisé annuellement. L'édition 2024 du concours était labellisée « Année de la physique » et avait pour thème les femmes en sciences. Les productions des équipes ayant pris part au concours sont disponibles en ligne[1].

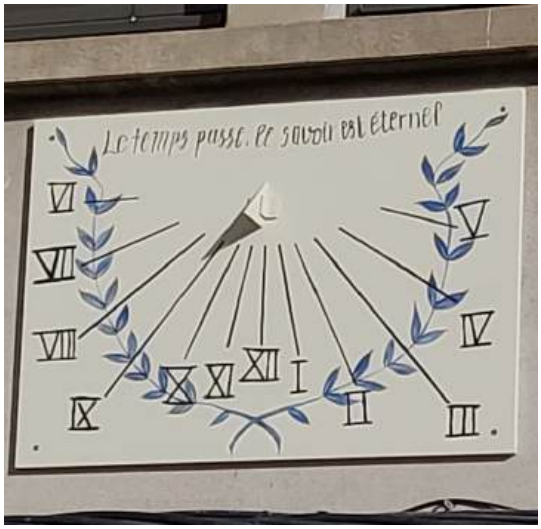
Pour sa prochaine édition, le concours d'images astronomiques aura pour thème les planètes dans l'Univers. Toutes les classes du secondaire peuvent prendre part à ce concours ! Nul besoin d'avoir du matériel de pointe pour espérer remporter un prix.

Les professeurs du réseau « ASTRO à l'École » peuvent solliciter un accompagnement visant à faciliter leur projet. Une exposition de posters



Poster de l'édition 2024 du concours d'images « Ciel imagé, ciel imaginé, ciel représenté ».





Cadran solaire des élèves du collège et lycée Saint-Joseph de Gaillac

sur le thème de la formation des étoiles et des planètes a ainsi vu le jour l'an passé au lycée Arago de Perpignan et est désormais disponible pour toutes et tous sur le site de « Sciences à l'École ».

Les projets menés par les professeurs sont très divers et « Sciences à l'École » a régulièrement le plaisir de voir des travaux menés par des élèves sur les cadrans solaires.

Ce fut le cas l'année scolaire précédente, où les élèves du collège et lycée Saint-Joseph de Gaillac ont confectionné un cadran solaire accompagné d'une jolie devise « Le temps passe, le savoir est éternel ». Retrouvez tous les détails en lien avec ce cadran sur le site de l'établissement[2].

Hébergé à l'Observatoire de Paris, « Sciences à l'École » bénéficie d'un environnement privilégié pour encourager les projets astronomiques. Cette année scolaire, le groupe d'astronomie du lycée Victor Hugo de Carpentras mène un projet autour de la méridienne de Paris.

D'autres projets suivront pour les années à venir au gré des sollicitations des collèges et lycées, toujours dans le but de partager la passion de l'astronomie et de l'astrophysique dans le secondaire !

Étienne Martel est ancien normalien de l'ENS Paris-Saclay, professeur agrégé de physique et docteur en astrophysique. Au sein de la cellule de ressources de « Sciences à l'École », il est en charge des plans d'équipement « ASTRO à l'École » et « COSMOS à l'École » ainsi que de la gestion de la préparation française aux Olympiades internationales de Physique (contact : astro.ecole@obspm.fr).

[1] https://www.sciencesalecole.org/retour-sur-le-concours-dimages-astronomiques-2024-les-productions-des-equipes/
[2] https://www.saint-joseph-gaillac.com/actualites/ici-les-mathematiciens-voyagent-immobiles/

Achever la restauration de la méridienne de la cathédrale de Nevers

Alix Loiseleur des Longchamps

L'autrice nous conte l'histoire d'une belle méridienne en cours de restauration dans la cathédrale de Nevers, notamment grâce aux études gnomoniques réalisées par le regretté Paul de Divonne, et qui n'attend plus que des fonds pour, à nouveau, surprendre et émerveiller les visiteurs…

Les travaux de restauration en cours dans la cathédrale Saint-Cyr-et-Sainte-Julitte de Nevers (Nièvre) pourraient permettre de voir - enfin - renaître la méridienne de l'édifice. Une manière de mettre un terme à la réflexion entamée, dès 1987, par Paul de Divonne (1930-2008), capitaine au long cours, riche d'une dizaine de tours du monde... Une fois revenu à terre, Parisien et pionnier de l'informatique, il a travaillé aux Messageries maritimes (MM) puis à la Compagnie générale maritime (CGM). Passionné par les sciences et les arts, il se tourne vers la gnomonique qui sait si bien allier les deux... Membre de la Société astronomique de France (SAF), il se met alors à inventorier, restaurer et concevoir plusieurs cadrans solaires, entre Paris et sa Bourgogne natale.

C'est ainsi qu'il s'intéresse à la méridienne de la cathédrale de Nevers... De quoi s'agit-il ? D'un « simple » trou circulaire de 40 mm de diamètre, disposé à 9,86 m de hauteur au-dessus du dallage du transept roman, inséré dans le vitrail n°6 de l'édifice, dans la foulée des études qu'il conduit pour faire revivre le dispositif originel disparu au fil du temps. Un vitrail signé, comme ses voisins, du plasticien Jean-Michel Alberola (né en 1953). Un trou ? Plus exactement un œilleton - le gnomon définitif - de la nouvelle méridienne.



Œilleton de la méridienne de la cathédrale de Nevers (inséré dans un vitrail) tel qu'il peut être observé aujourd'hui

Inspirée, dit-on, par César-François Cassini (1714-1784), la méridienne initiale fut conçue en 1781 par un mathématicien neversois, Théodore Bouys (1757-1786) pour indiquer l'heure légale de l'époque, à midi solaire. « Dans[1] une verrière sud du transept roman, l'ancienne méridienne disparue, dont nous visiterons les quelques restes, comportait un œilleton à la hauteur d'environ 13,70 m. La ligne méridienne s'étendait jusqu'au bas-côté nord, à plus de 38 m (au solstice d'hiver) du pied de ce « gnomon », non sans avoir frôlé les deux premiers piliers de la nef et faisant avec l'axe de celle-ci un angle d'environ 60°. En dépit des avertissements de l'architecte diocésain, Ruprich-Robert, et malgré l'attachement manifesté par les neversois pour leur méridienne, celle-ci fut victime en 1881 du renouvellement du dallage qui s'accompagna d'un changement de niveau d'une amplitude inconnue. Depuis, les bombardements alliés de 1944 n'ont épargné que les inscriptions du mur, au sud et la pierre, d'ailleurs déplacée de l'extrémité nord de cette méridienne. On peut y observer un exemple rarissime d'adaptation au calendrier républicain, avec le nom du mois Nivôse : le 21 décembre, ou solstice d'hiver, était précisément le 1er Nivôse. Quant à l'œilleton, il a disparu avec les anciens vitrages.

Cette réflexion invitait à la création d'une méridienne contemporaine, une méridienne de temps universel (TU) dans l'espace libre du transept roman. Ce projet entendait profiter de l'opportunité exceptionnelle, pour la pose d'un nouvel œilleton, de l'installation, en 1991, des nouveaux vitraux d'Alberola. Le projet répond à plusieurs principes :

- Rétablir la fonction traditionnelle de la méridienne : fournir le midi solaire vrai local ;
- Compléter cette méridienne par une "courbe en 8" donnant le midi légal à travers le midi TU ;
- Éviter toute confusion avec l'ancienne méridienne et assurer la meilleure lisibilité possible sur le dallage, en toute saison ;

[1] Le texte entre guillemets est extrait de *La méridienne de la cathédrale de Nevers*, communication faite le 22 juin 2000 par Paul de Divonne, Bulletin de la Société nivernaise, n°49

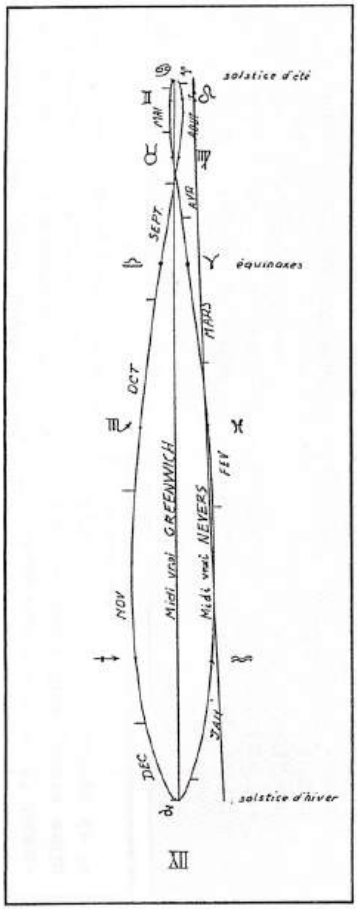
- Garder constamment le souci d'une intégration harmonieuse dans le bâtiment tout autant que d'une exactitude mathématique ».

De juin à septembre 1990, Paul de Divonne organise une exposition intitulée « Autour de la méridienne de la cathédrale de Nevers » afin de sensibiliser le public à cette mesure du temps mise en œuvre dans la cathédrale. Beau travail historique et de recherche sur cette méridienne, son emplacement et les rares marques qui subsistent au sol.



Vestiges de l'ancienne méridienne tracée sur le sol de la cathédrale

Après de nombreux atermoiements, le 20 février 1991 voit donc enfin posé le fameux œilleton... « De diamètre 40 mm, percé dans une plaque en acier Inox de diamètre 220 mm, l'œilleton a finalement été placé environ 4 m plus bas et 1 m plus à l'ouest que la position présumée de l'ancien gnomon. Il est situé à peu près au centre de la verrière de droite, en regardant de l'intérieur. Comme autrefois, on verra sur le dallage la trace du plan du méridien passant par le gnomon : ce sera une ligne nord-sud de plus de 20 m de longueur. L'image lumineuse du Soleil passant à travers l'œilleton se projettera sur cette ligne à l'heure du midi solaire vrai à Nevers. La hauteur apparente du Soleil varie pendant l'année. Il en résulte une variation quotidienne de la position et de la dimension de cette image. Comme sur bien des méridiennes classiques, on représentera le contour de cette image aux extrémités de cette ligne (aux solstices) et aux équinoxes. Décalée (12 min et 38 s plus tard), une deuxième droite représentera l'heure de midi solaire vrai à Greenwich : c'est l'axe de construction de la grande courbe en 8 de midi TU. A midi TU, l'image lumineuse traversera la courbe en 8 à la date portée sur la courbe, tandis que le carillon de la cathédrale marquera, comme nos montres, l'heure légale, à savoir : 13 heures en période d'hiver ou 14 heures en période d'été »[2].



Aujourd'hui, après toutes ces années, la méridienne reste inachevée : manque le tracé au sol de la cathédrale de l'analemme et des signes du zodiaque. Un travail de gravure pour lequel les principaux acteurs de la rénovation de l'édifice (ministère de la Culture, DRAC, ABF, ACMH, etc.) ont donné leur accord de principe. Reste à financer ce travail (par le biais d'une cagnotte en ligne, pourquoi pas ?). Les travaux menés en ce moment dans la cathédrale jusqu'en 2026 (restauration des chapelles) sous l'égide d'Étienne Barthélemy, architecte en chef des Monuments historiques pourraient être l'occasion de parachever le considérable travail d'études accompli par Paul de Divonne... Et d'honorer ainsi la mémoire d'un fervent défenseur du patrimoine, fin connaisseur et vulgarisateur de la gnomonique.

NB. Nous adressons ici de chaleureux remerciements à Pauline de Divonne, fille de Paul de Divonne, pour son accueil, sa disponibilité, le temps qu'elle a accepté de nous consacrer et la mise à disposition des informations et illustrations qu'elle détient sur les nombreux travaux de son père.

Pour en savoir plus...

- Introduction inaugurale par Marc Louail, architecte des bâtiments de France, de la première conférence-cathédrale en France, qui s'est tenue le 1er juillet 2022, en la cathédrale Saint-Cyr-et-Sainte-Julitte de Nevers, consacrée à la reconstruction de Notre-Dame de Paris. Le vitrail et l'œilleton sont bien visibles entre les 10e et 20e premières secondes. https://www.youtube.com/watch?v=MU3AQVqQkjY
- *Dans les coulisses de la restauration de la cathédrale de Nevers*, l'œilleton est visible entre les 6e et 10e premières secondes. https://www.youtube.com/watch?v=OODihvyoVQo
- *La méridienne de la cathédrale de Nevers*, Bulletin de la Société nivernaise des lettres, sciences et arts, 49e volume, 2000, p. 177-185.
- *La méridienne de l'hôpital de Tonnerre*, avec A. Gotteland, B. Tailliez, G. Camus, À l'image de l'Abeille, Dannemoine, 1994.
- *Autour de la méridienne de Nevers*, plaquette d'exposition de l'association Regards sur la cathédrale, 1990 .
- *Pour un inventaire des cadrans solaires du Tournugeois*, Bulletin de la Société des Amis des Arts et des Sciences de Tournus, tome 86, 1987, p. 89-92.

Alix Loiseleur des Longchamps est « assez occupée par le merveilleux métier de libraire depuis plus de 30 ans ». Elle est notamment amatrice de "curiosités" tels que les cadrans solaires, des objets qui la captivent. alixloiseleurdl@yahoo.com

[2] Le texte entre guillemets est extrait de la communication citée page précédente

De l'astronomie à la géographie : connaître la Terre dans l'Antiquité grecque

Michèle Tillard

Les progrès de l'astronomie grecque, comme ceux des mathématiques, eurent une conséquence surprenante : la naissance de la géographie physique, et de la cartographie de la Terre. Il est vrai qu'astronomes et géographes avaient en commun d'être aussi mathématiciens, et d'user des mêmes instruments (le gnomon en particulier) et la lecture des étoiles...

Dès la plus haute Antiquité, les hommes tentèrent de connaître l'univers qui les entourait : en levant les yeux et en observant les étoiles et les planètes, ils acquirent du moins une compréhension partielle et empirique de son fonctionnement. Et pourtant, ce qui peut sembler paradoxal, la Terre sur laquelle ils vivaient leur échappait à peu près complètement. Parce qu'ils n'avaient aucun moyen de s'en éloigner, et donc d'en avoir une vue globale, ils ignoraient sa dimension, sa forme, et la plus grande partie de sa surface. Ce n'était pas faute, pourtant, de s'interroger, ni de prendre tous les risques pour l'explorer... Nous nous bornerons ici aux pionniers de la connaissance physique de la Terre, laissant de côté ceux qui, tel Hérodote, ont focalisé leurs recherches sur la découverte des peuples et leur histoire : eux sont les pères de l'ethnologie, ce qui pourrait faire l'objet d'autres recherches...

Avant la naissance de la géographie : Homère

Les Grecs – et, avant eux, bien des peuples, notamment les Crétois, les Phéniciens, les Égyptiens... – n'avaient pas attendu l'avènement d'une géographie ni d'une cartographie scientifique pour parcourir la Terre ; le témoignage le plus important pour la littérature occidentale est celui de l'*Odyssée*. L'on sait qu'Ulysse, après la guerre de Troie, voulut revenir à Ithaque, mais que des vents contraires l'empêchèrent de remonter vers le Nord après le cap Malée, à l'extrême-sud du Péloponnèse ; il dériva alors vers l'Ouest, jusqu'à pénétrer des contrées qui n'étaient plus celles des vivants...

Si l'on ne peut nier une large part mythique dans ce voyage, il constitue néanmoins un périple dont il est possible de retracer différentes étapes. Il fait partie d'un genre, celui des « récits de navigateurs » qui devaient former une large part du savoir géographique de l'âge archaïque. Faute d'instruments de navigation et de cartes, les pilotes avaient en effet développé une exceptionnelle mémoire visuelle, et des connaissances empiriques fondées sur des « amers » (ces repères terrestres, arbre remarquable, éperon rocheux, anses... visibles du large), l'observation des courants, des vents, de la couleur de la mer, du vol des oiseaux, et, dès que le temps le permettait, des astres, et enfin de la vitesse de leurs navires. Ils se transmettaient ces informations dans des récits mi-réalistes, mi-fantastiques, souvent cryptés (les routes maritimes étaient l'objet d'une concurrence féroce)...

De nombreux navigateurs modernes ont tenté de reconstituer le périple d'Ulysse : Victor Bérard, Alain Bombard, et plus récemment Jean Cuisenier... Mais leurs conclusions divergent, en particulier pour la partie la plus occidentale du voyage ; la connaissance de la Terre restait donc floue, et imprégnée de légendes. Une vraie géographie restait à construire.[1]

Premiers essais : Anaximandre et Hécatée de Milet

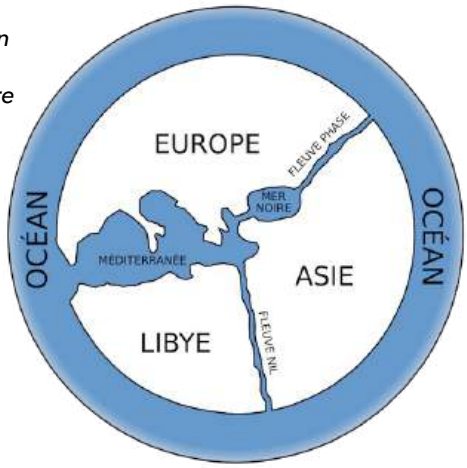
Pour les Grecs du VI^e^ s. av. J.-C., la Terre était une grande inconnue : ce qu'on en savait se limitait à l'écoumène, c'est-à-dire la terre habitée : en gros, le pourtour de la Méditerranée, une partie de l'Afrique du Nord, l'Égypte, l'Empire perse, et la mer Noire... Quant à la cartographier, c'était une autre affaire : pour établir les distances, on ne disposait guère que des données des voyageurs (jours de marche ou de navigation), et de quelques repères astronomiques, calculés notamment grâce à un gnomon, utilisé par les Égyptiens et les Babyloniens. Il n'y avait aucune loi mathématique permettant de situer précisément les lieux décrits : nos parallèles et méridiens n'existaient pas encore, et les notions de longitude et de latitude étaient inconnues. En outre, un autre problème venait compliquer la représentation de la Terre : les mesures n'étaient pas universelles, mais différaient d'un lieu à un autre. Ainsi, le stade olympique valait 190 m, le stade égyptien (utilisé après la fondation d'Alexandrie en 332) 158 m. Or ce point était rarement précisé... Ajoutons qu'il n'était pas si simple de représenter en deux dimensions, sur ce qu'on n'appelait pas encore un planisphère, un monde que l'on vivait en trois dimensions... La projection et l'échelle posaient des problèmes difficiles à résoudre.

[1] Sur les voyages d'Ulysse et leur interprétation, voir le site Philo-lettres : https://philo-lettres.fr/grec-ancien/%20litterature-grecque-chronologie/homere/homere-odyssee/#voyages

Première tentative de cartographie : Anaximandre de Milet (610-546)

C'est à Anaximandre de Milet[2] que l'on devrait, si l'on en croit Aristote, la première carte représentant la terre. Il n'en reste rien, mais on peut se la figurer ainsi :

Reconstitution de la carte d'Anaximandre



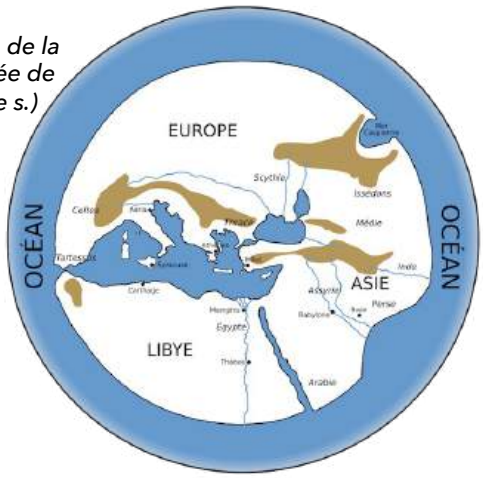
Aux yeux du philosophe, la Terre n'est pas nécessairement sphérique : il se la représente plutôt comme un cylindre, entouré, comme le dit la légende, par le fleuve Océan. La plus grande partie du monde est encore totalement inconnue, notamment l'Europe du Nord, et l'Afrique dont on ignorait jusqu'à la dimension – on se la figurait toute petite. Quant à la taille de notre planète, il l'évalue à 1/28e de celle du Soleil (dans la réalité, le Soleil a environ 110 fois le diamètre de la Terre).

Seconde tentative : Hécatée de Milet (550-475)

Homme politique et géographe, né à Milet en 550, Hécatée écrivit une *Périégèse* ou « Tour de la Terre » décrivant l'ensemble de l'écoumène, en se fondant sur la carte d'Anaximandre, mais en la complétant grâce aux récits des voyageurs. On voit qu'elle est plus détaillée et qu'y figurent les villes les plus importantes, même si l'on relève de grossières erreurs : le pourtour de la Méditerranée est à peu près connu, ainsi que l'Égypte jusqu'à Syène (Assouan) et la première cataracte, la Mésopotamie et une partie de l'Empire perse ; en revanche, l'Europe est à peu près inexplorée, tout comme l'Afrique, et la plus grande partie de l'Asie.

La connaissance de la Terre relève encore de l'empirisme, voire de la légende : ainsi du fleuve Océan entourant la terre de toute part. On a pu calculer que le monde connu couvre l'équivalent actuel de 6 fuseaux horaires par 17° de latitude, soit 1/16 de l'hémisphère nord, de Gibraltar à l'Indus, du cours inférieur du Dniepr à la première cataracte du Nil. Quant à la taille totale de la Terre, elle restait très approximative.

Reconstitution de la carte d'Hécatée de Milet (VIe-Ve s.)



IVe s. av. J.-C. : le choc des conquêtes d'Alexandre

La connaissance de la Terre dans sa globalité demeura à peu de choses près inchangée jusqu'au début du IVe s. À cette date, les conquêtes d'Alexandre[3] en direction de l'Empire perse jusqu'à l'Indus causèrent un choc que l'on peut comparer à celui des « grandes découvertes » au XVIe s. de notre ère. En 327 av. J.-C., en effet, il parvint jusqu'à l'Indus et entreprit la conquête de l'Inde, qui tourna court suite à la rébellion de ses troupes. La découverte de cet immense pays, et ses ressemblances troublantes avec l'Égypte – mêmes crues dévastatrices, mais en même temps fertilisantes, d'un grand fleuve, ici le Nil, là-bas le Gange, même population dont une partie était noire…- fascinèrent les contemporains.

Mais Alexandre n'eut que le temps d'étendre son empire vers l'Est : l'occident resta à peu près inconnu. Avec la dislocation de l'empire d'Alexandre, et l'émergence de nouveaux royaumes, le centre de gravité scientifique se déplace : Athènes, qui reste cependant un centre intellectuel important, n'est plus au cœur du monde ; d'autres cités prennent le relais, se dotant de bibliothèques et attirant les savants de tout le monde grec : Pergame, et surtout Alexandrie.

Dans le même temps, les progrès conjoints des mathématiques et de l'astronomie vont permettre d'introduire une véritable observation scientifique de notre planète.

De l'astronomie à la géographie : les précurseurs

Si l'astronomie a pu être décrite comme « la science des repères », notamment grâce aux travaux d'Eudoxe de Cnide et de ses successeurs, il n'en était pas encore de même de la géographie au IVe s. Notre planète restait, pour une grande part, une inconnue.

[2] Voir l'article du n° 5 de ce magazine : https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-tillard.pdf
[3] Sur les conquêtes d'Alexandre, voir : https://philo-lettres.fr/grec-ancien/histoire-de-la-grece-antique/%20alexandre/

L'astronomie connaît un bel essor au IVe s. av. J.-C., en particulier grâce à des chercheurs comme Eudoxe de Cnide : à cette époque, l'on connaissait l'inclinaison de l'axe du monde, le tracé des cercles fondamentaux – l'équateur, les deux tropiques, le zodiaque – ainsi que la position, sur la sphère céleste, des principaux astres. Ces connaissances allaient permettre des avancées décisives en matière de géographie, et là encore l'œuvre d'Eudoxe fut décisive.

Eudoxe de Cnide (408 ? - 355 ? av. J.-C.)

L'œuvre considérable d'Eudoxe[4] en matière de calcul astronomique lui a aussi permis de poser les principes d'une cartographie mathématique, qu'il expose notamment dans trois ouvrages, dont aucun ne nous est parvenu : *Les Phénomènes* (Τὰ Φαινόμενα), le *Miroir* (Τὸ Ἔνοπτρον) et le *Circuit de la Terre* (Ἡ περίοδος τῆς γῆς). Il part de deux principes :

- L'axe de la Terre se confond avec l'axe du monde, et la Terre est le centre immobile de la sphère céleste. On sait que cette théorie ne sera abandonnée qu'après Galilée…
- Tous les rayons du Soleil tombent parallèlement sur la surface terrestre.

Grâce à l'observation de l'étoile Canope (aujourd'hui « α Carinae » de la Constellation Argo) au moment du solstice d'été, il établit qu'à Cnide, sa ville natale, sur la côte de Carie, non loin de Rhodes, celle-ci rasait l'horizon, tandis qu'à Héliopolis, sur le delta du Nil, elle se trouvait au- dessus de l'horizon. Grâce à cette différence, il put calculer l'écart en latitude entre les deux villes. Ces calculs ont permis une première approximation de la circonférence terrestre, soit 240 000 stades.

Si l'on en croit Hipparque, Eudoxe serait également parvenu à calculer la latitude de la Grèce continentale, en utilisant un gnomon, ainsi que celle de Cyzique, située sur le même méridien que Cnide et où il a dirigé une école philosophique. À partir de ses recherches, on considéra la cité de Cnide comme le « climat » de référence (κλίμα : bande horizontale entre deux parallèles).

Pythéas (IVe s. av. J.-C.)

Si Eudoxe voyagea surtout en Égypte et en Asie Mineure avant de retourner à Cnide, Pythéas[5], lui, fut probablement le plus grand géographe-explorateur du IVe s. - et l'on ne sera pas surpris d'apprendre qu'il était avant tout un astronome ; non un théoricien comme Eudoxe, mais un observateur, occupé à planter un gnomon partout où il le pouvait, et à consigner de précieuses données dont Ératosthène, puis Hipparque tirèrent le meilleur profit.

Né à Marseille, où il exerçait la fonction d'astronome officiel, Pythéas est l'auteur d'un, ou peut-être deux ouvrages : *De l'Océan*, et *Voyage* (ou *Périple*) *autour de la Terre*, dont il ne reste que des fragments. Désireux de connaître l'origine de l'ambre et de l'étain, deux produits essentiels au commerce massaliote, et qui provenaient de régions nordiques encore très mal connues, Il aurait passé les Colonnes d'Hercule, contourné l'Espagne, remonté jusqu'en Grande-Bretagne, dont il aurait estimé le périmètre avec une relative justesse, avant de s'aventurer peut-être jusqu'en Islande (l'île de Thulé). Il serait l'un des premiers à identifier le phénomène des marées, quasi inconnu en Méditerranée, mais très puissant après les colonnes d'Hercule, et à le mettre en relation avec les phases de la Lune.



Itinéraire hypothétique de Pythéas

Dicéarque de Messine (milieu du IVe s. – 285 ou 280 av. J.-C.)

Disciple d'Aristote et adversaire de Théophraste, Dicéarque, qui privilégiait la vie active et engagée à la vie contemplative, fut aussi historien et géographe. Il fait partie des « géographes grecs mineurs », dont il ne reste guère que des fragments, d'ailleurs difficiles à attribuer avec certitude, et que Didier Marcotte a entrepris de publier intégralement aux éditions Belles-Lettres[6]. Il identifia le parallèle du 36°N, qui joint les Colonnes d'Hercule au golfe d'Issos (Alexandrette, aujourd'hui Iskenderun) en passant par Rhodes : Ératosthène reprendra sa découverte, et Rhodes sera le centre de sa carte.

[4] Sur l'œuvre d'Eudoxe de Cnide en astronomie, voir : https://philo-lettres.fr/grec-ancien/la-science-%20grecque/lastronomie-en-grece-ancienne/#astronomie_eudoxe

[5] Pour un article plus détaillé sur Pythéas de Marseille, voir : https://philo-lettres.fr/grec-ancien/la- science-grecque/la-geographie-grecque-antique/pytheas/

[6] Le tome I (Introduction générale et Pseudo-Scymnos) est paru en 2000.

DE L'ASTRONOMIE À LA GÉOGRAPHIE : VERS UNE GÉOGRAPHIE SCIENTIFIQUE

Les chercheurs du IVe s. avaient ouvert la voie à une connaissance scientifique de notre planète : on savait à présent y tracer des repères tels que les latitudes ; si l'Afrique demeurait une terre inconnue – et le resterait jusqu'à l'époque d'Auguste, lorsque l'on redécouvrit le Périple d'Hannon, et que Juba II, roi de Maurétanie et explorateur, tenta de le reproduire – l'Europe du Nord commençait à prendre forme. Encore fallait-il que l'on crût les récits de Pythéas, et que l'on sût en tirer des conclusions… Ce sera l'œuvre d'Ératosthène de Cyrène[7], que l'on peut considérer comme le premier véritable géographe.

ÉRATOSTHÈNE, (276-194 AV. J.-C.), « INVENTEUR » DE LA GÉOGRAPHIE

Ératosthène – encore un astronome ! – reprend donc le calcul de Dicéarque, situant Rhodes sur le 36e parallèle ; il cherche également à établir le méridien d'origine, passant par cette même île, en traçant une ligne partant au Nord vers le Bosphore et le Borysthène (aujourd'hui le Dniepr), au Sud vers Assouan et Méroé : c'est aujourd'hui le méridien 38° Est de Greenwich.

Comme le souligne Didier Marcotte[8] (art. cit. p. 17) : « C'est la première esquisse, à l'échelle de l'œkoumène (ensemble des espaces terrestres habités par l'être humain), d'un système de représentation géométrique de l'espace, l'ancêtre de nos réseaux de coordonnées terrestres. »

Si le gnomon permettait de calculer la latitude, et donc de tracer des parallèles, il était beaucoup plus compliqué de déterminer la longitude, et donc de définir les méridiens. On pouvait le faire, ponctuellement, grâce aux éclipses de Lune : si deux observateurs notaient le même phénomène, en deux lieux différents, il y avait autant de fois 1/24e de cercle qu'il y avait d'heures de différence entre les deux.

Par exemple, si un observateur X notait l'éclipse à 22 h, et un observateur Y la voyait, lui, à 0 h, il y avait donc deux heures d'écart, soit 2/24e de cercle = 360/12 = 30°, soit à peu près 2 900 km. Dans la pratique, on se bornait le plus souvent aux récits des voyageurs et des marins.

HIPPARQUE DE NICÉE (190-120. AV. J.-C.)

Parmi les astronomes de renom qui furent à l'origine d'une géographie scientifique, citons enfin Hipparque de Nicée, bien connu de nos lecteurs[9]. Né à Nicée, en Bithynie (actuelle Turquie), et ayant passé l'essentiel de sa vie à Rhodes, Hipparque ne fut probablement pas un grand voyageur, mais il eut le génie de collecter les données transmises par les navigateurs et les observateurs, et de comprendre quelles conclusions il pouvait en tirer ; il disposait des connaissances mathématiques qui lui permettaient ces déductions. Ainsi, il fut l'un de ceux, avec Ératosthène, qui prirent au sérieux le récit de Pythéas. En se fondant sur celui-ci, il établit le système de mesure des latitudes encore utilisé de nos jours. Si l'on considère que la sphère céleste mesure 360°, on peut la diviser en parallèles séparés chacun d'un degré, de l'équateur aux pôles. Le tropique du Cancer est donc à environ 24° N, le cercle de l'Ourse (ou cercle polaire) à 66° N – c'est la latitude de Thulé. Toujours en se fondant sur le récit de Pythéas, il parvint à calculer la latitude des îles Shetland (61° N), de Lewis (58°), de l'île de Man (54°), du Trégor (48°) et bien sûr de Marseille (43°).

CONCLUSION

On peut donc dire que la géographie grecque est née de l'astronomie, ou plus précisément elle est fille de l'astronomie et des mathématiques ; la première a fourni les instruments, notamment le gnomon, mais aussi les moyens les plus précis de repérage dans le temps et l'espace ; les secondes ont donné les outils conceptuels – arithmétique et géométrie. Mais n'oublions pas le rôle déterminant des voyageurs et des explorateurs, conquérants ou marchands, ou simplement curieux avides de savoir ce qu'il y avait au-delà de l'horizon, qui, au mépris du danger, nous rapportèrent de fascinants récits, et parfois ne rencontrèrent qu'un scepticisme bien ingrat…

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com) a été professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire. Autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (accessibles via son site https://philo-lettres.fr/), elle a également publié de nombreux ouvrages, son dernier étant *Les Étrusques*, chez Ellipses.

[7] Sur Ératosthène, voir : https://philo-lettres.fr/grec-ancien/la-science-grecque/lastronomie-%20en-grece-ancienne/#astronomie_eratosthene et l'article du n° 13 du magazine : https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/08/mag-CSpour-tous-n13_M-Tillard.pdf

[8] Marcotte Didier. "Entre Athènes et Alexandrie, la genèse de la notion de climat" . In: Vie et climat d'Hésiode à Montesquieu, Paris : Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, 2018. pp. 89-118. (Cahiers de la Villa Kérylos, 29).

[9] Voir l'article dans le n°7 du magazine : https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7_M-Tillard.pdf

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUELLE EST L'AFFIRMATION INCORRECTE ?

1. Le Soleil est l'une des cartes du tarot illustrée quelquefois par deux jeunes garçons sous le disque solaire, symbolisant le passage de notre étoile dans la constellation des Gémeaux.
2. Depuis plus de 20 ans se tient à Redding, en Californie, le festival annuel de fims *Sundial Film Festival* (*sundial* étant la traduction de cadran solaire en anglais).
3. On peut faire l'expérience du « jour sans ombre » (le Soleil est au zénith à midi solaire) au niveau du tropique du Capricorne (dans l'hémisphère sud), uniquement le jour du solstice d'hiver.
4. Le jour sidéral terrestre est d'environ 23 h 56 min mais il est égal à plus de 243 jours sur Vénus.
5. Le mot canicule vient du latin *cănīcŭla* (diminutif de *cănis* : chien, chienne), ancien nom de la constellation du Grand Chien (comprenant Sirius), qui se levait dans l'Antiquité avec le Soleil pendant la période de forte chaleur allant de mi-juillet à mi-août.
6. L'an 1 avant J.-C. est désigné par les astronomes « année 0 » (et 2 avant J.-C., année -1, etc.) afin notamment de conserver la règle de divisibilité par 4 des années bissextiles (5 avant J.-C., soit l'année – 4, est une année bissextile)

UNE ÉNIGME

MESURER L'OBLIQUITÉ À QUITO…

En 1736, les savants Bouguer, Godin et La Condamine se trouvent à Quito (actuel Équateur), pour une expédition scientifique. Extrait du *Journal de voyage* de La Condamine : « Le solstice approchait, et il ne nous restait pas trop de temps pour nous disposer à observer l'obliquité de l'écliptique. La situation de Quito presque sous l'équateur, nous mettait en état d'y faire cette importante observation avec plus d'avantage que partout ailleurs. Nous avions apporté de France un secteur de 12 pieds de rayon, destiné particulièrement à cet usage : nous commençâmes nos observations le 20 de décembre, et nous les répétâmes plusieurs fois les jours suivants ».

On rappelle que l'obliquité de l'écliptique est l'angle que fait l'axe de la Terre avec la normale (perpendiculaire) au plan de l'écliptique (plan de l'orbite terrestre). C'est aussi l'angle maximal que fait le Soleil avec l'équateur céleste.

Qu'est-ce que les 3 savants ont mesuré, en décembre 1736, pour déterminer la valeur de l'obliquité ?



Illustration extraite de l'ouvrage de Charles-Marie de La Condamine paru en 1751, *Journal du voyage fait par ordre du Roi à l'Équateur, servant d'introduction historique à la mesure des trois premiers degrés du méridien*, Paris, Imprimerie royale. L'ouvrage est téléchargeable depuis https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k1051290z

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

COMMENT TRACER LES LIGNES HORAIRES...

Un problème qui paraîtra facile aux gnomonistes avancés mais qui pourra intéresser tous ceux qui savent bien qu'un gnomon (un bâton ou poteau planté verticalement dans un sol horizontal) ne donne pas la même heure lorsque l'ombre est sur une droite donnée partant du pied du cadran, à part pour midi solaire, la droite en question étant alors dans la direction sud-nord.

Oui mais... certains savent aussi que l'on peut tracer les lignes horaires d'un cadran solaire précis utilisant un tel gnomon. Comment tracer ces lignes ?

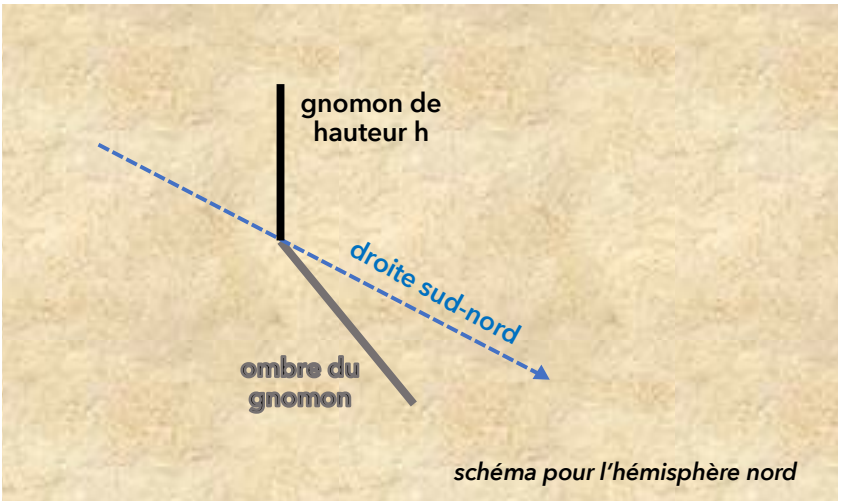


schéma pour l'hémisphère nord

UN TEST RAPIDE

UN CADRAN SOLAIRE ?

Comme annoncé dans la présentation, page 2, de la photo de couverture de ce numéro, intéressons-nous à ces tables d'orientation, si nombreuses en Islande. Elles sont circulaires, comportent les marques de 24 secteurs réguliers, l'indication des points cardinaux, ainsi bien entendu que la direction de villes, montagnes, vallées... Mais un gnomon vertical a été ajouté au centre de la table. Celui-ci transforme-t-il la table en un cadran solaire et si oui, comment lire l'heure ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

L'affirmation incorrecte est la n°2 : un festival de films baptisé *Sundial film festival* se tient bien à Redding chaque année mais depuis 17 ans seulement... En outre, il n'est pas consacré à des films sur la gnomonique et les cadrans solaires mais doit son nom au célèbre « pont - cadran solaire » de Redding (photo ci-dessous) : un cadran horizontal monumental, dont le style sert également à accrocher les câbles reliés au tablier du pont.

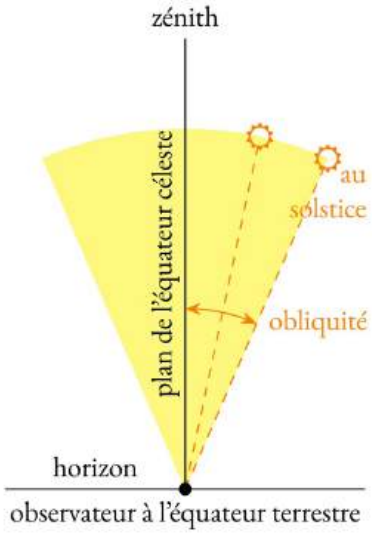


UNE ÉNIGME

Lorsqu'on se trouve à l'équateur, le plan de l'équateur se situe exactement à la verticale de l'observateur (à son zénith). Durant l'année, le Soleil est tantôt d'un côté de ce plan, tantôt de l'autre. De l'équinoxe d'automne au solstice d'hiver, le Soleil s'éloigne de l'équateur ; il suffit de mesurer l'angle entre le Soleil et le zénith (distance zénithale) pendant plusieurs jours autour du solstice : la valeur maximale est l'obliquité de l'écliptique.

On peut également mesurer la hauteur du Soleil, car elle est l'angle complémentaire de la distance zénithale : hauteur = 90° - distance zénithale.

Attention : les mesures doivent être effectuées à midi solaire (à l'instant où le Soleil est au plus haut).

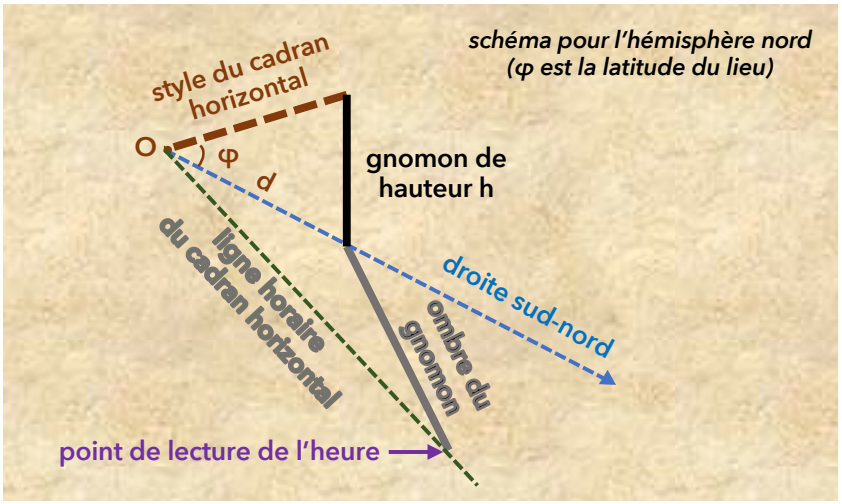


Solutions des Jeux et énigmes

Un problème gnomonique

La solution est simple… Imaginez un cadran horizontal dont le style, incliné d'un angle φ égal à la latitude du lieu, est planté dans le sol en un point O situé à une distance d du pied du gnomon telle que le sommet du style coïncide avec le sommet du gnomon (d vous sera donnée par la formule d = h /tan φ). Dans ce cas, l'ombre du sommet du gnomon (et non l'ombre entière du gnomon !) donnera l'heure solaire sur les lignes horaires tracées pour ce cadran horizontal à style polaire virtuel.

Il ne vous reste plus qu'à tracer les lignes horaires, passant par O, d'un simple cadran horizontal…



Un test rapide

Le gnomon indique assez précisément par son ombre sur la table l'azimut du Soleil. Mais l'azimut ne varie pas de façon régulière selon les secteurs de 15 degrés de la table… La table d'orientation ne peut donc être utilisée comme cadran solaire, à moins d'avoir sur soi, pour le lieu et la date d'observation, un tableau de correspondance entre les valeurs de l'azimut du Soleil et de l'heure solaire (ou légale).

Cela étant, comme la direction sud-nord est clairement indiquée, lorsque l'ombre du gnomon la recouvre, il est midi solaire et on peut donc utiliser une fois par jour l'ensemble comme une méridienne, et ce tout au long de l'année - lorsque le Soleil est au rendez-vous - puisque le cercle polaire arctique passe juste au nord de l'Islande, et donc que l'on n'y connaît pas de « nuits de 24 h ».

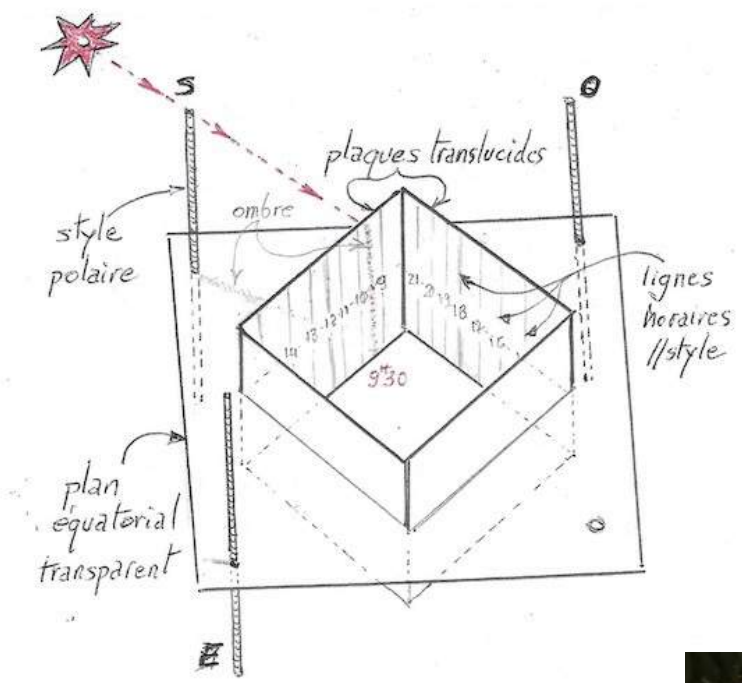


La table d'orientation située près du geyser « Geysir » (qui a donné son nom au phénomène) au mois de janvier

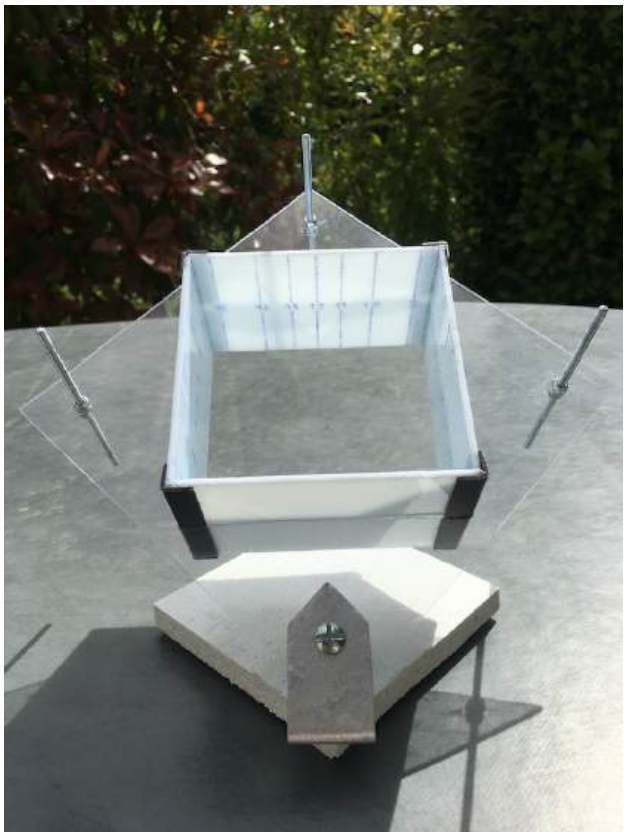
SATELLITE

Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr, membre du comité éditorial de ce magazine.

Même si ses créations sont marquées par une « aventure équatoriale » (voir l'article qu'il consacre à cette aventure en pp. 14 et 15 de ce numéro) il nous présente ici un cadran polaire translucide, comportant quand même… un plan équatorial !







CADRAN DE TYPE « POLAIRE »

Les plaques translucides étant parallèles aux styles polaires, les lignes horaires gravées sur les plaques sont parallèles.

L'ombre du style est vue par translucidité et indique l'heure solaire en fonction de sa position dans les lignes horaires :

- Les heures de 3 à 9 sont lues sur la plaque Est (style E)
- Les heures de 9 à 15 sont lues sur la plaque Sud (style S)
- Les heures de 15 à 21 sont lues sur la plaque Ouest (style O)

La plaque transparente est dans le plan équatorial et permet de voir les ombres même en période « automne-hiver » quand le Soleil est sous ce plan.

Sur le croquis ci-dessus on peut lire environ 9 h 30.

c.gahon

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 3 : Photo Roger Torrenti
- Page 6 : Photos extraites des sites mentionnés - Illustration https://fr.freepik.com/
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann – Fichier : Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) - Photo mise à disposition par Masato Oki – Document Fabio Savian - Illustration David Alberto - Photo extraite du site mentionné
- Pages 8 à 11 : Textes, photos et illustrations mis à disposition par les auteurs
- Page 12 et 13 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Stefano Aldegheri - Fichier : Stainless steel bifilar sundial (dial).jpg - Licence CC BY-SA 4.0) - Illustration Yves Opizzo - Document Wikimedia Commons (Auteur : Lead Holder - Fichier : Antikythera mechanism.svg - Domaine public)
- Pages 14 et 15 : Illustrations et photos Claude Gahon
- Pages 16 et 17 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Daniele Raffo – Fichier : StSulpice gnomon.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Chatsam - Fichier : Collections of Musée de la Monnaie de Paris Méridienne (gnomonique).jpg - Licence CC BY-SA 3.0) – Image https://openai.com/index/dall-e-2/ - Illustrations Roger Torrenti – Photo Claude Gahon
- Pages 18 et 19 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Encyclopædia Britannica – Fichier : Britannica Dial 7.jpg – Domaine public) - Illustrations Pierre-Louis Cambefort – Photo extraite du site mentionné
- Page 20 : Illustration Roger Torrenti
- Pages 22 et 23: Illustrations extraites du site mentionné
- Pages 24 et 25 : Photo et illustrations David Alberto
- Pages 26 et 27 : Illustrations Yvon Massé
- Pages 28 et 29 : Illustrations mise à disposition par l'auteur – Photos extraites du site mentionné
- Pages 30 et 31 : Photos et illustrations mise à disposition par l'autrice
- Pages 33 et 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Bibi Saint-Pol - Fichier : Anaximander world map-fr.svg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Bibi Saint-Pol - Fichier : Hecataeus world map-fr.svg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Fschwarzentruber- Fichier : Pytheas itineraire.png - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 36 : Image extraite de l'ouvrage cité
- Page 37 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Xfigpower - Fichier : Viewpoint indicator on the Perlan deck.jpg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 38 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Prayitno - Fichier : Sundial Bridge (8843646383).jpg – Licence CC BY-SA 2.0) - Illustration David Alberto
- Page 39 : Illustration Roger Torrenti - Photo Roger Torrenti
- Page 40 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 41 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY 4.0)
- Page 43 : Document Wikimedia Commons (Fichier : Pushkin Alexander by Sokolov P.jpg – Domaine public)
- Page 44 : Document Wikimedia Commons (Fichier : MANNapoli 124545 plato's academy mosaic.jpg – Domaine public)

Pour conclure ce numéro où la littérature est à l'honneur, quelques vers du célèbre roman-poème *Eugène Onéguine* d'Alexandre Pouchkine (traduction Nata Minor), des vers qui auraient toute leur place en conclusion de chaque numéro de notre magazine…

Qui que tu sois, ô mon lecteur,
Ami, ennemi, de toi je veux
Me séparer en cette juste heure,
Amicalement. Allons adieu !
Quoi qu'en ces strophes négligentes
Tu aies cherché : émoi, tourmente,
Souvenirs orageux ou repos,
Mots d'esprit ou vivants tableaux,
De l'amusement, de la rêverie.
Une citation pour ton journal,
Ou des fautes grammaticales.
Quoi que tu trouves, je serai ravi !
Une miette, un mot, un vers ou mieux,
Sur ce, séparons-nous. Adieu !



Portrait de Pouchkine
(aquarelle de Piotr Sokolov)



« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal BNF : décembre 2024

ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info

« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).

All issues, as well as each article in each issue separately, can be downloaded free of charge from https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

The paper version of each issue can also be ordered from https://bit.ly/3d4RwY9

The magazine is edited by Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

BNF Legal deposit: December 2024

ISSN 2824-057X

Contact: contact@cadrans-solaires.info

Page suivante : l'Académie de Platon (située près du tombeau d'Academos) puis le Lycée d'Aristote (situé près du mont Lycabette) sont les ancêtres de nos établissements d'enseignement et ont formé de nombreux philosophes de la Grèce antique. Cette mosaïque mise au jour à Pompéi, donc datée du début de notre ère, représente Platon, entouré de ses disciples, au pied d'une colonne surmontée par un cadran solaire…



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n°15 – Printemps 2025 - 12€



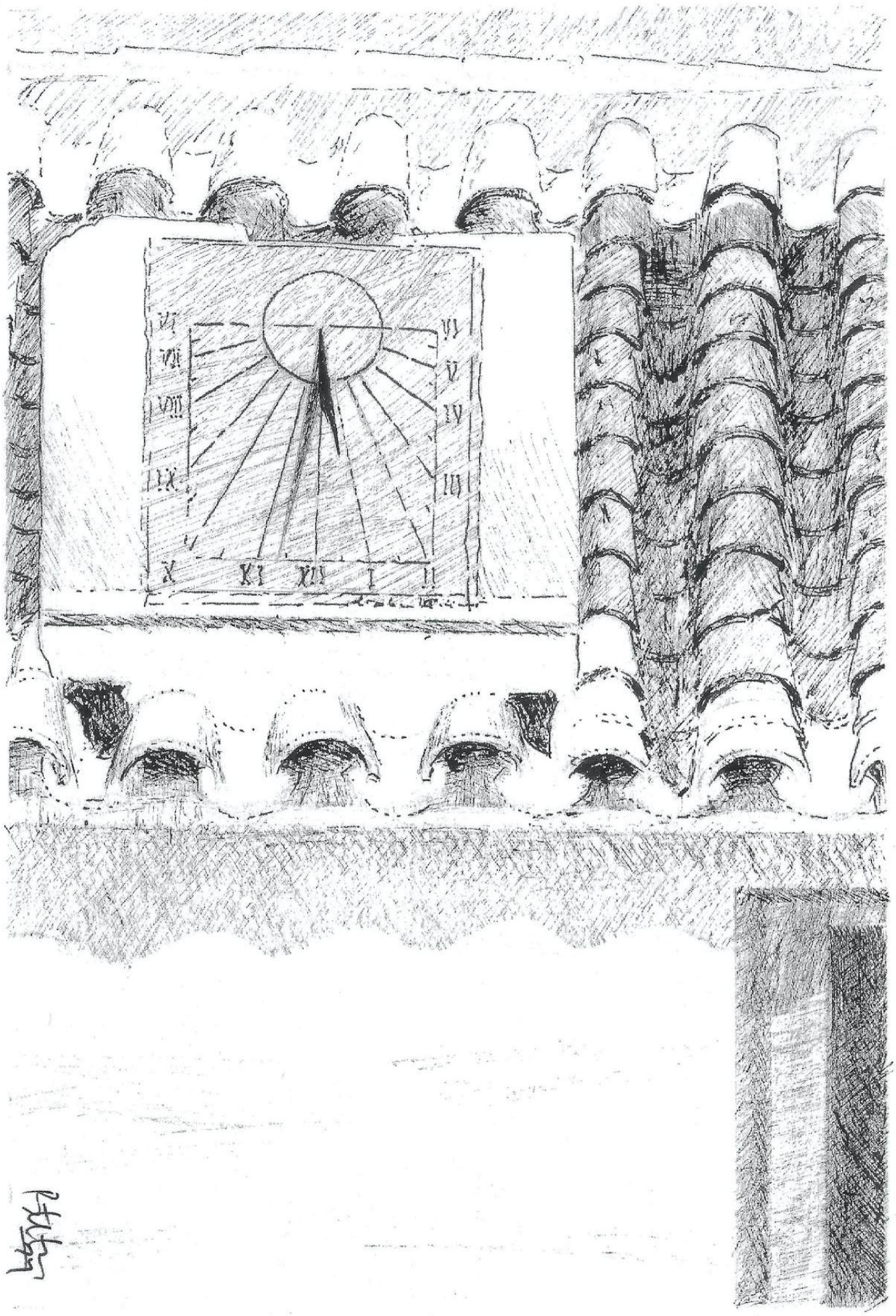
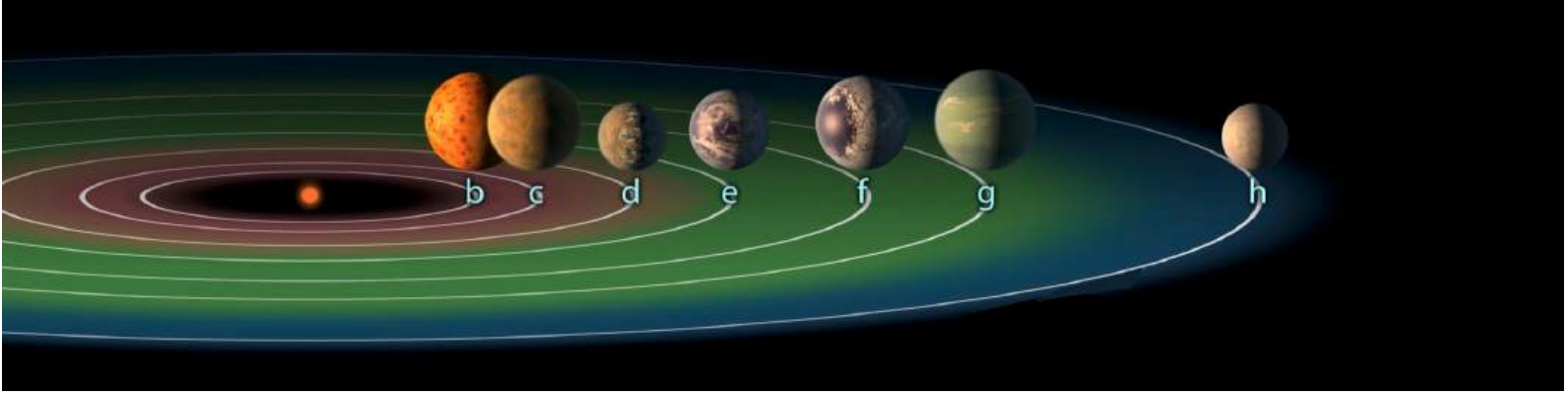


Photo de couverture : un des très nombreux cadrans solaires du beau village de Saint-Véran dans les Hautes-Alpes, orné d'une sage devise à méditer

Ci-dessus : dessin d'Esteban Martínez extrait de son dernier ouvrage « Cadrans solaires historiques - Trésors andalous oubliés » (voir article p. 10-11)



SOMMAIRE

4 Contents
5 Éditorial
6 Actualités
8 Archimède et l'astronomie - Michèle Tillard
10 Cadrans solaires historiques d'Andalousie - Esteban Martinez Almirón
12 Une curiosité sur les heures italiques et babyloniques - Ferdinando Roveda
14 Matérialiser la lumière solaire et son passage, le temps et son écoulement… - Alexandre Le Bourgeois
16 Les cadrans solaires sont des fleurs paradisiaques du temps - Roland Müller
18 Réalisation d'un héliochronomètre - Michel Brialix
20 Les jours juliens - Pierre-Louis Cambefort
22 Sur les chemins de Compostelle… - François Bocqueraz
24 La joie de transmettre son savoir - Jean-Claude Reita
26 Le cadran Fantoni - Henri Gagnaire
28 Une histoire du temps et des horloges - Marie-Christine de La Souchère
30 Maquette « limite jour/nuit » - David Alberto
32 Les araignées magnétiques, poésie scientifique - Yves Opizzo
36 Jeux et énigmes
38 Solutions des jeux et énigmes
40 Or Oc - Claude Gahon
41 Crédits photos et illustrations

Ci-dessus : Ce n'est bien entendu pas une représentation du système solaire mais le système planétaire de la naine rouge Trappist-1 située à environ 40 années-lumière de la Terre… Plusieurs de ces planètes sont dans une « zone habitable » et vont être scrutées de près par le Télescope géant européen (ELT-ESO), en cours d'achèvement au Chili. Un pas de plus vers la preuve tant attendue de l'existence d'une vie sur une exoplanète ?

CONTENTS

5 **Editorial**

6 **News**

8 **Archimedes and astronomy - Michèle Tillard**
After Aratus, Eratosthenes of Cyrene, Hipparchus of Nicaea, Anaximander, the author invites us in this issue to learn more about the great Archimedes of Syracuse, to whom we owe more than just his work on immersed bodies (leading to the famous "Archimedes' principle").

10 **Historical sundials of Andalusia - Esteban Martinez Almirón**
You have certainly taken photos of sundials, attracted by their design or environment. What if you moved on to drawing them, which offers even more possibilities for interpretation? This is what the author has done...

12 **A curiosity about Italian and Babylonian hours - Ferdinando Roveda**
In issue 13 of this magazine, Ferdinando Roveda had invited us to a long gnomonic stroll on the theme of the Egyptian L-shaped sundial. Today, he invites us to discover a curious phenomenon, and to explain it by using Italian and Babylonian hours…

14 **Materializing sunlight and its course, time and its flow… - Alexandre Le Bourgeois**
Materializing sunlight and its course, time and its flow, is of course the objective of the gnomonist. But it is also the concern of an artist who lives and works in Le Havre, and works with sunlight on, in and in relation to, architecture…

16 **Sundials are heavenly flowers of time - Roland Müller**
We asked Roland Müller (familie_mueller@t-online.de), a well-known figure in gnomonics and sundials in Germany, and one of the 5 winners of our 2024 Contest (see issue 14 of the magazine), to share with us his vision of gnomonics…

18 **Realization of a heliochronometer - Michel Brialix**
What if you made a heliochronometer, this sundial giving legal time with an accuracy of the order of the minute, still used a hundred years ago? It is not that complicated and Michel Brialix took up the challenge! He shares his experience here.

20 **Julian Days - Pierre-Louis Cambefort**
How many days have passed since the birth of Julius Caesar (July 12, 100 BC) until the date you are reading this article? Not so easy because different calendars with different rules have followed one another? Not so hard indeed, when referring to "Julian Days" (JD) as suggests the author below!

22 **On the Way of St. James… - François Bocqueraz**
The Way of St. James attracts walkers, whether they are pilgrims, simple hikers or… sundial enthusiasts since there are nearly 600 on the "Camino de Santiago"! The author, who knows the different paths of the Camino very well, invites us to learn more about them.

24 **The joy of passing on knowledge - Jean-Claude Reita**
The author, assisted by his wife, both driven by a real "joy of passing on our knowledge", carry out a large number of conferences and workshops in schools (or associations) on the theme of sundials. In this article they share their experience and the happiness they get from it. An example to follow…

26 **The Fantoni sundial - Henri Gagnaire**
Henri Gagnaire had, in issue 5 of the magazine, proposed us to look at an interesting polar sundial equipped with a cylindrical gnomon. Today he invites us to discover a somewhat unusual sundial using the Sun's altitude, quite easy to design and build…

28 **A history of time and clocks - Marie-Christine de La Souchère**
"A history of time and clocks" ("Une histoire du temps et des horloges") is the title of the book by Marie-Christine de La Souchère, published by Ellipses in early November 2024, and available online (through FNAC, Amazon, etc.). The author has prepared for us a summary of this book.

30 **"Twilight zone" model - David Alberto**
The author has already offered us in this magazine different sundials to print and assemble. He invites us today to make a model representing the twilight zone on our planet. To print the elements of this model, see: https://www.astrolabe-science.fr/maquette-limite-jour-nuit/

32 **Magnetic spiders, scientific poetry - Yves Opizzo**
Do you know "spider sundials", these sundials using the azimuth of the Sun, with equal hours looking like the legs of a spider? Yves Opizzo, a great specialist in this type of sundial, leads us to their discovery in an article mixing gnomonics and poetry…

36 **Games and puzzles**

38 **Solutions to games and puzzles**

40 **Or Oc - Claude Gahon**

ÉDITORIAL

Nous sommes heureux de vous informer que, compte tenu du nombre croissant d'articles de qualité que nous recevons de contributeurs externes au comité éditorial, nous avons décidé d'ajouter deux articles par numéro, ce qui, nous l'espérons, vous apportera, tous les trimestres, un contenu encore plus riche et varié.

Nous avons également le plaisir d'accueillir au sein du comité éditorial un nouveau gnomoniste passionné par la transmission du savoir : Henri Gagnaire (voir son article et sa courte biographie en pages 26-27).

Enfin, vous savez que vous pouvez déjà télécharger[1] librement chaque numéro de ce magazine et, indépendamment, chaque article de chaque numéro (les articles étant classés par catégorie). Désormais, vous pourrez également, à la sortie de chaque numéro, télécharger une compilation de l'ensemble des numéros[2], ce qui constituera, pour ceux qui le souhaitent, une base d'informations mise à jour périodiquement sur la gnomonique et les cadrans solaires, de plus de 600 pages, base dans laquelle il leur sera possible de faire des recherches par auteur, thème, mots-clés, etc.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

EDITORIAL

We are pleased to inform you that, given the growing number of quality articles we receive from contributors outside the editorial board, we have decided to add two articles per issue, which we hope will bring you even richer and more varied content every quarter.

We are also pleased to welcome to the editorial board a new gnomonist, sharing the passion of each member of the board for the transmission of knowledge: Henri Gagnaire (see his article and short biography on pages 26-27).

Finally, you know that you can already freely download[1] each issue of this magazine and, independently, each article in each issue (the articles being classified by category).

From now on, you will also be able, when each issue is released, to download a compilation of all the issues[2], which will constitute, for those who wish, a periodically updated information base on gnomonics and sundials, of more than 600 pages, in which they will be able to search by author, theme, keywords, etc.

Roger Torrenti
Editorial manager

[1] https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/
[2] https://gnomonique.fr/divers/mag-CSpour-tous-compil.pdf

COMITÉ ÉDITORIAL



contact@cadrans-solaires.info

ACTUALITÉS



BONNE ANNÉE !

Nous souhaitons une très bonne année à tous, en espérant que l'environnement international ne l'assombrisse pas trop et que l'environnement devienne enfin un sujet prioritaire pour les dirigeants de notre planète… Un clin d'œil mathématique pour fêter néanmoins 2025 dans la légèreté : savez-vous que 2025 est le carré de 45 et qu'il faudra attendre 2116 pour la prochaine « année carrée » (46 * 46) ? De plus, 45 est la somme des 9 premiers nombres entiers (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9) ce qui d'après le théorème auquel l'érudit grec du début de notre ère Nicomaque (de Gérase) a donné son nom (ci-contre son portrait par D. Cunego, 1785), permet d'affirmer que 2025 est aussi égal à $1^3 + 2^3 + 3^3 + 4^3 + 5^3 + 6^3 + 7^3 + 8^3 + 9^3$.



À VOTRE SANTÉ !

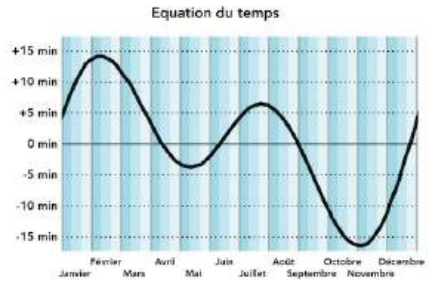
Peut-être avez-vous débouché une bouteille de vin de Toscane à l'occasion de la nouvelle année, sans savoir que, dans cette belle région d'Italie, vient d'être inauguré un cadran solaire équatorial bien original ? Il a la forme d'une bouteille de vin creuse et le style est constitué d'un verre percé d'une goutte produisant une tache lumineuse permettant de lire l'heure solaire. Pour plus de détails, lire l'article de Nicola Ulivieri dans le dernier numéro de la revue italienne *Orologi Solari* (3 numéros par an), qui peut être téléchargée gratuitement depuis https://www.orologisolari.eu



ÉPHÉMÉRIDES 2025

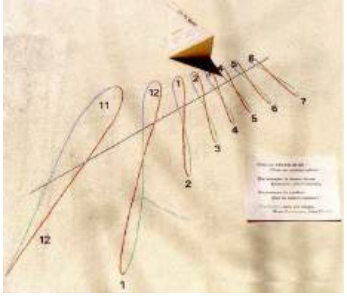
Comme toutes les années, Pierre-Louis Cambefort, membre du comité éditorial de ce magazine, a préparé, pour les gnomonistes amateurs et professionnels, des éphémérides précises pour l'année en cours. Vous trouverez notamment les valeurs de la déclinaison du Soleil et de l'équation du temps pour 2025 dans un ficher pdf à télécharger à l'adresse http://bit.ly/4gP4Qvk.

Pour toute information complémentaire, vous pouvez contacter l'auteur pierre-louis.cambefort@orange.fr



SOLEILHEURS

Nous vous avions, dans le n°13 de ce magazine présenté le parcours atypique d'une gnomoniste et cadranière, Nicole Aebischer, qui, sans connaissance préalable mais sur la base d'observations et d'expérimentations, a réussi avec courage, détermination et enthousiasme, à maîtriser le domaine et à réaliser de nombreux « soleilheurs ». Elle tient aujourd'hui à partager avec vous d'autres documents sur ses réalisations, que l'on peut télécharger depuis https://bit.ly/4gSTNRU et https://bit.ly/3PwexTq.





ACTUALITÉS

Suivez-nous sur Mastodon et Bluesky !

Au-delà de ces deux pages trimestrielles, nous sommes heureux de vous proposer sur les réseaux sociaux, en temps réel, des actualités nationales et internationales sur la gnomonique et les cadrans solaires. Vous étiez nombreux à nous suivre sur X (ex-Twitter). Mais nous avons décidé de quitter ce réseau, compte tenu de l'évolution de ses contenus et de sa gouvernance, et d'utiliser dorénavant deux réseaux sociaux alternatifs : Mastodon, service auto-hébergé et libre, créé en 2016 par le jeune Allemand Eugen Rochko et géré par une association à but non-lucratif, et Bluesky, créé à l'origine par Twitter mais géré aujourd'hui par une *benefit corporation* (« entreprise d'intérêt pour la société »). Suivez-nous sur ces réseaux **@gnomonique@mastodon.social** et **@gnomonique.bsky.social** pour ne rien perdre de l'actualité !

Une compilation utile…



À l'initiative d'Yvon Massé, membre du comité éditorial de ce magazine, une compilation de l'ensemble des numéros de « Cadrans solaires pour tous » (du n°1 au numéro en cours) vous est désormais proposée, à télécharger depuis https://gnomonique.fr/divers/mag-CSpour-tous-compil.pdf

Cette compilation (avec un accès aux articles par catégorie, par auteur, par mot-clé, etc.) complètera utilement les différents téléchargements déjà proposés (chaque numéro et chaque article de chaque numéro) à l'adresse https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

World Sundial Day 2025

Esteban Martinez avait, en 2024, lancé l'idée d'organiser tous les ans, à l'équinoxe de printemps, une « Journée internationale des cadrans solaires » (WSD), ce qui avait conduit l'année dernière à de premières manifestations en Espagne et dans d'autres pays. Il nous invite cette année à poursuivre encore plus activement dans cette voie : plus de détails sur son site https://relojandalusi.org/ qui

Le coin des débutants



Vous débutez en gnomonique et vous posez peut-être des questions que vous jugez trop simples ? « Il n'y a pas de question idiote. Seules les réponses peuvent l'être » vous répond « Le coin des débutants » du forum (gratuit et sans publicité) d'Yvon Massé. Alors, n'hésitez pas ! https://gnomonique.fr/forum/

ARCHIMÈDE ET L'ASTRONOMIE

Michèle Tillard

Après Aratos, Ératosthène de Cyrène, Hipparque de Nicée, Anaximandre, l'autrice nous invite dans ce magazine à mieux connaître le grand Archimède de Syracuse, à qui l'on ne doit pas que ses travaux relatifs aux corps immergés (mettant en valeur la fameuse « poussée d'Archimède »).



Archimède, par Domenico Fetti (1620)

Archimède de Syracuse (en grec ancien : Ἀρχιμήδης), serait né à Syracuse en 287 av. J.-C. On sait peu de choses sur lui, car nos sources (Polybe, Plutarque ou Tite-Live) sont toutes largement postérieures à lui.

Il aurait fait ses études à l'Université d'Alexandrie. Mathématicien et ingénieur, il entre au service d'Hiéron II, et participe à la défense de la ville pendant la seconde guerre punique. Il meurt en 212, lors de la prise de la ville par le Romain Marcellus.

Archimède nous est connu essentiellement dans deux domaines :

- les mathématiques : approximation du nombre π, calcul des surfaces et volumes (notamment de la sphère et du cylindre), étude des grands nombres.
- la mécanique : il est le concepteur de nombreuses machines, de traction, de guerre…

Tout cela semble assez éloigné des préoccupations astronomiques, et pourtant ! Il fut aussi le continuateur d'Eudoxe de Cnide, et l'ami d'Ératosthène de Cyrène, directeur de la bibliothèque d'Alexandrie[1], tous deux grands astronomes : il est donc très improbable qu'il se soit désintéressé de cette science.

Tout le prédisposait à se passionner pour l'astronomie : son intérêt pour les grands nombres (l'*Arénaire*, dans lequel il montre comment compter les grains de sable d'une plage), pour le calcul du volume et de la superficie de la sphère, si essentielle dans les théories astronomiques, et en particulier dans le système d'Eudoxe, et pour l'optique (*La Catoptrique*).

Mais plus encore qu'un théoricien de génie, Archimède se distingua particulièrement dans les sciences appliquées : il fut un infatigable créateur de machines en tous genres, un peu à la manière de Léonard de Vinci.

On lui doit en effet des machines de traction et des leviers, des machines de guerre comme la catapulte ou la meurtrière. En revanche, l'invention de miroirs pour enflammer à distance les navires ennemis est improbable : on ne pouvait disposer de miroirs suffisamment réfléchissants pour cela avant le XVII[e] siècle de notre ère. Outre la vis sans fin et la roue dentée, il fabriqua un « odomètre », instrument capable de mesurer les distances…

C'est donc tout naturellement qu'il se voit attribuer l'invention de la « machine d'Anticythère ». Comment n'aurait-il pas eu l'idée, en effet, de mettre ses immenses talents techniques au service de la science la plus prestigieuse de son époque ?

ARCHIMÈDE ET LA « MACHINE D'ANTICYTHÈRE »

Rappelons ce qu'est la fameuse machine. Durant le deuxième quart du I[er] siècle av. J.-C., un navire, sans doute destiné à livrer à Rome des produits et des œuvres d'art grecs, fit naufrage près de la petite île d'Anticythère, entre la Crète et le Péloponnèse.

L'épave fut retrouvée par hasard, grâce à des chasseurs d'éponges, en novembre 1900, et donna lieu à une fructueuse campagne de fouilles archéologiques, qui permit de mettre au jour des statues (dont le fameux « éphèbe d'Anticythère »), des bijoux, de la monnaie… et divers objets, parmi lesquels la fameuse et mystérieuse machine.

[1] Voir mon article sur Ératosthène : https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/08/mag-CSpour-tous-n13_M-Tillard.pdf



Fragment principal de la « machine d'Anticythère »

Celle-ci est le plus ancien mécanisme à engrenage connu. Sa datation est importante, et controversée : selon les chercheurs, elle aurait été construite entre 150 et 100 avant J.-C. – c'est-à-dire à peu près 60 ans après la mort d'Archimède.

Des chercheurs de l'Université Cornell, dans l'État de New York, pensent pouvoir être encore plus précis : se fondant sur une spirale incrustée à l'arrière du mécanisme et représentant un « saros », c'est-à-dire un cycle de 223 mois utilisé pour prédire les éclipses de Lune ou de Soleil, ils estiment que le mécanisme a été mis en marche pour la première fois le 22 ou 23 décembre 178 av. J.-C., date d'une éclipse solaire annulaire, et 34 ans seulement après la disparition d'Archimède.

Cependant, elle repose sur une conception qui pourrait bien, elle, remonter à notre scientifique sicilien, ou à l'un de ses disciples. C'est ce que nous dit Cicéron dans son *De Republica* (I, XIV, 22). L'objet aurait été récupéré par le général romain M. Claudius Marcellus lors de la prise de Syracuse, après la mort du savant ; il resta longtemps dans sa famille et fut examiné, un siècle plus tard, par Gallus.

Fabriqué en bronze, le mécanisme est formé d'une trentaine de roues dentées, sans doute actionnées par une manivelle ; il se fonde sur la modélisation mathématique de la course des astres d'Eudoxe de Cnide. Il permettait d'indiquer la position des astres à un moment précis, de prédire les éclipses de Lune et de Soleil.

Le savant et philosophe grec Posidonius, ami de Cicéron, en fabriqua lui-même un exemplaire, contemporain du naufrage d'Anticythère.

Il s'agissait donc d'un objet rare – trois exemplaires connus – et précieux, dont on comprend la présence dans une cargaison destinée à un riche collectionneur romain. La machine d'Anticythère est un saisissant témoignage des connaissances techniques et théoriques des Grecs.



Reconstitution de la machine d'Anticythère par Mogi Vincentini

Michèle Tillard (michele.tillard@gmail.com), ancienne professeure de lettres classiques en classe préparatoire littéraire, autrice de MOOC (cours en ligne) libres et gratuits de grammaire française, latin et grec ancien (accesibles via son site https://philo-lettres.fr/)

CADRANS SOLAIRES HISTORIQUES D'ANDALOUSIE

Esteban Martínez Almirón

Il vous est certainement arrivé de prendre des photos de cadrans solaires dont la conception ou l'environnement vous avait particulièrement attiré. Et si vous passiez au dessin, qui offre encore plus de possibilités d'interprétation ? C'est ce qu'a fait l'auteur…

Les cadrans solaires, nous le savons tous, sont liés à l'histoire, la science, l'art et la culture.

Reflets de notre union avec le cosmos, avec les mouvements du Soleil et de la Terre comme éléments principaux, ils ont été analysés sous des angles très différents, fondamentalement mathématiques, mais aussi géographiques, philosophiques ou ethnographiques.

Ils font également partie de l'architecture en tant qu'éléments différenciés, ils sont réalisés dans des matériaux très variés et dessinés également sur différents supports avec diverses techniques.

Mais pour leur connaissance et leur diffusion, il est habituel de reproduire leurs images à travers des photographies ou d'autres techniques, comme les anaglyphes[1].

C'est dans ce contexte, afin d'utiliser d'autres techniques pour montrer des images de cadrans solaire, que j'avais l'intention depuis quelques années d'en reproduire certaines sous forme de dessins.

Pour cette raison, et pour célébrer la 25e année d'existence du site https://relojandalusi.org que j'avais créé comme un lieu de rencontre des fans et amateurs de cadrans solaires du monde entier, j'ai décidé au cours de l'été 2024 de réaliser des dessins avec un marqueur ou un stylo à bille de certains des cadrans solaires historiques d'Andalousie. L'idée était de les offrir aux visiteurs de ma page, accompagnés de quelques brèves notes explicatives sur leur emplacement et leurs caractéristiques.

Mais au cours du processus créatif, la possibilité est apparue de compléter les dessins avec des textes qui replaceraient les cadrans dans l'environnement ou la zone géographique dans laquelle ils se trouvent et qui pourraient ensuite être complétés par une série de notes et de textes qui constitueraient un document plus vaste.

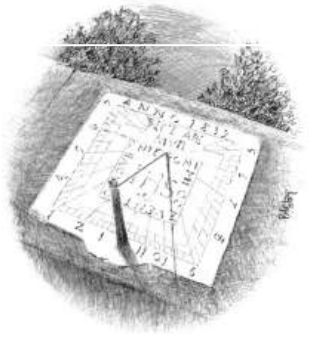
Enfin, dans la partie artistique, le résultat a été la création de plus de soixante dessins[2] dans lesquels sont montrés des cadrans solaires historiques que l'on peut admirer aujourd'hui ou, dans certains cas, des cadrans recréés dans l'environnement dans lequel ils auraient dû se trouver.

Le résultat final de tout ce processus a été la création d'un livre que j'ai intitulé *Relojes de sol históricos. Tesoros andaluces olvidados* [Cadrans solaires historiques. Trésors andalous oubliés] dans lequel est analysé un ensemble de plus de 400 cadrans solaires historiques d'Andalousie.

Un accent particulier est mis sur la protection juridique existante, et une référence faite aux cadrans solaires qui ont malheureusement disparu ou ont été pillés, comme exemple de ce qui n'aurait jamais dû se produire, proposant une politique de conservation et de mise en valeur des cadrans solaires. Enfin sont mis à l'honneur des cadrans heureusement restaurés.

La formule choisie pour la publication du livre a été l'autoédition, en s'occupant également de la mise en page, de la promotion, de la distribution et de la vente. Le livre a un format de 21x21 cm et compte 124 pages en noir et blanc.

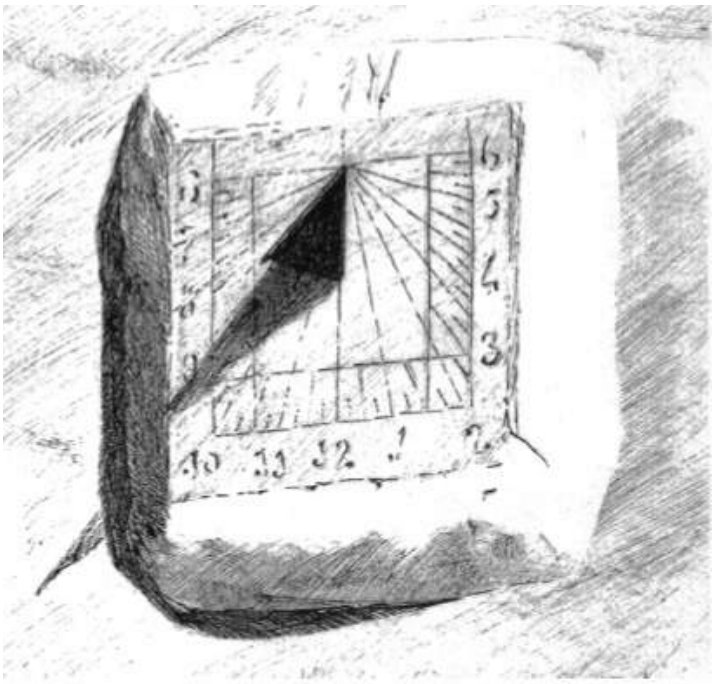
Je vous invite à lire le livre, dont plus de détails peuvent être trouvés à l'adresse suivante : https://relojandalusi.org/relojes-de-sol-historicos/

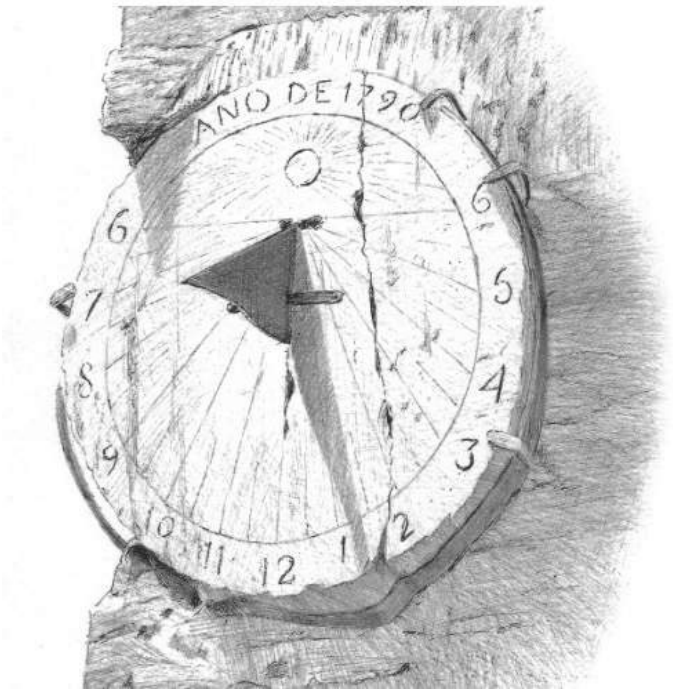


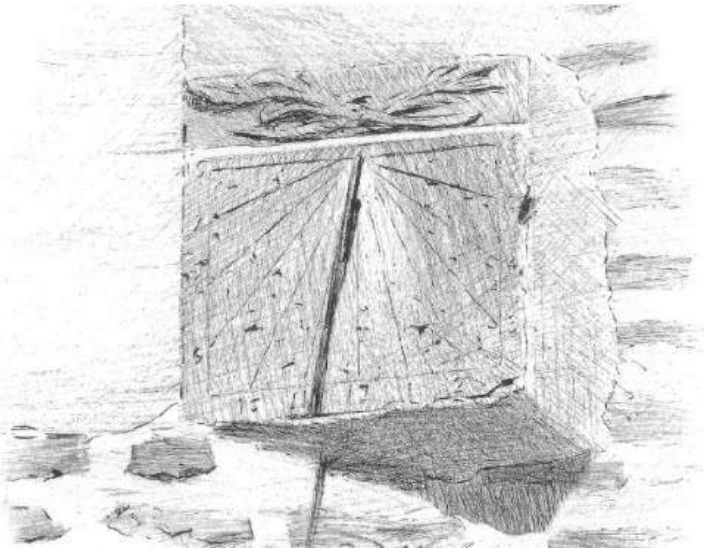
Esteban Martínez Almirón (relojandalusi@gmail.com), aujourd'hui retraité, a occupé des fonctions de direction à la Sécurité sociale. Il a créé en 2000 le site https://relojandalusi.org et a publié des articles sur la gnomonique dans de nombreuses revues spécialisées. Il est également l'auteur de plusieurs cadrans solaires.

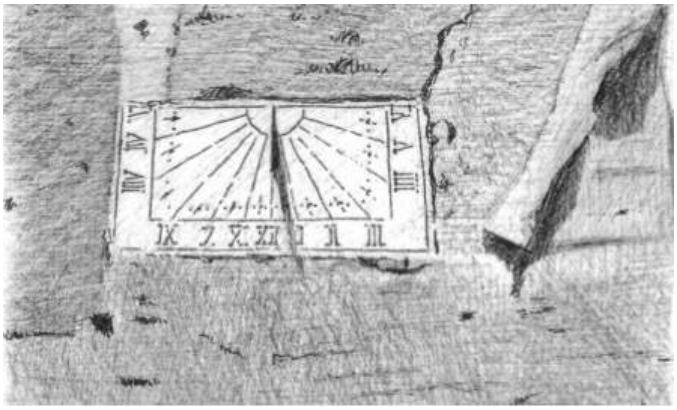
[1] De nombreux anaglyphes gnomoniques ont été rassemblés à l'adresse https://relojandalusi.org/imagenes/gnomoglifos/

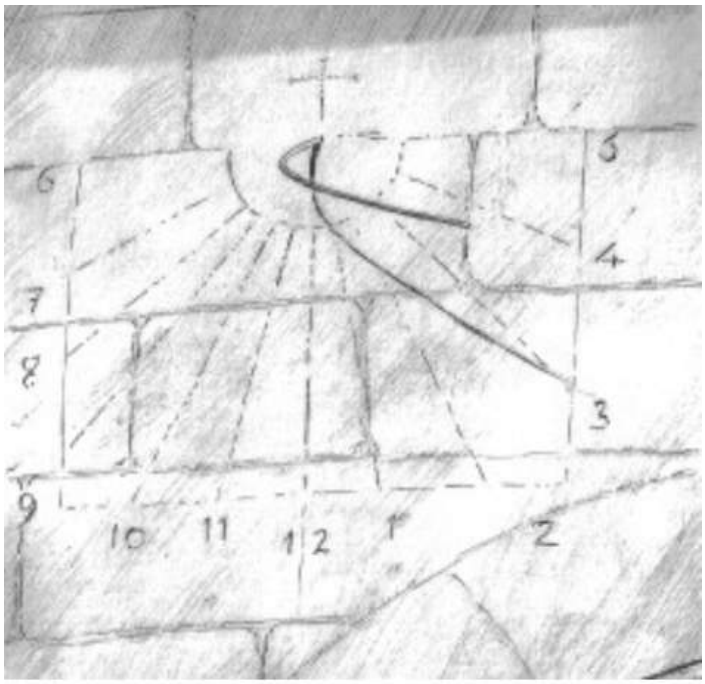
[2] Certains des dessins inclus dans le livre sont publiés sur le compte Instagram @stbnart




ANO DE 1790









UNE CURIOSITÉ SUR LES HEURES ITALIQUES ET BABYLONIQUES

Ferdinando Roveda

Dans le n°13 de ce magazine, Ferdinando Roveda nous avait déjà invité à une longue balade gnomonique ayant pour thème le cadran en L des Égyptiens. Ici, il nous invite à découvrir un phénomène curieux, et à l'expliquer en recourant aux heures italiques et babyloniques…

NOTATIONS UTILISÉES

h : hauteur du Soleil δ : déclinaison solaire/saison
θ : angle horaire φ : latitude
Az : azimut du Soleil α : demi-arc diurne

La perception générale que nous avons lorsque nous abordons l'analyse du mouvement du Soleil est qu'au solstice d'été, et à une heure donnée (par exemple 16 h), le Soleil est toujours plus haut qu'à la même heure en d'autres saisons. Et cette perception, puisque nous sommes habitués à penser en termes d'heures modernes ou équinoxiales, est correcte : un diagramme d'éclairement normal (fig. 1), que tous ceux d'entre nous qui s'intéressent aux cadrans solaires ont vu de nombreuses fois, confirme également visuellement notre perception.

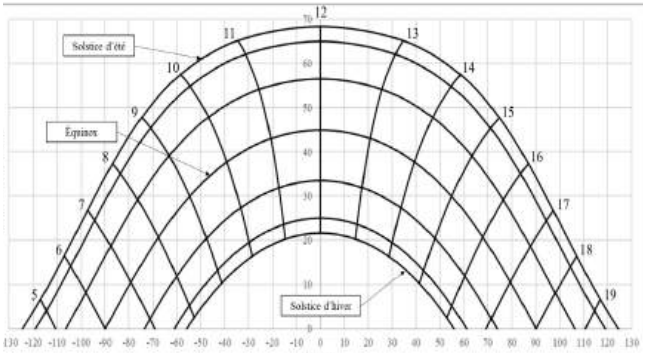


Figure 1 : Diagramme montrant, pour une latitude donnée, la valeur de l'azimut (abscisse) et de la hauteur (ordonnée) du Soleil en fonction de l'heure solaire, tout au long de l'année

Un fait a cependant éveillé ma curiosité en analysant d'anciens cadrans solaires : la hauteur du Soleil, pour un temps donné (par exemple la XIème heure), ne diminue pas toujours avec le passage des jours, mais dans certains cas augmente…

Cela est le cas pour des cadrans à heures anciennes, tels que le dénommé « Prosciutto di Portici »[1].

C'est la même chose lorsqu'il s'agit des cadrans à heures italiques (en usage en Italie jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, décomptant le temps d'une journée en 24 heures égales à partir du coucher du Soleil) ou babyloniques (utilisées par la plupart des nations orientales de l'Antiquité, décomptant le temps d'une journée en 24 heures égales à partir du lever du Soleil).

Cela m'a amené à faire une petite analyse approfondie : j'ai choisi de prendre en considération les heures italiques et babyloniques car, avec ces heures, le « phénomène » est plus évident qu'avec les heures anciennes.

Abordons l'analyse en partant de la formule bien connue du « demi-arc diurne » α (moitié de la durée du jour) :

$$\cos \alpha = - \tan \delta * \tan \varphi$$

La valeur de α trouvée correspondra évidemment à l'angle horaire de la XXIVème heure italique (heure du coucher du Soleil). Pour les heures précédentes, il suffira de soustraire 15°, 30°,… à partir de cette valeur. Le tableau ci-après (tableau 1) récapitule les résultats pour certaines déclinaisons solaires δ à la latitude 45° 4' N (Turin).

δ	Demi-arc (coucher) XXIV	Heures italiques						
		1	2	3	4	5	6	7
		XXIII	XXII	XXI	XX	XIX	XVIII	XVII
	α	α - 15°	α - 30°	α - 45°	α - 60°	α - 75°	α - 90°	α - 105°
23,44	115,69	100,69	85,69	70,69	55,69	40,69	25,69	10,69
20,00	111,34	96,34	81,34	66,34	51,34	36,34	21,34	6,34
11,48	101,72	86,72	71,72	56,72	41,72	26,72	11,72	-3,28
0,00	90,00	75,00	60,00	45,00	30,00	15,00	0,00	-15,00
-11,48	78,28	63,28	48,28	33,28	18,28	3,28	-11,72	-26,72
-20,00	68,66	53,66	38,66	23,66	8,66	-6,34	-21,34	-36,34
-23,44	64,31	49,31	34,31	19,31	4,31	-10,69	-25,69	-40,69

Tableau 1

En s'éloignant du coucher du Soleil, dans certains cas, l'angle horaire devient négatif : cela signifie que nous sommes à un moment précédant le véritable midi solaire local.

Calculons maintenant la hauteur du Soleil h en fonction des angles horaires θ que nous venons de trouver, avec la formule bien connue :

$$\sin h = \sin \delta * \sin \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \cos \theta$$

et les valeurs d'azimut correspondantes, avec la formule tout aussi connue :

$$\tan Az = \sin \theta / (\cos \theta * \sin \varphi - \tan \delta * \cos \varphi)$$

Nous ne nous attarderons pas sur le calcul des heures babyloniques : il suffira de suivre, *mutatis mutandis*, la même procédure illustrée jusqu'à présent : la valeur du demi-arc (cette fois négatif) correspondra au lever du Soleil, et en ajoutant 15°, 30°,… nous obtiendrons les angles horaires des heures suivantes.

[1] Le mystère du jambon italien – Roger Torrenti – Cadrans Solaires pour Tous n° 4 - https://bit.ly/4hyEz4u

Nous avons maintenant tous les paramètres dont nous avons besoin pour construire le diagramme d'éclairement (fig. 2), c'est-à-dire le graphique qui relie la hauteur du Soleil à son azimut en fonction des différentes heures de la journée : la différence par rapport au diagramme de la fig. 1 n'est que le type d'heures : ici nous avons inséré les heures babyloniques - en rouge - le matin, et les heures italiques - en bleu - l'après-midi, et laissé en noir, seulement pour une comparaison immédiate, les heures modernes ou équinoxiales.

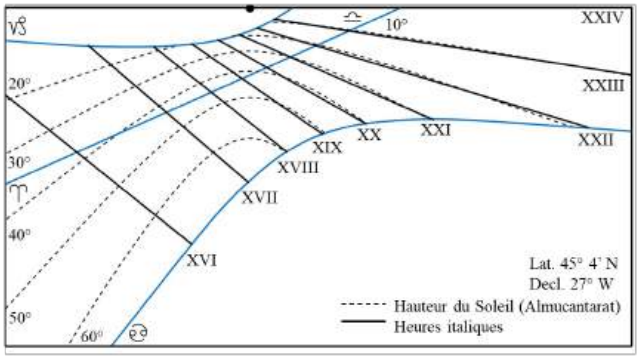
L'autre nouveauté est que nous avons étendu le calcul, afin de représenter également graphiquement les heures de la nuit, lorsque le Soleil est sous l'horizon : 1 heure après le coucher du Soleil, 2 heures après, etc.

En analysant la figure, il est facile d'observer que la grande majorité des lignes horaires n'ont pas leur maximum en correspondance avec la courbe du solstice d'été, et qu'à partir de l'heure italique XIX (5 heures avant le coucher du Soleil) et de l'heure babylonique V (5 heures après le lever), le point maximum se déplace progressivement vers la ligne d'équinoxe.

Au moment du coucher du Soleil (et du lever du Soleil), cela n'a évidemment aucun sens de parler de maximum car la ligne horaire est horizontale.

La ligne verte met en évidence l'emplacement des points maximum (jour) et minimum (nuit) ainsi trouvés.

Enfin, si nous fabriquons un cadran solaire avec des heures italiques, en y superposant les lignes de hauteur, nous obtiendrons la confirmation de ce que nous avons trouvé (figure ci-dessous).

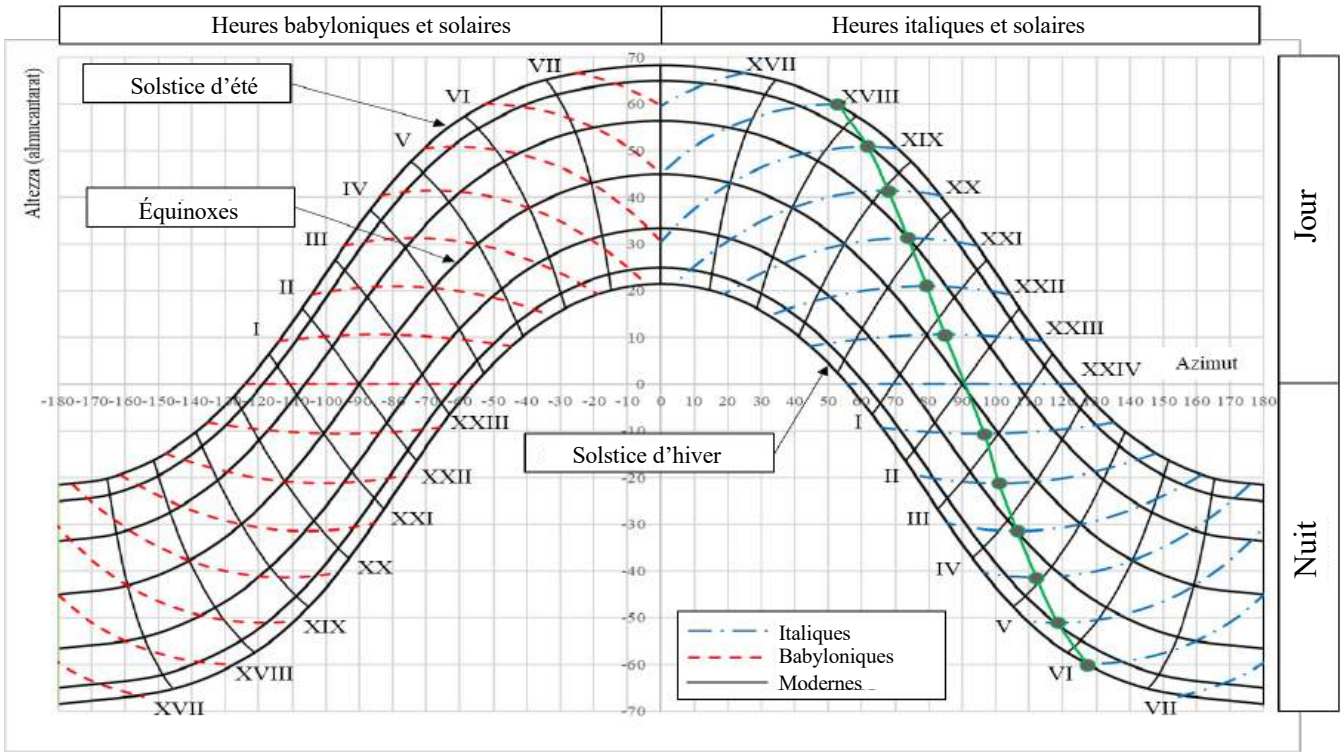


Cette propriété des heures italiques et babyloniques est probablement déjà connue de beaucoup, mais je ne l'ai jamais trouvée explicitée.

L'analyser était un pur plaisir pour moi, une façon de me débarrasser d'une curiosité. Le bon côté des choses, c'est (du moins à mon goût esthétique) le schéma final, qui montre une belle symétrie.

Ferdinando Roveda (protokyte21@protonmail.com) est ingénieur, passionné de gnomonique depuis son plus jeune âge : à 4 ans il fut attiré pour la première fois par un cadran solaire... il se consacre aujourd'hui, à Turin, à l'étude de la gnomonique.

Figure 2



MATÉRIALISER LA LUMIÈRE SOLAIRE ET SON PASSAGE, LE TEMPS ET SON ÉCOULEMENT…

Alexandre Le Bourgeois

Matérialiser la lumière solaire et son passage, le temps et son écoulement, c'est bien entendu l'objectif du gnomoniste. Mais c'est aussi la préoccupation d'un artiste plasticien qui vit au Havre et y travaille avec la lumière du Soleil…

« Artiste implanté au Havre, diplômé de l'École Supérieure d'Art et Design du Havre en 2018, je travaille avec la lumière du Soleil sur, dans et par rapport à l'architecture. Je cherche à matérialiser la lumière solaire et son passage, le temps et son écoulement. Garder des traces par le déplacement de la lumière qui décline ces formes géométriques sur certaines surfaces. Le temps est mon sujet car nous sommes tous égaux face au Soleil et son passage, toutes les nations ont façonné nos outils de mesure du temps au fur et à mesure des époques, c'est une construction commune de toute la planète et qui touche tout le monde. »

Alexandre Le Bourgeois
Email : alexandre.le.bourgeois@hotmail.fr
Vimeo : Alexandre Le Bourgeois
Instagram : @alexandre.le.bourgeois
Site Web : www.alexandrelebourgeois.com

Pour parler plus en détail de la vision, des projets et des réalisations d'Alexandre Le Bourgeois, nous reproduisons ci-après le texte que le critique Alexis Hardy a récemment écrit sur son travail, intitulé « Prendre la mesure du temps ; tracer l'éphémère ».

Accepter le temps long - ce temps qui n'est plus de notre temps - et en prendre la mesure. Ralentir pour ressentir chaque minute, puis observer les ombres s'échouer sur et dans nos architectures (Étude solaire #3 : Tournesol, 2018)[1]. Alexandre Le Bourgeois s'emploie à fixer ce qui nous échappe, à conserver les traces de ces instants éphémères, où l'ombre et la lumière redessinent les contours de nos espaces (Étude solaire #7 : Fixer le temps #8, 2021)[2].

Lors de ses interventions dans l'espace public se déploie une gamme chromatique où chaque couleur dit le passage. Ainsi, et puisque le temps est un cycle, « que la disparition est toujours un peu la condition d'apparition de quelque chose »[3] il y a des rendez-vous à ne pas manquer. Chaque année, jour où l'artiste a, en un lieu, fixé le temps, l'ombre retrouve son empreinte colorée. Elle vient combler le manque, déjouer l'absence que la couleur a souligné.

Le temps implique la disparition, en témoigne la série Solargraphies (2019-2022) pour laquelle l'artiste dépose, dans l'espace public, des dispositifs photographiques agissant grâce à l'intensité des rayons du Soleil. Durant plusieurs mois, voire plusieurs années, l'image va se former au contact de la lumière. Il en résulte une image parsemée de fines lignes, conséquence du passage du Soleil et de la rotation de la Terre. Cependant, les images prises par l'artiste sont vouées à disparaître. La matière photographique, exposée à la lumière, va continuer à se teinter, à se mouvoir : tel un souvenir qui s'estompe avec le temps, quelques vagues images ancrées en mémoire, partiellement évanouies dans l'obscurité ou éblouies de clarté.

Les architectures s'effacent pour faire naître de nouveaux paysages, comme avec Observatoire solaire (2022) ou Étude solaire #9 ter : S'il ne restait que les ombres (2024). L'artiste met à disposition de la lumière des dispositifs, à la frontière entre sculpture et installation, où se dessinent des formes guidées par l'aléatoire. Les ombres se figent sur les surfaces, elles créent des interstices et écrivent, ici aussi, le temps qui passe. Ce qui a disparu a laissé une trace ; le mouvement s'est immobilisé pour marquer sa trajectoire. Alexandre Le Bourgeois joue avec ce que nous ne pouvons maîtriser. Il accepte l'attente, l'imprévisible, l'incertain, et laisse le temps définir ce qui adviendra. Pour reprendre les mots de Delphine Wibaux[4] : « j'accepte les longs temps nécessaires aux dépositions de teintes, formes et volumes ainsi que l'incertitude induite par ce partenaire mystérieux, parfois ténu. Côte à côte, nous avançons ensemble, entre cache-cache et rencontres : j'offre au temps les surfaces nécessaires pour qu'une fois le moment venu, il se déploie et se dépose librement. »

---

[1] https://vimeo.com/271293408
[2] https://vimeo.com/636633712
[3] Santini, S. (2007). La perception du mouvement entre disparition et apparition : réminiscence mallarméenne de l'intermédialité.
[4] Bailly, J.C. (2021). Voir le temps venir, Ed. Bayard.

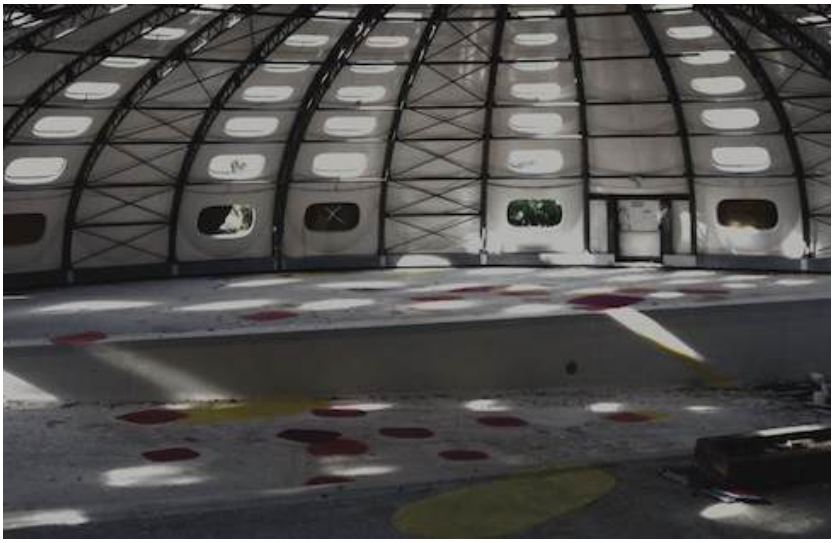
Par la [re]présentation du temps, vient la possibilité de construire des espaces alternatifs (Habiter le décor, 2022). De nouvelles lignes et de nouvelles fenêtres se matérialisent sous nos yeux.

L'artiste, parce qu'il nous oblige à contempler ce que nous traversons sans attention, recompose nos environnements. Il joue des échelles, des perspectives (Étude solaire #4 : Photosensibilité, 2018) pour troubler nos regards et nous aider à observer autrement. Il trace les contours d'un autre territoire, celui que nous ne parvenons plus à éprouver. Un territoire fait de lenteur parfois, de rencontres fortuites souvent, bien à contre-courant de nos quotidiens mués par la rapidité et l'instantanéité. L'artiste nous propose de ralentir, d'observer ce qui se façonne autour de nous. Il nous invite à vivre les minutes qui s'écoulent et à nous attendrir de la lumière qui se fait douce lorsque le rideau se baisse (Étude solaire #14 : Traversées #1, 2019) et que la nuit s'apprête à tomber.

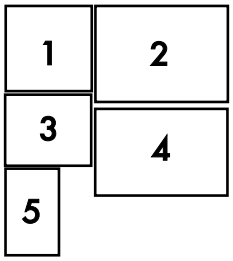












1. Étude solaire #7 : Fixer le temps #8 - Peinture à la chaux - Lédenon (30) - 2021
2. Étude solaire #7 : Fixer le temps # - Peinture murale - Le Havre (76) - 2020
3. Étude solaire #10 : Passer au travers #3 - Peinture au rouleau et aérosol. Louviers (27) - 2021
4. Étude solaire #3 : Tournesol - Peinture à l'aérosol - Arques-la-Bataille (76) – 2018
5. Étude solaire #1 - Bois contreplaqué, peinture acrylique. Le Havre (76) - 2018

LES CADRANS SOLAIRES SONT DES FLEURS PARADISIAQUES DU TEMPS

Roland Müller

Nous avons demandé à Roland Müller (familie_mueller@t-online.de), acteur bien connu de la gnomonique et des cadrans solaires en Allemagne, et l'un des 5 lauréats de notre concours 2024 (voir le n° 14 du magazine), de partager avec nous sa vision de la gnomonique…

Schau, wie die Sonne
Mit dem Stab auf der Mauer
Lebenszeit zaubert!

Perçois : le Soleil,
D'un bout de fer sur un mur,
Glorifie la vie !

Lorsqu'on m'a demandé de présenter ici « ma vision de la gnomonique », j'ai spontanément accepté – avant de réaliser que ce ne serait pas facile. L'image globale ressemble à une mosaïque de nombreuses pierres individuelles. Je commencerai par souligner que la gnomonique n'a commencé à enrichir ma vie de 77 ans que tardivement. Ce fut précédé par 20 ans d'enfance et d'éducation et 40 ans de travail dans le domaine de l'informatique. Mais le terrain pour la gnomonique était préparé, car j'ai toujours été intéressé par les sciences naturelles, par la littérature et par la poésie.

Ce fut donc une bonne chose qu'au début de ma retraite, j'aie pu tenir une conversation avec un expert en gnomonique (Yves Opizzo) sur un marché d'art du sud de l'Allemagne. Je lui achetai un petit cadran solaire en forme de coquille Saint-Jacques, et nous convînmes que la science et la poésie vont de pair. Maintenant, nous sommes amis et parfois même avons ravi le public ensemble, lui avec la gnomonique, moi en tant que conteur.

Au fil des ans, j'acquis encore plus de cadrans solaires portables et même un petit astrolabe. Et je compris de mieux en mieux comment la lumière et l'ombre (ou la lumière et l'œilleton) créent un temps appréhendable. Je réalisai que tout cela fait partie d'un ensemble plus vaste appelé mécanique céleste, en lien étroit avec l'astronomie.

Mais en 2015, je me suis intéressé à l'astronomie dans le « Parc d'étoiles Rhön » dans l'est de la Hesse, l'un des paysages nocturnes les plus étoilés d'Allemagne. Pendant sept ans, j'écrivis de loin (à 300 km de chez moi) un aperçu mensuel du ciel pour le Parc d'étoiles et les médias de la région – tout ce que le Soleil, la Lune et les étoiles peuvent y offrir.

Un jour, au centre de Fulda, la plus grande ville de la région, je découvris un cadran solaire TVL (temps vrai local) sur le mur d'un vieux bâtiment. Plus je l'explorais, plus il me fascinait.



Jean-Antoine Laud, un Français qui a fui la Révolution, l'avait construit en 1796. Le cadran comporte les lignes des 5 minutes, une courbe en 8, des arcs de date et des signes du zodiaque. J'ai pu calculer un chronogramme à partir de leur devise latine : l'année de naissance du patron diocésain Boniface. Des membres de la Société Allemande de Chronométrie (DGC) m'ont aidé à publier ma description de ce cadran solaire sans erreur. Aujourd'hui, avec trois autres cadrans solaires dans la région de Fulda, c'est l'une des offres de visites guidées de la ville. Une autre publication sur les cadrans solaires de toute la région de la Rhön me permit de trouver d'autres contacts avec la DGC, mais également de faire connaissance avec le magazine « Cadrans solaires pour tous » comme un coffre au trésor unique de connaissances gnomoniques et d'esthétique créative.

Als Gott die Zeit erschuf	*Dieu créa le temps*
Gab er ihr Sonnenuhren	*Puis fit les cadrans solaires*
Als Festgewänder	*En habits de fête*

Dans l'observatoire de Brittheim, dans le sud de l'Allemagne, je fis connaissance de « l'Apolytère » d'Yves Opizzo. Je constatai encore et encore que les profanes qui essaient de lire un cadran solaire pensent qu'il n'indique rien de correct. Si je leur parle ensuite de l'Apolytère, qui atteint presque la seconde et qu'un seul rayon de Soleil suffit (avec quelques informations complémentaires) pour qu'il soit possible de trouver le lieu sur la planète, ils sont stupéfaits, incrédules. Ils ne peuvent pas (ou ne veulent pas ?) l'imaginer. C'est précisément la raison pour laquelle je considère la gnomonique comme un monde de connaissances et d'expériences qui devrait être enseigné dans toutes les écoles – afin que les enfants puissent comprendre notre maison cosmique dans l'interaction des corps célestes et apprendre comment le « temps » se forme et ce que les horloges et les calendriers en font.

Tout récemment, en 2023, des amis jardiniers ont réaménagé un jardin paroissial envahi par la végétation derrière l'église de ma ville natale. Ils l'appellent le jardin de la création. Une croix en bois de deux mètres de haut devait être enlevée à proximité. J'ai alors demandé qu'elle soit érigée devant le jardin avec la traverse en direction nord/sud. À la base du tronc, j'ai placé une plaque avec des inscriptions pour midi solaire, et pour les sonneries des cloches matin et soir. Au nord, j'ai placé des pavés dans la pelouse qui marquent les solstices et les équinoxes. Depuis, à midi TVL, l'ombre de la barre transversale s'unit à celle du tronc pour former une seule ligne d'ombre indiquant la date sur le calendrier au sol. Parfois, j'ai l'occasion de montrer et d'expliquer ce « cadran solaire » à des classes d'école et aux passants.

Une ruche dans ce jardin fait également partie de ma vision de la gnomonique. Lorsqu'une abeille a trouvé une bonne source de nourriture, elle indique à sa colonie la direction de cette source. Elle le fait dans la ruche dans l'obscurité totale avec des « danses » que les autres abeilles perçoivent. L'angle de vol par rapport au Soleil est encodé dans ces danses. Si l'abeille répète maintenant sa danse après une demi-heure par exemple (le tout dans l'obscurité totale !), elle transmet un angle différent, en fonction de la trajectoire que le Soleil a parcouru. La différence angulaire correspond au décalage temporel des danses. C'est ainsi que j'ai reconnu l'abeille comme le plus petit cadran solaire – et vivant ! – du monde.

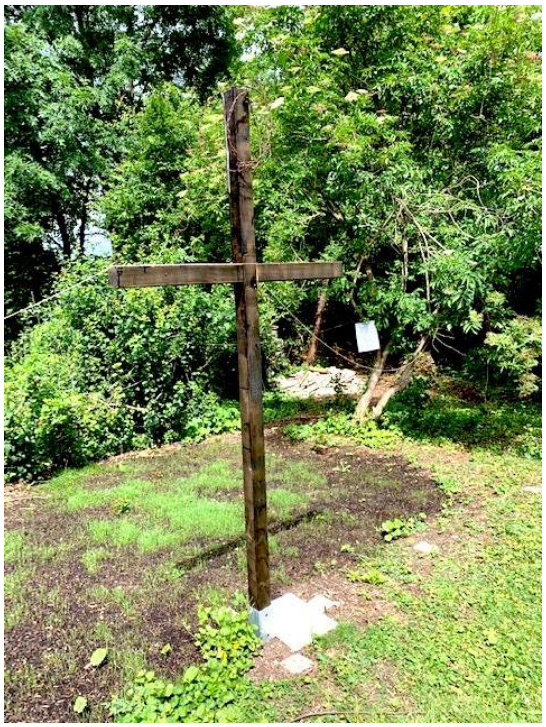
Das Licht der Sonne	Soleil, ta lumière
Ist ein Geschenk des Himmels	Est un vrai présent céleste
Und Mutter der Zeit	Et la mère du temps

Tout est lié à tout : la lumière et l'ombre, les voyages des corps célestes, les pensées que les gens ont à leur sujet, les idées précises qu'ils offrent, les histoires et les poèmes, la science et la poésie. La gnomonique s'est révélée à moi comme un paradis extrêmement diversifié de connaissances et d'actions. Je suis étonné de la créativité de ceux qui l'utilisent pour construire des garde-temps, du petit médaillon à la grande place avec un obélisque aussi haut qu'une maison. Je suis émerveillé et j'en suis très reconnaissant.

(traduction du texte et des haïkus fournis par l'auteur : Yves Opizzo)



L'Apolytère installé à l'Observatoire de Brittheim



Cadran solaire autour d'une croix dans un jardin…

RÉALISATION D'UN HÉLIOCHRONOMÈTRE

Michel Brialix

Et si vous réalisiez un héliochronomètre, ce cadran solaire donnant l'heure légale avec une précision de l'ordre de la minute, encore utilisé il y a une centaine d'années ? Ce n'est pas si compliqué et Michel Brialix a relevé le défi ! Il partage ici son expérience.



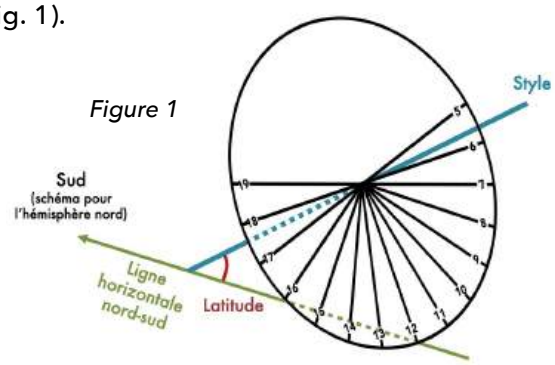
Héliochronomètre de type Fléchet

L'héliochronomètre est un cadran solaire dont le principe de fonctionnement est relativement simple à comprendre et la construction pas si difficile… Sa conception remonterait aux travaux de l'allemand Christophorus Clavius à la fin du XVI^e siècle. Il a été ensuite perfectionné par l'abbé Guyoux et enfin par l'ingénieur V. Fléchet à la fin du XIX^e siècle.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Partons d'un cadran équatorial dans sa version la plus courante : un disque régulièrement gradué (15°/h) sur ses 2 faces, traversé de part en part en son centre par un style parallèle à l'axe de rotation de la Terre. La ligne nord-sud est dans le méridien local : lorsque qu'il est midi au Soleil, l'ombre du style doit être sur 12 h (fig. 1).

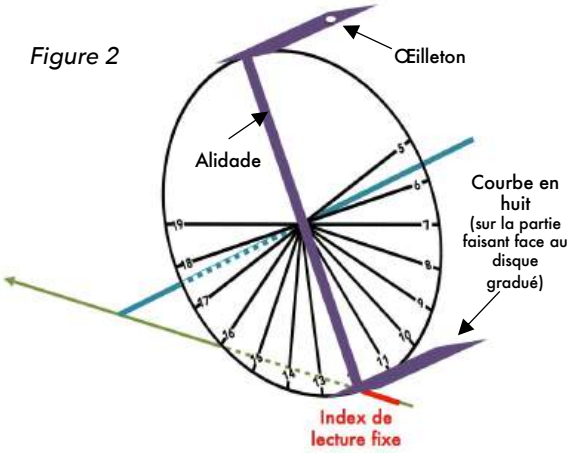
Figure 1



Ce cadran donne une heure locale au Soleil, et lorsque le jour suivant l'ombre du style reviendra sur 12 h il se sera écoulé un jour solaire légèrement différent du jour moyen de 24 h auquel se réfèrent nos montres. Tout au long de l'année l'écart entre l'heure solaire locale et l'heure moyenne locale, appelé l'équation du temps, peut être compensé par une lecture sur une courbe en huit.

Une solution simple pour intégrer cette équation du temps à la lecture est une alidade pivotant sur le centre du disque équatorial (voir fig. 2), avec, sur son montant avant (face au Soleil), un œilleton par où passe un rayon de Soleil qui va donner une petite tache blanche sur le montant arrière où sera gravé un huit de l'équation du temps. Par ce procédé nous retrouvons un temps moyen local.

Figure 2



Mais, l'heure officielle française est référencée par rapport au méridien de référence de son fuseau horaire (15° E). Il va donc falloir tenir compte de ce décalage (- 4 minutes par degré de longitude si vous êtes à l'est de ce méridien, + 4 minutes si vous êtes à l'ouest) et pour compliquer le réglage tenir compte enfin du décalage horaire en été (+ 1 h). Une solution : faire pivoter le disque équatorial gravé. En ayant la possibilité d'un réglage en latitude de 0 à 90 degrés, vous avez recréé là un héliochronomètre utilisable dans tout un hémisphère (attention il vous faudra un disque équatorial complet gravé sur 24 heures).

L'HÉLIOCHRONOMÈTRE RÉALISÉ

Je vais maintenant décrire celui que j'ai réalisé. J'ai d'abord imaginé une « monture équatoriale » d'astronome constituée d'un « support plan horizontal » en appui et pivotant horizontalement sur un trépied, surmonté d'un support articulé par charnière représentant le plan équatorial réglable en latitude (angle φ).

Centré et en appui sur ce plan équatorial, le disque de lecture horaire mobile est utilisé pour le réglage en longitude et en horaire d'hiver ou

d'été. Il est surmonté d'une alidade centrée sur ce même axe. Cette alidade possède un montant avant côté Soleil, percé en son centre d'un œilleton (trou de diamètre 2,5 mm) avec autour un pare-soleil qui permet de mieux distinguer la tache solaire projetée sur le montant opposé.

Sur ce montant opposé, pour plus de précision, le 8 de l'équation du temps est positionné sur un cylindre de rayon 338 mm dont l'axe passe par l'œilleton. L'idéal, au lieu du cylindre, serait d'avoir une sphère centrée sur l'œilleton et de même rayon, mais cette réalisation était trop difficile.

À la base arrière de ce montant opposé de l'alidade est placé l'index de lecture horaire. C'est avec cet index que se fera la lecture de l'heure comme à sa montre.

Réglage de l'héliochronomètre

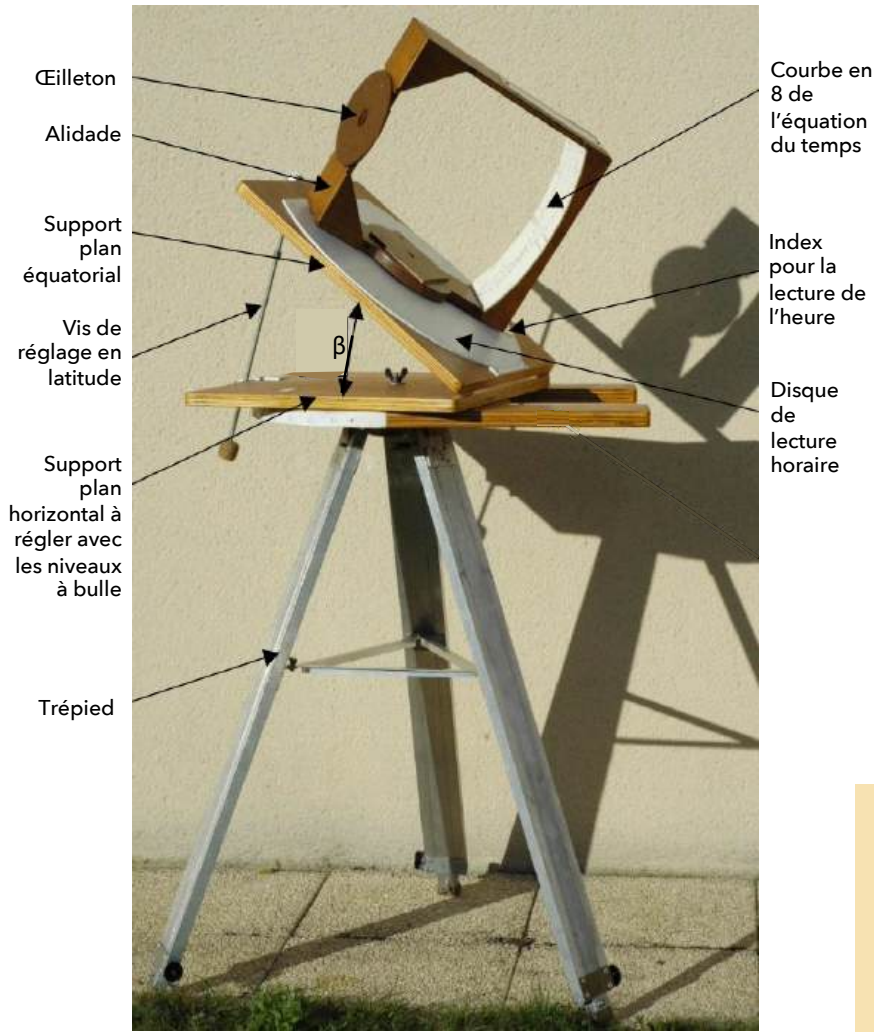
On réglera tout d'abord le plan équatorial à la latitude du lieu. Ce réglage se fait par une tige filetée et un réglet millimétré pour mesurer l'ouverture des 2 plans : la hauteur A de l'extrémité du plan équatorial au support plan horizontal, lue entre 2 petites plaquettes alu, est donnée par la formule $A = L \cdot \sin(90° - \varphi)$

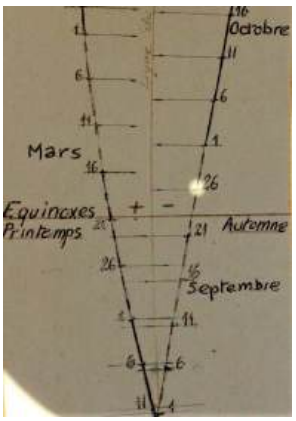
Ensuite :

- S'assurer que le plan inférieur est horizontal à l'aide de 2 niveaux à bulle en jouant sur la longueur des pieds du trépied, puis serrer les pieds.
- Tourner le cadran de lecture horaire pour positionner le décalage (12 h + longitude + 1 heure si heure d'été) par rapport au trait méridien. Mettre l'index de lecture horaire sur l'heure lue à sa montre, puis tourner l'ensemble sur le trépied afin d'amener la tache solaire à la date inscrite sur la courbe de l'équation du temps et serrer pour que plus rien ne bouge.

Si vous ne tombez pas à la bonne date, c'est que le réglage précédent est mal fait, on dit dans ce cas que la « mise en station » n'est pas correcte.

L'héliochronomètre est réglé ! À toute heure, et jusqu'au prochain changement d'heure, vous n'aurez qu'à faire coïncider, grâce à l'alidade, la tache lumineuse avec la bonne date de la courbe en 8 (photo ci-dessous à droite) et lire l'heure légale au niveau de l'index de l'alidade !





Faire coïncider la tache lumineuse avec la bonne date de la courbe en 8…

Michel Brialix
brialix.michel@orange.fr a exercé le métier de dessinateur industriel. Aujourd'hui à la retraite, il se passionne pour la gnomonique. Il est membre de la Commission des cadrans solaires de la SAF depuis 25 ans.

LES JOURS JULIENS

Pierre-Louis Cambefort

Combien de jours se sont écoulés jusqu'à la date où vous lisez cet article depuis la naissance de Jules César (le 12 juillet 100 av. J.-C.) ? Pas si facile car différents calendriers aux règles différentes se sont succédé ? Si, car l'auteur vous propose de vous référer aux jours juliens !

Si vous voulez facilement calculer la durée écoulée entre deux dates quelque peu éloignées entre elles, ou simplement connaître le jour de la semaine d'une date quelconque ou encore utiliser les applications nombreuses de calculs de la cosmologie, vous serez certainement amenés à utiliser le « jour julien » ou JJ (en anglais Julian Day ou JD).

Il s'agit d'une numérotation des jours en série continue, indépendante de tout calendrier. Une façon de calculer JJ est la suivante (pour toute année positive ou négative) :

NOTATIONS UTILISÉES

A est l'année, M le numéro du mois (1 pour janvier, 2 pour février etc…), J le jour du mois, en écriture décimale.

Le « jour décimal » du mois J est constitué, pour sa partie entière, du rang du jour dans le mois et, pour sa partie décimale, des heures TU (temps universel ou temps moyen du méridien de Greenwich) divisées par 24 :

- Si M > 2, laisser A et M inchangés.
- Si M = 1 ou 2, remplacer A par A - 1 et M par M + 12 (en d'autres termes, si la date est en janvier ou février, elle est considérée comme le 13e ou 14e mois de l'année précédente).
- Dans le calendrier grégorien (supérieur au 15 octobre 1582), calculer :

  B = INT (A/100)

  La fonction INT (X) retourne le plus grand entier, qui est inférieur ou égal au nombre considéré X : INT (7,9) = 7 et INT (-7,9) = -8.

  puis C = 2 – B + INT (B/4).
- Dans le calendrier julien, prendre C = 0.

Le jour julien, dont la partie décimale multipliée par 24 correspond aux heures écoulées depuis 12 h TU, est alors donné par la formule :

JJ = INT (365,25 * (A + 4 716)) +
INT (30,6001 * (M+1)) + J + C – 1 524,5

EXEMPLES

9 octobre 2024 à 12 h TU ▷ JJ = 2 460 593
4 octobre 2024 à 0 h TU ▷ JJ = 2 460 587,5
26 juin 1987 à 11 h TU ▷ JJ = 2 446 972,958

Cette procédure de calcul utilise l'année 0 avant l'année 1 de la chronologie chrétienne, l'année précédant l'année 0 étant l'année -1, etc. L'année 614 av. J.-C. est ainsi l'année - 613.

Rappelons que le calendrier julien a été établi par Jules César en l'année - 45 et qu'il définit les années divisibles par 4 comme années bissextiles, alors que le calendrier grégorien définit les années divisibles par 4 comme années bissextiles sauf les années séculaires qui ne sont pas divisibles par 400. Dans le calendrier grégorien, les années 1700, 1800, 1900, 2100 sont des années ordinaires mais les années 1600, 2000 et 2400 sont des années bissextiles. Le calendrier grégorien a pris en compte les années bissextiles comptées en trop dans le calendrier julien et en 1582, le lendemain du 4 octobre 1582 est devenu le 15 octobre 1582 (attention : le calendrier grégorien n'a pas été immédiatement adopté par tous les pays : en tenir compte).

La numérotation en jours juliens repose sur une définition extrapolant le calendrier julien en-deçà de l'année - 45, jusqu' à l'origine des jours juliens, donc pour les années négatives. Pour ces années négatives, il faudra tenir compte du fait que c'est le calendrier julien qui est utilisé.

CALCUL D'UNE DATE À PARTIR DU JOUR JULIEN
(Méthode Jean Meeus[1])

- Ajouter 0,5 au jour julien JJ.
- Soient Z la partie entière du nombre obtenu et F sa partie décimale.
- Si Z < 2 299 161 (valeur du 15 octobre 1582 : début du calendrier grégorien), prendre A = Z
- Si Z ≥ 2 299 161, calculer :
  α = INT ((Z - 1 867 216,25) / 36 524,25)
  A = Z +1+ α - INT (α/4)
  B = A + 1 524
  C = INT ((B - 122,1) / 365,25)
  D = INT (365,25 * C)
  E = INT ((B - D) / 30,6001)
- Le jour du mois (avec décimales) est :
  J = B – D - INT (30.6001 * E) + F
- Le mois est égal à :
  M = E - 1 si E < 14 ; M = E - 13 si E = 14 ou 15
- L'année vaut :
  Y = C – 4 716 si M > 2
  Y = C – 4 715 si M = 1 ou 2

[1] https://archive.org/details/astronomicalalgorithmsjeanmeeus1991



Joseph Juste Scaliger

La notion de jour julien a été introduite en 1583 par l'érudit Joseph Juste Scaliger, né à Agen en 1540 et mort à Leyde (Pays-Bas) en 1609. Dans son ouvrage de chronologie *Opus novum de emendatione temporum* (Étude nouvelle de la correction du temps), il propose de choisir une origine plus lointaine que la numérotation romaine des années ou la chronologie chrétienne, qui ne remontaient pas assez loin dans le temps. Ce décompte des jours (des années uniquement au début) est actuellement universellement utilisé par les astronomes et les historiens. Dans cette numérotation, les jours sont numérotés les uns derrière les autres sans distinction de mois, d'années et sans rupture à l'époque des changements de calendriers.

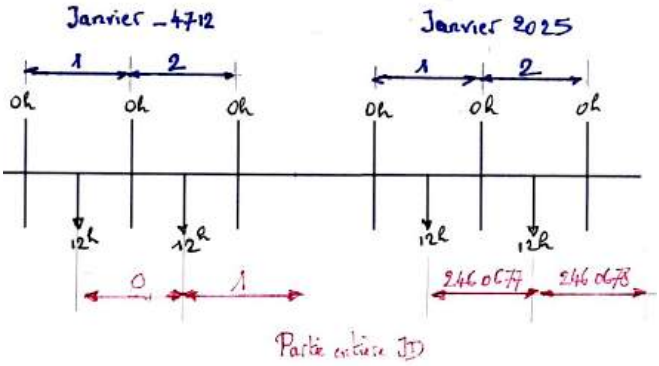
Origine des jours juliens

Scaliger a choisi l'origine de sa numérotation en relation avec la structure du calendrier julien qui repose en particulier sur les concepts suivants : indiction romaine, nombre d'or et cycle solaire. Les 3 nombres principaux utilisés pour sa numérotation sont fondés sur les cycles de 15 ans pour l'indiction romaine, 28 ans pour le cycle solaire, 19 ans pour le nombre d'or.

Scaliger a d'autre part choisi la convention suivante pour l'année de départ de sa numérotation : l'origine des 3 cycles sont égaux à 1 et l'on retrouve cette coïncidence tous les 15 * 28 * 19 = 7 980 années. Ces conditions sont réalisées pour les années égales à (n étant un entier) - 4712 + n * 7980.

Une présentation détaillée du calcul de l'origine des jours juliens est disponible en annexe[2].

Cette numérotation a été reprise par Sir John Herschel (le fils de William Herschel) en 1849. Il eut l'idée curieuse de confirmer son numérotage au 1er janvier - 4712 à midi (heure TU) et de numéroter 0 ce premier jour, si bien que le numéro 1 échoit au second jour, soit à partir du 1,5 janvier de l'année -4712.



Numérotation reprise par Sir John Herschel

La période de cette numérotation est plus longue que toute civilisation humaine connue, l'origine trop lointaine nous vaut, depuis 4 000 ans, des entiers de 7 chiffres, dont le premier, qui ne change que tous les 2 738 ans, est vraiment inutile. Chaque jour commence à midi, la numérotation JJ se trouve à cheval sur 2 jours et, pour comble, le mot « julien » est appliqué aux jours de cette numérotation, ce qui, je me permets, est absurde. Mais cette numérotation est toujours en vigueur et est universellement utilisée…

Applications particulières

Intervalle entre 2 dates

Le nombre de jours séparant 2 dates du calendrier, est simplement égal à la différence des jours juliens de ces 2 dates, calculés à la même heure.

Détermination du jour de la semaine

La numérotation julienne étant indépendante des semaines, mois et années, le reste de la division du jour julien par 7 donne immédiatement le jour R de la semaine :

- calcul de JJ avec le jour considéré à 0 h TU
- ajouter 1,5
- diviser par 7
- prendre le reste R de cette division

R = 0 pour dimanche, R = 1 pour lundi…

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.

[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/12/Origine_JJ-PLCambefort.pdf

SUR LES CHEMINS DE COMPOSTELLE…

François Bocqueraz

Les chemins de Compostelle attirent les marcheurs, qu'ils soient pèlerins, simples randonneurs ou… amateurs de cadrans solaires puisque l'on en dénombre près de 600 ! L'auteur, qui connaît très bien ces chemins, nous invite à les découvrir.



Les chemins de Saint-Jacques

Il ne fut pas toujours aisé aux hommes de se déplacer vers le tombeau de l'apôtre sur les très longs chemins. Au cours des premiers siècles du Moyen-âge, beaucoup ne savaient ni lire ni écrire, point de balisage, sinon quelques bornes romaines placées sur les anciennes voies militaires. Demander sa direction présentait des difficultés avec la barrière des langues et autres patois régionaux. Certes, il suffisait de marcher vers le sud-ouest pour rejoindre la Galice, la plupart arrivant du Nord ou de l'Est de l'Europe. La marche du Soleil aide à se diriger, et la nuit l'étoile polaire devient un excellent repère. Les cartes pouvaient également aider les voyageurs, mais leur précision laissait à désirer avant la publication en 1756 de la première cartographie établie sous la direction de Cassini II (1677-1756) et de son fils Cassini III (1714-1784).

> *Les deux astronomes s'appuient sur la triangulation générale commencée par l'abbé Picard (1620-1682), et au moyen de relevés effectués sur le terrain, pour organiser la présentation du royaume.*

Un cheminement dans l'espace qui est jalonné de chapelles, d'églises et de cathédrales, de châteaux et de forêts, de demeures et d'oratoires, qui livreront d'autres messages laissés par les compagnons, les astronomes, les astrologues et les alchimistes. Les bâtisseurs des cathédrales mettent en scène le spirituel et les sciences, le profane et le religieux. L'art décrit les espoirs, les peurs et les sentiments des hommes, où corps, âmes et esprits se mêlent !

Sur les divers chemins de Compostelle (*Campus Stellae,* Le champ de l'étoile), vous pourrez découvrir les 48 horloges astronomiques et les 569 cadrans solaires qui sont présents sur le trajet du pèlerinage. Chacun peut choisir de faire un bout du chemin ou de se lancer sur une des voies qui l'amènera là où le Soleil plonge dans l'océan Atlantique.

Un « parcours qui est un retour vers l'essentiel » où le vagabondage dans la nature sacrée, en traversant vignes et villages permettra de se recueillir dans les sanctuaires protecteurs de reliques. En sollicitant nos connaissances, essayons de soulever le voile des mystères, marchons pour recevoir la plus belle lumière de l'infini et rentrer dans le cercle des initiés au milieu du *Compostella*.

Tout d'abord, il faudra rejoindre par les diverses routes qui conduisent vers les quatre villes françaises qui sont des lieux de « rassemblements », départs des « Via » menant à Saint-Jacques-de-Compostelle. Au Moyen-Âge, les grands et infinis « Chemins de l'Europe » partaient du Nord, de l'Est et du Sud pour rejoindre *Santiago* pour un incroyable voyage de plusieurs semaines, voire plusieurs mois pour certains… après des milliers de kilomètres à pied.



Illustrations de Compost et kalendrier des bergiers
Guy Marchant - 1491

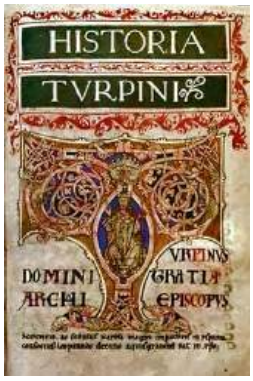


Sur les chemins de Saint-Jacques (et sur leurs cadrans solaires) la coquille Saint-Jacques est souvent choisie comme motif de décoration

Les nordiques préféraient, au départ de Gdansk, naviguer sur la mer Baltique, à moins de marcher en passant par Berlin, le Luxembourg et prendre la via de Vézelay. Arthus au Danemark amenait via Hambourg, Brême, Aix-la-Chapelle, Liège, à Paris puis à Tours. De Haarlem (Amsterdam) au Pays-Bas, ou de Bruges en Belgique via Bruxelles et Paris, ou encore du Mont Saint-Michel pour les Anglais, via Poitiers, Bordeaux, Bayonne. Certains voyageaient depuis Budapest en Hongrie, et traversaient Vienne en Autriche. Munich en Allemagne ou Berne en Suisse étaient d'autres départs pour se rendre à Lyon, et suivre le Rhône ou se diriger vers Le Puy-en-Velay. Cracovie en Pologne via Prague, conduisait à Stuttgart, Cluny et enfin Vézelay. Les pèlerins italiens partaient de Brindisi, Naples ou Rome, pour traverser la France via la ville d'Arles... D'autres venaient d'Athènes en Grèce, ou de Sofia en Bulgarie. Tous, animés de la même foi, cheminaient. Puis il faudra marcher sur ces quatre « Via » principales ou parcourir quelques chaussées secondaires.

Les pèlerins partis du Nord, de l'Est ou du Sud de l'Europe, entrent en Espagne soit au col du Somport pour rejoindre le Chemin aragonais (*Camino Aragones)* jusqu'à Puente-la-Reina, soit arrivent à Oloron-Sainte-Marie et passent par Saint-Jean-Pied-de-Port et le col de Roncevaux pour tous se rejoindre et trouver le Chemin des Français (*Camino francés*). Il y a ceux qui choisissent le chemin côtier par Bayonne et Irun pour emprunter le Chemin du nord (*Camino del Norte*) en longeant la côte Atlantique vers Gijón et poursuivre par le bord de mer, ou emprunter le Chemin primitif menant par l'intérieur des terres jusqu'à Burgos. « Le champ de l'étoile » offrira toutes ses lumières et ouvrira la beauté intérieure des voyageurs ayant la foi.

Ainsi, il sera plus aisé pour comprendre cet engouement des chrétiens de toute l'Europe, désireux de rejoindre la Galice pour venir prier sur la tombe de l'apôtre. Le livre du pèlerin de Saint-Jacques-de-Compostelle est l'œuvre écrite en latin au XII[e] siècle, par le moine Aymeri Picaud de Pathenay le vieux – Poitou, où il existait un hôtel-Dieu Sainte-Madeleine géré par les clercs de Saint-Augustin. Il exerça son sacerdoce de curé à Asquins au pied de Vézelay. Ses textes font l'objet du Livre V du Codex Calixtinus ou *Liber Sancti Jacobi (photo ci-contre).*





Cadran solaire au Tréport



Cadran solaire à Dieppe



Cadran solaire à Cornillé



Cadran solaire au cloître de Saint-Jacques de Compostelle

Après une scolarité chez les jésuites, François Bocqueraz (firstsavoie@gmail.com), licencié en droit, a exercé avec passion son métier de comptable. Son engouement pour la photographie et l'histoire de la France l'a poussé vers l'architecture des églises, abbayes et cathédrales européennes où la gnomonique est souvent présente. Ainsi il « a pu un peu mieux percevoir le message des bâtisseurs et des alchimistes ». Voulant faire partager son enthousiasme et ses rencontres, il a développé le site www.cadranssolaires.com où sont présentés notamment les 4 tomes de son livre numérique où le fil conducteur reste toujours les cadrans solaires (un autre tome, consacré aux abbayes de France, est en préparation) :

- Tome I – Cadrans solaires de Paris – Itinéraire d'un curieux
- Tome II – Cadrans solaires et méridiennes disparus de Paris
- Tome III – Cadrans solaires, sur les chemins de Compostelle
- Tome IV – Cadrans solaires, sur les chemins du Saint-Suaire

LA JOIE DE TRANSMETTRE SON SAVOIR

Jean-Claude Reita

Jean-Claude Reita, assisté de son épouse, tous deux animés d'une vraie « joie de transmettre leur savoir », réalisent un grand nombre d'interventions en milieu scolaire (ou associatif) sur le thème des cadrans solaires. Ils partagent ici leur expérience et le bonheur qu'ils en retirent. Un exemple à suivre…



Jean-Claude Reita et son épouse lors de l'une de leurs interventions

Nos interventions sont conçues logiquement en deux parties. La première porte sur la relation de la Terre au Soleil et le concept de cadran solaire ; la seconde vise la réalisation par les enfants d'un cadran solaire.

LA PARTIE INTRODUCTIVE

Il est souhaitable de convenir si possible avec l'enseignant (ou le responsable associatif) que cette partie ait lieu avant la récréation et la partie expérimentale après : il faut que l'intervention reste une détente, un plaisir, un moment tranquille et serein pour les enfants grands ou petits et… pour les intervenants.

Nous débutons toujours par une projection de photos de cadrans solaires et par la présentation de notre collection de cadrans (photo ci-dessous).



Puis nous abordons le mouvement de rotation de la Terre et son obliquité, sa révolution autour du Soleil, le mouvement apparent du Soleil dans le ciel.

Des chiffres surprenants aident à « accrocher » l'auditoire (la révolution de la Terre autour du Soleil en 365,25 jours se traduit par exemple par « la Terre parcourt 940 millions de kilomètres entre deux anniversaires ! »), et l'ensemble de la présentation est bien entendu adapté à l'âge des enfants.

Un globe terrestre équipé de gnomons ou de cadrans horizontaux (photos ci-dessous) et une lampe torche permettent d'expliquer que le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest, de matérialiser les directions est-ouest et nord-sud (voire de parler de méridiens, de longitude et de latitude si le niveau des enfants le permet), de constater l'évolution de l'ombre du gnomon au cours de la journée, de mesurer comment la durée des jours varie au fil des saisons, de rappeler comment l'on est passé de l'heure solaire au temps universel, de montrer comment utiliser correctement une boussole, etc.

Pour mettre une note d'humour on peut demander l'heure qu'il est au pôle Nord : la réponse plait aux enfants : pas d'heure imposée aux pôles. « Ça alors ! ».

Cette partie « théorique » des cadrans solaires peut réellement passionner les enfants !



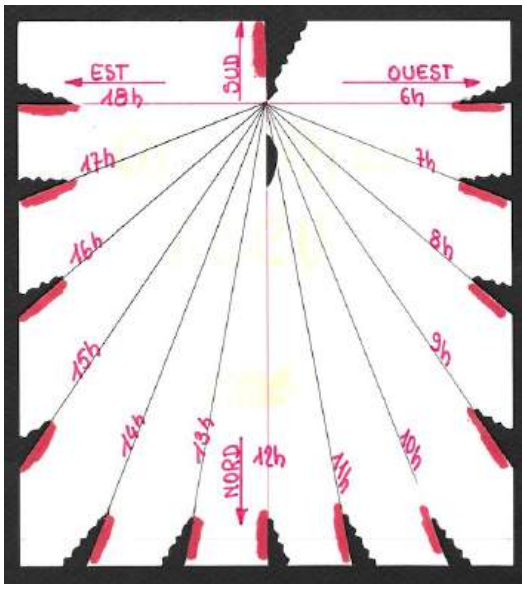
La partie expérimentale

Si les enfants peuvent être passionnés par la première partie de l'intervention, ils adorent bien entendu la seconde partie car ils vont réaliser (et quitter la classe avec) un cadran solaire.

Nous faisons le plus souvent réaliser par les enfants un cadran horizontal, sur des plaques de carton de 150 x 165 mm et de 3 mm d'épaisseur, que nous avons préalablement découpées dans une feuille de 800 x 1200 mm. On obtient donc 35 plaques, la quantité requise pour une classe…

La détermination de la position des lignes horaires est faite avant l'intervention pour la latitude du lieu d'utilisation, sous forme d'entailles sur le bord extérieur du cadran, au ciseau déchiqueteur.

Les enfants doivent tracer les lignes horaires (se repérant grâce aux entailles), puis confectionner le style dont l'ombre donnera l'heure solaire (il sera collé par les intervenants, sous l'œil attentif de l'enfant).



C'est le moment pour les intervenants d'être attentifs, vigilants, compréhensifs, bienveillants car on affronte tous les genres : les génies, il faut admirer leur travail, les féliciter ; les timides, les aider, les débloquer, les soutenir…

On passe enfin à la décoration des cadrans, un dessin aux feutres ou aux crayons de couleur en fonction de l'inspiration de chaque enfant. C'est, pour les intervenants, le moment le plus beau, le plus passionnant : voir de jolis dessins timides et de véritables chefs d'œuvres, voir des enfants heureux, épanouis, fiers de leur cadran.

Puis vient l'heure de vérité… en espérant la présence du Soleil.

On sort dans la cour, on pose les cadrans sur le sol (le plus horizontal possible) et on prend les boussoles, notamment celles (photo ci-dessous) que j'ai confectionnées avec des bouchons et du fil de fer frotté sur un aimant (elles sont posées sur l'eau d'une assiette plastique).



On indique le nord, on oriente les cadrans et vient le moment de la lecture. Il faut de nouveau préciser que l'heure indiquée est celle du Soleil et non de la montre. Pour passer à l'heure de la montre on prend, pour le jour d'intervention, une correction approximative, qui tient compte du décalage en longitude et de l'équation du temps du jour (et de l'heure d'été le cas échéant). On tombe, de cette façon, pratiquement à la bonne heure de la montre. Et là il faut voir le regard de tout ce petit monde.

En fin d'intervention, pour chaque élève, on place dans un sac plastique de congélation de 20 l le petit chef d'œuvre, la boussole en liège et un mode d'emploi que nous avons préparé.

Et viennent les moments de bonheur pour les intervenants : une jeune fille vient faire la bise à mon épouse et lui dit que son cadran sera le cadeau de la « fête des Papas » (qui avait lieu la semaine suivante), une autre lui explique que ce cadran ornera son bureau, vingt enfants déploient une banderole « Merci Jean-Claude » à l'issue de l'intervention, etc.

Un dernier conseil : soyez bien préparés à ces questions d'enfants qui sont quelquefois plus difficiles que celles posées par des adultes… Par exemple, cette jeune fille de CM2 qui demande « Monsieur, pourquoi la Terre ne tombe-t-elle pas ? ». Il faut avoir une réponse rapide et claire…

Bien des choses à expliquer qui passionnent les enfants loin des téléphones et des écrans d'ordinateurs… ainsi que les parents !

Jean-Claude et Éliane Reita (eliane.jc.reita@orange.fr) ont des passions communes depuis leur rencontre à la fin des années 50, avec pour moteur la soif de connaissances et le partage. Ils ont notamment animé un club photo d'entreprise puis découvert l'astronomie et les cadrans solaires…

LE CADRAN FANTONI

Henri Gagnaire

Henri Gagnaire nous avait déjà, dans le n°5 du magazine[1], proposé un intéressant cadran polaire équipé d'un cylindre porte-ombre. Il nous invite aujourd'hui à découvrir un cadran de hauteur un peu particulier, assez facile à concevoir et à réaliser…

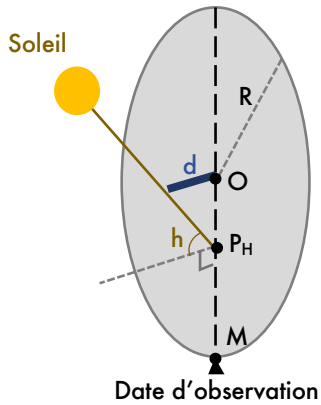
Les cadrans solaires de hauteur[2] forment une grande famille dont le plus connu est le « cadran de berger ». Ils présentent l'avantage de ne pas nécessiter de connaître la direction nord-sud (pas de boussole pour les systèmes portables) mais l'inconvénient d'être tracés pour une latitude donnée (et de n'avoir qu'une précision relative autour de midi).

Le cadran que je vous propose de découvrir est présenté dans un livre de l'amiral Girolamo Fantoni (1920-2006)[3], gnomoniste italien. Peut être a-t-il été inventé par Fantoni lui-même ?

On considère un gnomon horizontal de longueur d, placé au centre d'un disque vertical de centre O et de rayon R, ce disque pouvant tourner autour de son axe horizontal, l'ensemble étant placé sur un support.

À chaque point M de la périphérie du disque peut en principe correspondre un jour de l'année (365 jours pour 360°), donc une déclinaison δ du Soleil. Dans la pratique, on pourra se contenter d'intervalles de quelques jours et ne tracer que 36 ou 72 rayons vecteurs régulièrement espacés angulairement. On choisit ainsi une « échelle des dates ».

Positionnons maintenant verticalement le rayon vecteur OM correspondant à la date d'observation et orientons le disque vers le Soleil (l'ombre du gnomon est alors verticale). Notons que ces deux opérations sont analogues à celles qu'il faut effectuer pour lire l'heure avec un cadran de berger[4].



Sur chaque rayon vecteur OM, on place les différents points P_H correspondant à toutes les heures H où le Soleil est levé, se référant à la formule $OP_H = d \cdot \tan h$ que l'on peut retrouver aisément sur le schéma précédent, sachant qu'en outre :

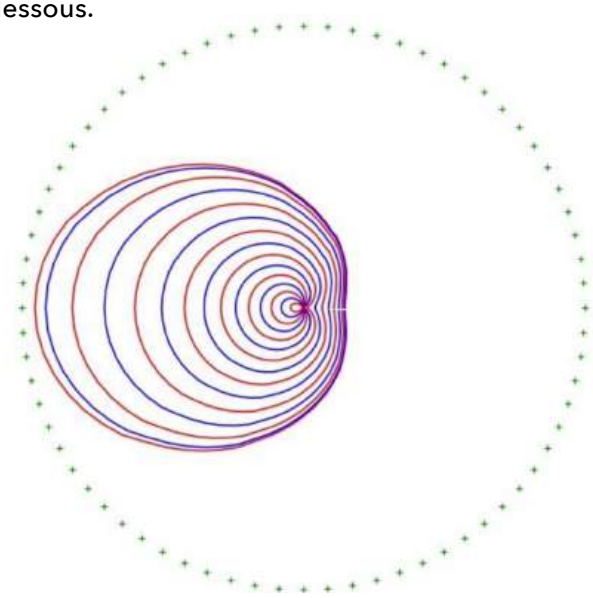
$$\sin h = \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H + \sin \varphi \cdot \sin \delta$$

avec φ la latitude, δ la déclinaison du Soleil au jour de l'observation et H l'angle horaire du Soleil (égal à -15° à 11 h heure solaire, 0° à 12 h, +15 ° à 13 h, +30° à 14 h, etc.)

La longueur du gnomon doit être assez courte pour pouvoir mesurer des hauteurs de Soleil assez faibles car la hauteur maximale h_{max} repérable sur le disque est donnée par

$$d \cdot \tan h_{max} = R$$

On complète le tracé en reliant entre eux tous les ponts P_H qui correspondent à la même heure solaire et on obtient alors le diagramme ci-dessous.



Concernant ce diagramme, plusieurs remarques s'imposent :

- Le tracé n'occupe qu'une faible partie de la surface du disque. Il est symétrique par rapport à l'axe solstice d'hiver - solstice d'été car il existe deux jours dans l'année correspondant à la même déclinaison du Soleil.

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-gagnaire.pdf
[2] https://astro-alps.blogspot.com/2014/11/cadrans-de-hauteur-style.html
[3] Girolamo Fantoni - « Orologi Solari – Trattato completo di gnomonica » - Technimedia -1988
[4] Roger Torrenti – MOOC cadrans solaires - http://www.cadrans-solaires.info/sequence4/co/1-11-cadran-de-berger.html

- Il n'est pas besoin d'annoter le tracé pour comprendre qu'entre l'équinoxe d'automne et l'équinoxe de printemps (automne - hiver), les courbes des heures sont très resserrées car le Soleil s'élève très peu au-dessus de l'horizon.

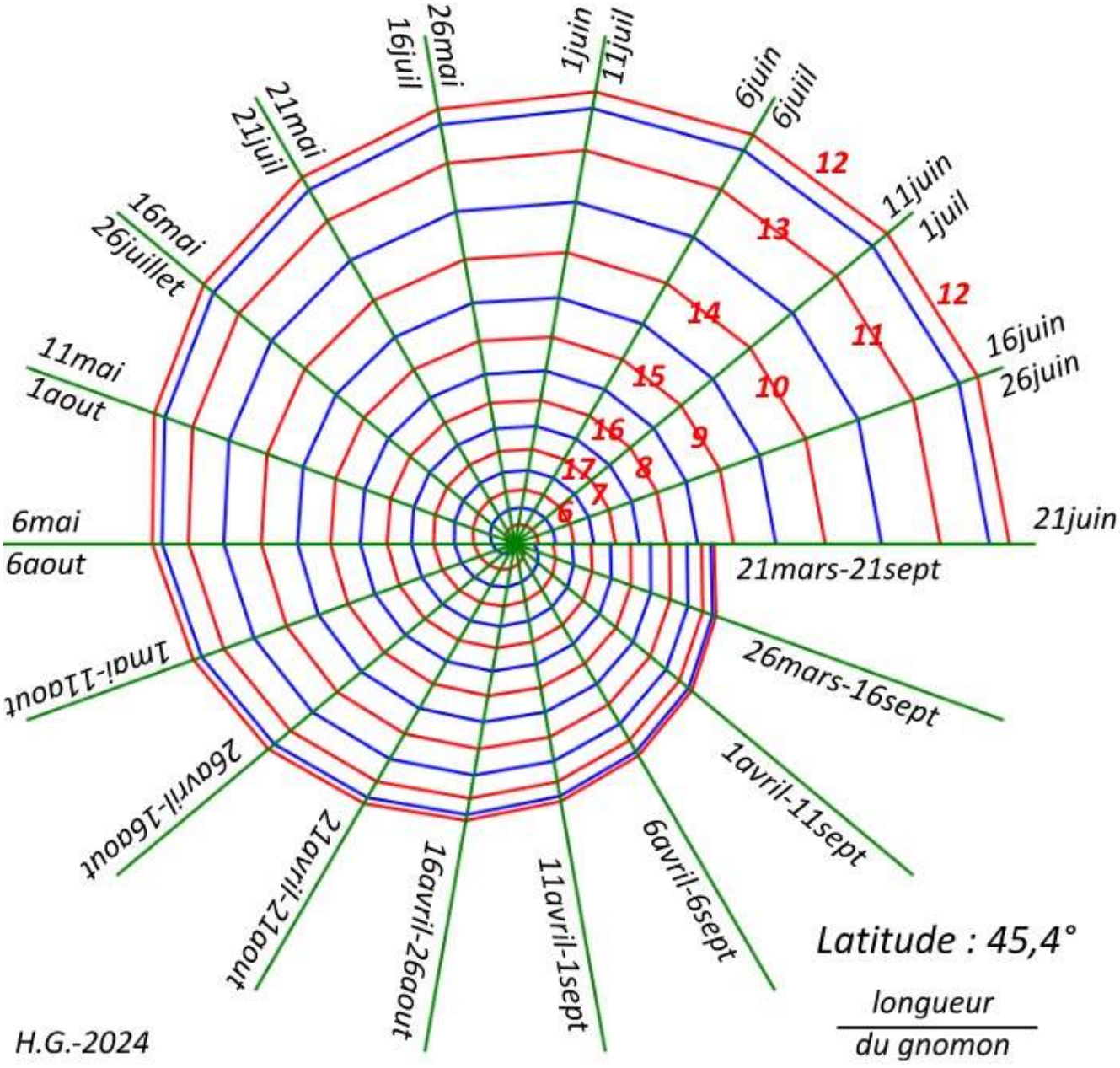
Pour améliorer la lecture des heures sur le diagramme, on peut replier l'échelle des dates afin qu'un rayon vecteur corresponde aux deux dates de même déclinaison du Soleil.

On peut aussi se contenter de tracer le diagramme pour les jours entre l'équinoxe de printemps et l'équinoxe d'automne (printemps - été). On obtient alors le diagramme suivant, plus lisible où un secteur angulaire correspond à 5 jours.

Cependant, comme pour tout cadran de hauteur, les lignes horaires autour de midi restent très resserrées.

Pourquoi ne pas appeler ce cadran de hauteur « cadran escargot »... le temps passerait peut-être moins vite ?

Professeur de physique à l'université de Saint-Etienne, Henri Gagnaire henrigagnaire@gmail.com n'a découvert et ne s'est passionné pour la gnomonique qu'après sa retraite. Il contribue aujourd'hui activement aux activités de l'association Cherche Midi 42 https://sites.google.com/view/cherche-midi-42, dédiée notamment à la sauvegarde des cadrans solaires du département de la Loire (France) et à la diffusion des connaissances dans le domaine.



UNE HISTOIRE DU TEMPS ET DES HORLOGES

Marie-Christine de La Souchère

« Une histoire du temps et des horloges » est le titre de l'ouvrage de Marie-Christine de La Souchère, paru chez Ellipses début novembre 2024 (réédition), et disponible notamment en ligne (FNAC, Amazon, etc.). L'auteure nous présente son ouvrage plus en détail.



Retracer l'aventure du temps scientifique à travers l'évolution de ses instruments de mesure, tel est l'objet de ce livre.

Imaginons un instant que nous soyons privés de montres et de calendriers. Que ferions-nous ? Quels seraient nos repères ? À l'image de nos lointains ancêtres, nous commencerions probablement par observer la course du Soleil, de la Lune et des étoiles. Sans doute nous intéresserions-nous à la longueur des ombres, ou nous mettrions-nous à décompter le temps en observant l'écoulement d'un fluide, les oscillations d'un solide… De toute évidence, nous n'hésiterions pas à déployer des trésors d'ingéniosité pour « réapprivoiser » le temps.

Le début de l'ouvrage, qui décortique le cheminement de l'esprit humain, présente les premiers étalons de temps. Il nous explique de quelles manières le jour, le mois et l'année ont été définis, à partir de l'observation de la voûte céleste. Il met l'accent sur les difficultés inhérentes à l'élaboration des différents calendriers. D'inspiration religieuse ou laïque, ils ont chacun leurs particularités mais témoignent du même souci de rester en harmonie avec les mouvements célestes.

Les instruments mis au point pour quantifier les durées sont ensuite passés en revue. Un chapitre complet, abondamment illustré, intitulé « Des ombres et des heures », est consacré à la gnomonique. Horizontaux ou verticaux, déclinants vers l'est ou vers l'ouest, orientés au sud mais parfois aussi au nord, des cadrans de plus en plus élaborés voient le jour tandis que les heures équinoxiales détrônent les heures temporaires.

Avec l'avènement des horloges mécaniques, qui succèdent aux clepsydres, sabliers et chandelles horaires, et grâce à cette invention de choc qu'est l'échappement, le tic-tac des pendules devient a voix du temps. Les progrès réalisés engendrent toutefois de nouvelles interrogations : pourquoi l'heure des cadrans solaires diffère-t-elle de celle des horloges ? La nécessité de standardiser l'heure va conduire à la définition d'un temps universel, issu d'un jour solaire corrigé de ses irrégularités.

Nous pénétrons ensuite dans le domaine des montres à quartz, puis dans celui des horloges atomiques, dont l'élaboration a été rendue possible grâce à l'émergence de la mécanique quantique. Que ce soient les fontaines au césium, les masers à hydrogène ou les récentes horloges optiques, leur fonctionnement fait intervenir les propriétés intrinsèques de la matière. Il en résulte une fiabilité et une exactitude accrues.

Revers de la médaille : les horloges atomiques vont confirmer et préciser les irrégularités de la rotation terrestre. Peut-on tolérer un temps atomique qui conduirait à des journées de durée variable ? Le temps universel, fondé sur la rotation terrestre, et le temps atomique s'affrontent. De ce « duel » entre astronomes et physiciens naîtra le temps universel coordonné, avec ses secondes intercalaires, de plus en plus contestées.

Définir un temps universel ne suffit pas. Encore faut-il le rendre accessible à tous. D'abord acheminés grâce à l'électricité, les signaux horaires sont à présent codés et transmis par voie hertzienne aux particuliers et aux organismes publics. Les horloges des systèmes informatiques sont synchronisées via Internet grâce à un réseau arborescent dont les éléments de base récupèrent l'heure de sources de référence.

Le dernier chapitre introduit les théories de la relativité, qui substituent la notion de temps relatif au concept de temps absolu. Les conséquences en sont lourdes, non seulement dans les domaines de l'astrophysique et de la physique des particules, mais également dans celui de la vie courante : les systèmes de localisation par satellite, GPS ou Galileo par exemple, ne sauraient fonctionner correctement en l'absence de correction relativiste !

Et que serait la science-fiction sans les paradoxes associés ?

Ce livre, ponctué d'anecdotes, dont la nouvelle édition a été enrichie et actualisée, s'adresse à tous ceux qui ont l'esprit curieux, désirent parfaire leur culture générale ou tout simplement se remettre en mémoire tel ou tel aspect d'un sujet particulièrement riche.

Les quelques rudiments de physique et d'astronomie nécessaires à sa compréhension ont été soigneusement réintroduits. Les développements un peu plus ardus sont signalés par des « encadrés », ce qui permet une lecture « à deux vitesses ».

Dans les dernières pages ont été rassemblées quelques annexes dont un rappel des sigles et acronymes employés dans l'ouvrage ainsi qu'une mise au point sur les levers et couchers héliaques d'étoiles non circumpolaires. Un glossaire et une médiagraphie (pistes de lecture, vidéos, sites Internet), viennent compléter l'ensemble.

QUELQUES QUESTIONS INSOLITES DONT LES RÉPONSES SONT DONNÉES DANS L'OUVRAGE

Quel est le pays qui compte le plus de fuseaux horaires ?

Quelle heure est-il aux pôles ?

Peut-on trouver midi à quatorze heures ?

D'où vient le sens de rotation des aiguilles d'une montre ?

Qu'est-ce que le calendrier milésien ?

Un mois de février à 30 jours, où et quand ?

D'où vient le mot canicule ?

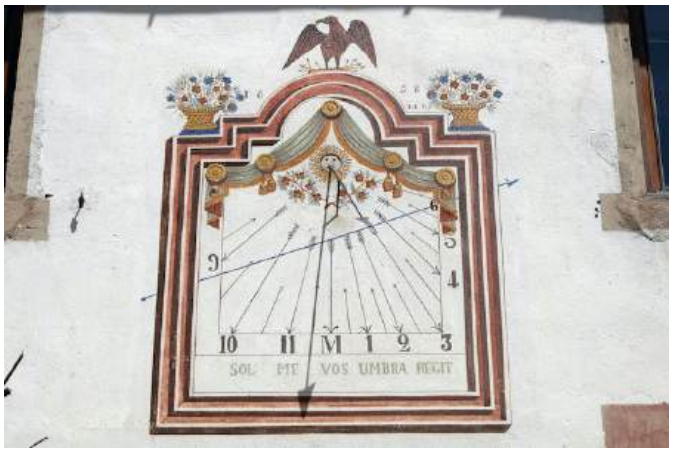
Pourquoi Newton a-t-il deux dates de naissance ?

Pourquoi redéfinir la seconde ?

Les jumeaux de Star Wars ont-ils le même âge ?

L'Univers a-t-il connu un instant zéro ?

Marie-Christine de La Souchère mcsouchere@hotmail.com
ancienne élève de l'École normale supérieure de Fontenay-Saint-Cloud, professeure agrégée de physique, est aujourd'hui à la retraite. Elle a publié sept autres ouvrages : *Histoire de l'astronomie - Les sciences et l'art - L'eau en 150 questions – Histoire de l'électricité - Les sons en 150 questions - 20 objets qui ont transformé notre vie - La radioactivité : découverte, mécanismes, applications, problématiques.*





Quelques photos extraites de l'ouvrage







MAQUETTE « LIMITE JOUR/NUIT »

David Alberto

L'auteur nous a déjà proposé dans ce magazine différents cadrans solaires à imprimer puis monter soi-même. Ici il nous invite à réaliser une maquette représentant la limite jour/nuit sur notre planète. Pour imprimer les éléments de cette maquette : https://www.astrolabe-science.fr/maquette-limite-jour-nuit/

LE TERMINATEUR

On trouve sur Internet[1] des animations montrant un planisphère sur lequel passe une zone d'ombre, pour montrer les zones éclairées par le Soleil et les zones plongées dans la nuit.



Fig. 1 : Une représentation de la limite jour/nuit sur Terre.

En astronomie, la limite d'ombre sur un astre éclairé par le Soleil s'appelle le terminateur. Presque tous les jours, nous pouvons contempler le superbe terminateur lunaire. Quant au terminateur terrestre, il faut prendre de la hauteur pour l'observer (Fig. 2).



Fig. 2 : Terminateurs sur la Lune et sur Terre.

Sur un astre sphérique, le terminateur a la forme d'un cercle. Mais une fois tracé sur une carte, il est nécessairement déformé par la projection de la sphère sur le plan, ce qui donne la courbe sinueuse visible sur la Fig. 1.

Dans une carte animée, les zones de lumière et d'ombre se déplacent de droite à gauche, puisque le Soleil se déplace d'est en ouest en l'espace d'une journée. Le point de la carte situé au centre de la zone éclairée se trouve exactement sous le Soleil, et ses habitants le voient au-dessus d'eux, au zénith.

ÉLÉMENTS DE LA MAQUETTE

La maquette proposée ici consiste à imprimer un planisphère sur papier, et à lui superposer une feuille transparente comportant la zone d'ombre délimitée par le terminateur. En faisant glisser le transparent de droite à gauche, on recrée l'alternance jour/nuit.

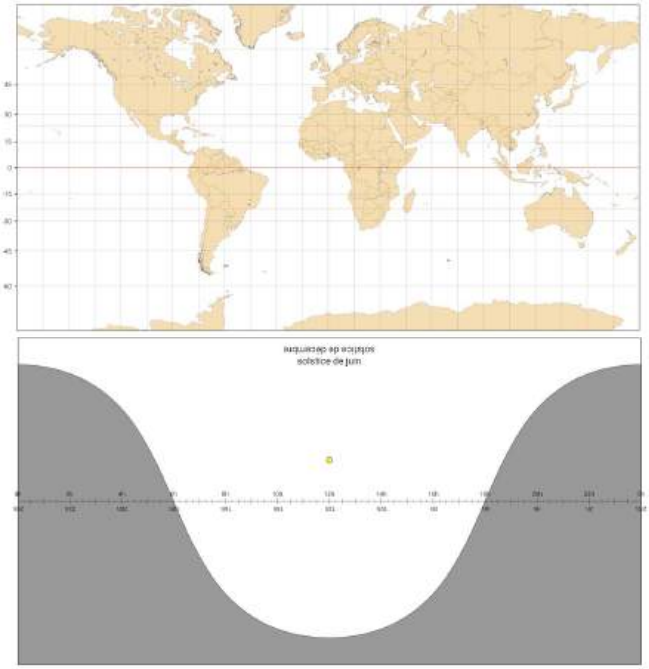


Fig. 3 : Le planisphère et un calque à superposer. Le planisphère est gradué en latitude du nord au sud. Les tropiques sont en pointillés. Sur le calque, le point jaune au milieu de la zone blanche repère le point à l'aplomb du Soleil. Sur l'équateur, le calque est gradué en heure solaire, midi correspondant au méridien où se trouve le Soleil.

Le calque de la Fig. 3 est légendé « solstice de juin » car la position du Soleil varie au cours de l'année. Sa distance angulaire au plan de l'équateur est la déclinaison, valeur que l'on peut lire en superposant le calque sur le planisphère : la latitude survolée par le point solaire est aussi la déclinaison.

Pour bien faire, il faudrait donc un calque différent chaque jour ! Mais il suffit de retourner le calque de la Fig. 3 pour obtenir la situation du solstice de décembre, où le Soleil se trouve au sud de l'équateur éloigné du même angle.

[1] Par exemple ici https://apps.microsoft.com/detail/9wzdncrdc2pt?hl=fr-fr&gl=CF

Aux équinoxes, le Soleil se trouve dans le plan de l'équateur (Fig. 4). Cette configuration se produit deux fois dans l'année. Nous voici donc avec 2 calques et 4 dates.

Pour compléter la maquette, j'ai réalisé un dernier calque pour une situation intermédiaire, où la déclinaison du Soleil est de 16°20'. Ce calque sert pour 4 dates (Fig. 4).

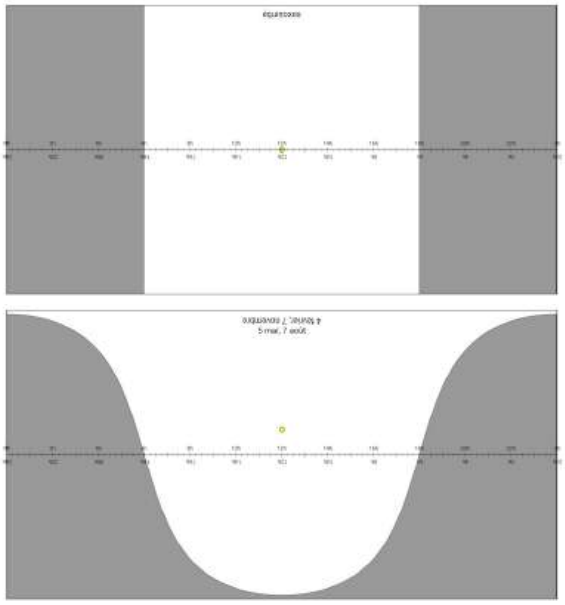


Fig. 4 : Calques des 2 équinoxes (haut) et des 4 dates intermédiaires (bas). Pour ce dernier, suivez le sens de lecture des dates pour le positionner correctement sur la carte.

Pour la maquette complète, il vous faut donc :

- une feuille de papier pour imprimer la carte,
- 3 feuilles de transparents pour les calques,
- éventuellement une pochette transparente dans laquelle placer la carte, pour faire coulisser les calques facilement.

Lecture des heures

Pour connaître la situation d'éclairement de la Terre lorsqu'il est 17 h (solaire) à Londres, on amène le méridien « 17 h » du calque jusqu'au méridien de Londres (Fig. 5).

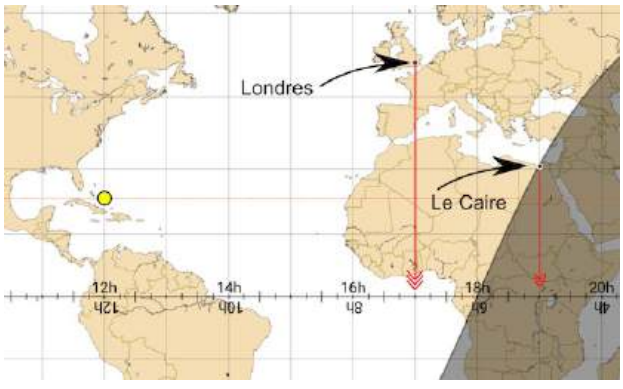


Fig. 5 : Lecture des heures. Il est 17 h à Londres, midi à New York et au Pérou, 18 h en Sicile, 19 h au Caire.

Heure de lever et de coucher du Soleil

La partie du terminateur située à l'arrière du point jaune (heures après midi) indique les lieux où le Soleil est en train de se coucher. Pour connaître l'heure de coucher en un lieu donné, on glisse le calque (de la date choisie) jusqu'à ce que la courbe passe par le lieu voulu. En suivant une ligne verticale depuis ce lieu jusqu'à l'équateur, on lit l'heure de coucher. Par exemple sur la Fig. 5, la courbe passe par le Caire (Égypte), où le Soleil se couche à 19 h. L'équateur des calques est gradué tous les quarts d'heures.

Terminateur balayant un pays

Observez de quelle manière le jour se lève sur la France, avec cette maquette : avec un calque de printemps ou d'été, les régions au sud du pays seront éclairées après les régions du nord, et la nuit les atteindra plus tôt. Cela est dû à la position du Soleil dans l'hémisphère Nord, à cette époque de l'année, ce qui se traduit par la forme de la zone éclairée, évasée vers le haut. La situation serait évidemment inversée en automne ou en hiver.

Le long d'un parallèle de latitude donnée, la largeur de la zone de jour reflète la durée de la journée.

Pour obtenir la courbe, on se fonde sur la relation donnant l'arc semi-diurne H_0 :

$$\cos H_0 = - \tan d \, . \tan L$$

où d est la déclinaison solaire et L la latitude du lieu.

On fait varier l'abscisse H_0 de -180° à 180°, et on calcule l'ordonnée L par la formule :

$$\tan L = - \cos H_0 / \tan d$$

ou encore $L = \arctan (- \cos H_0 / \tan d)$

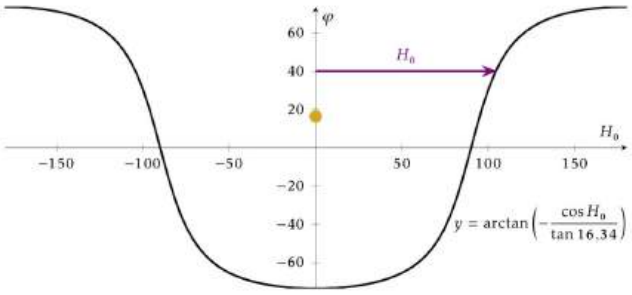


Fig. 6 : Principe du calcul de la courbe. Ici, la déclinaison du Soleil (point jaune) est de 16,34°.

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir https://www.astrolabe-science.fr/

LES ARAIGNÉES MAGNÉTIQUES, POÉSIE SCIENTIFIQUE

Yves Opizzo

Connaissez-vous les araignées, ces cadrans solaires indiquant l'heure à partir de l'azimut du Soleil ? Yves Opizzo, grand spécialiste de ce type de cadrans, nous conduit à leur découverte dans un article mêlant gnomonique et poétique…

Faut-il une majuscule à cet animal-là ? Éventuellement, parce que ce nom recouvre une catégorie bien intéressante de cadrans solaires, les Araignées. Même avec un a minuscule, qu'est-ce qu'un arachnide peut bien avoir à faire avec la gnomonique ? Réponse : beaucoup ! En effet, les araignées gnomoniques sont des cadrans d'azimut, dans lesquels (cas général) le style est vertical. Son ombre mesure donc l'azimut du Soleil et peut donner l'heure, où d'autres informations, avec une excellente précision, tout aussi bonne qu'avec un cadran d'angle horaire. Allons bon, voici encore des définitions astronomiques. Nous avons déjà vu dans ces colonnes que trois principes existent en gnomonique : il est possible de mesurer soit la hauteur, soit l'azimut, soit l'angle horaire du Soleil, ou de la Lune. La hauteur est l'angle compris entre l'horizon, l'observateur et l'astre mesuré sur un cercle vertical et peut être négative lorsque l'astre est couché. L'azimut est l'angle compris entre le sud (le nord pour les gens de mer), l'observateur et « le pied de l'astre sur l'horizon ». Ces deux coordonnées sont dites locales et changent sans cesse, au fil du temps et du lieu. Il est assez facile d'avoir une bonne idée de ces deux angles, en tendant les deux bras, vers l'astre et soit vers l'horizon sous l'astre, soit vers le sud. L'angle entre les bras donne une bonne indication. L'angle horaire est un rien différent et le mesurer avec les bras devient acrobatique, puisque le corps devrait être parallèle à l'axe terrestre, les deux bras perpendiculaires au corps, l'un en direction de l'astre et l'autre en direction du sud, sur l'équateur céleste. Vous pouvez essayer, toutefois sans garantie de non casse. Il est possible aussi, avec l'écliptique, soit le plan sur lequel la Terre tourne autour du Soleil, de mesurer d'autres choses, comme l'ascension droite ou le TS (Temps Sidéral), mais c'est fort délicat. N'essayez pas avec vos bras, puisque l'un devrait viser l'astre et l'autre le point vernal, qui se déplace sans cesse !

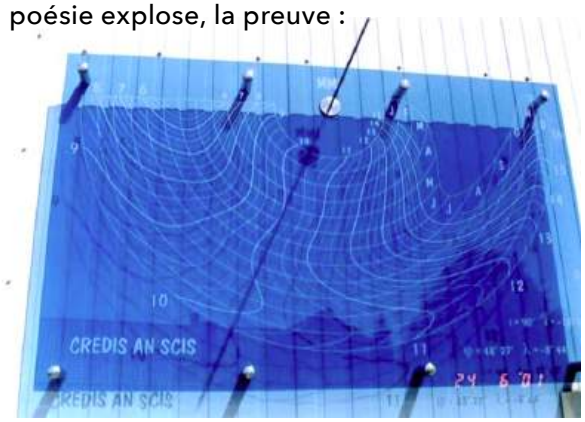
Les « Anciens », c'est-à-dire d'abord les Grecs avaient développé une araignée bien avant que le premier cadran dit analemmatique soit construit, plus de 1500 ans avant. C'est curieux, car le cadran analemmatique est beaucoup plus facile à réaliser. Les points horaires sont sur une ellipse, qui dépend de la latitude du lieu, et le style vertical (ce peut donc être un être humain) doit être placé sur la date du jour. Des cadraniers astucieux ont inversé l'idée et c'est l'ellipse qui devient mobile, dans un cadran de poche. Et ces cadrans ont tous besoin d'une boussole, c'est-à-dire d'un objet magnétisé. Nous y voilà ! Une araignée gnomonique magnétique doit avoir une boussole, pour être portable. Si elle est construite au sol, la direction du nord géographique est évidemment primordiale et calculée dès le début des travaux. Dans un cadran portable, c'est la boussole qui donnera le nord, où qui donnera l'heure. Comment cela est-il possible ? Il faudra inverser le dessin – complexe – de l'araignée banale, pour que l'aiguille aimantée indique le nord, certes, mais aussi le TSM, Temps Solaire Moyen. Si les Anciens se contentaient par évidence du TVL, ou plutôt des heures temporaires (presque rien d'autre n'existait à l'époque), il est possible aujourd'hui, avec toutefois de bons outils, type programmes informatiques et rayon laser, de calculer une araignée indiquant le TSM, voire le Temps Légal, celui de votre montre électronique.

Mais pourquoi le dessin d'une araignée est-il bien plus complexe que celui d'un cadran d'angle horaire ? Parce que le Soleil, pour une heure quelconque donnée n'a jamais deux jours de suite, sauf aux deux solstices, le même azimut. Les Anciens avaient nettement moins de travail (au minimum quatre, mais plutôt 40 fois moins) pour tracer leur cadran. Ils ne tenaient compte que d'une demi-année (déclinaison croissante ou décroissante, car le Soleil passe par le même azimut deux fois au cours de l'année pour la même heure TVL (Temps Vrai Local), mais pas deux jours de suite). L'autre partie de l'année est symétrique de la première. De plus ils notaient la position de l'ombre (ou peut-être la calculaient-ils) tous les 10 jours environ, et c'était bien suffisant. Enfin, l'azimut est symétrique entre avant et après midi, ce qui divise encore par deux les travaux délicats.

Mais en tenant compte de l'équation du temps pour obtenir le TSM, et éventuellement de la longitude pour obtenir le temps légal, ces symétries disparaissent totalement. Et pour avoir la meilleure précision possible, il faut calculer les

courbes point par point, jour par jour, 365 jours par an !

Bien, la science semble vraiment présente dans une araignée, magnétique ou non. Mais quid de la poésie ? Patience, attendez les dessins ! Vous constaterez que l'harmonie d'une araignée TSM cherche son pendant dans le monde de la gnomonique. Ces courbes au caractère ésotérique, cette forme animale surprenante et magnifique, ces pattes gigantesques et très nombreuses (jusqu'à 48 avec les demi-heures) ne laissent personne indifférent. Et il est possible de créer des araignées - non magnétiques – sur un mur ! Le décor obtenu est fascinant et la poésie explose, la preuve :



Araignée gnomonique en verre de sécurité bleu à Ahldorf, Allemagne (BW). Les lignes gravées dans le verre se projettent sur le mur, tout comme l'ombre du style horizontal. Tout cela se déplace avec le Soleil, au fil des heures et des jours. La « vraie » table du cadran est ainsi sans cesse différente !
Y. Opizzo, L / H = 200 / 123,5 ≈ 1,618 = Phi, le nombre d'or !

Bien, nous venons de voir que les araignées gnomoniques ont vraiment quelque chose à dire ! Mais nous ne sommes qu'au début de l'histoire. Les araignées magnétiques sont une espèce à part. Elles ont, comme déjà noté, une boussole, qui comme il se doit, va indiquer le nord. Comment alors lire l'heure ? Il faut en pensées prolonger l'aiguille aimantée jusqu'à la date du jour. En effet, comme l'azimut change tous les jours pour une heure donnée, il faut connaître la date pour pouvoir tirer la bonne information. Sur la photo se trouvent les mois (même initiale en allemand et en Français). Si le cliché fut pris en janvier, alors il était 10 h 20. S'il fut pris en octobre, il était 9 h 40. C'est une simple question d'habitude.

Comment lire l'heure avec une araignée magnétique ?

Il faut tourner l'objet à l'horizontale, au soleil, jusqu'à ce que les bords ne projettent plus d'ombre. Le Soleil est alors « trouvé », ou plutôt son azimut.



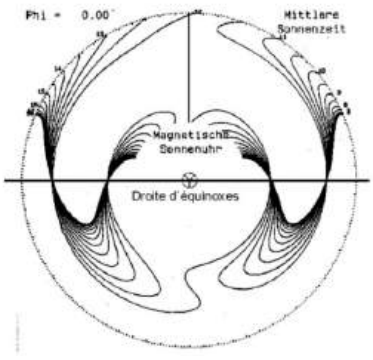
Araignée magnétique en chêne, laiton, plexiglas, réalisation Yves Opizzo

Et l'aiguille de la boussole, prolongée jusqu'à la date du jour, nous donne le TSM (MOZ en allemand). Le Soleil était là ce 18 septembre, et l'aiguille nous indique 13 h 35. Il faut ajouter 25 min pour la longitude de Haigerloch, et une heure d'été, ce qui nous donne 15 h 00. Il était en fait 14 h 55 !

Une différence de taille est absolument à noter : les heures défilent dans l'autre sens et c'est correct. C'est le boîtier qui suit le Soleil dans sa course journalière. Les heures sont donc rapportées sur la table du cadran (table amovible pour pouvoir changer de latitude) dans le sens de l'azimut, de l'est vers l'ouest. L'azimut est négatif le matin, nul à midi et positif l'après-midi. Les heures inscrites sur la table doivent impérativement suivre cette évolution, mais seulement sur les araignées magnétiques.

Et ce n'est toujours pas fini avec mes chères araignées ! Nous avons vu que l'azimut est l'angle compris entre le sud, l'observateur et l'astre, sur l'horizon. Et que se passe-t-il lorsque l'astre se trouve au zénith, donc exactement à la verticale du lieu ? Cela se produit sans cesse, en permanence sur un parallèle terrestre, où la latitude et la déclinaison solaire ont la même valeur. Ce n'est possible que dans les zones intertropicales. Et là, un cadran d'azimut banal devient inexploitable, parce que l'azimut du Soleil prend une valeur indéfinie, non mesurable.

Regardons ce dessin (latitude 0°, Équateur) :



Araignée magnétique calculée pour la latitude 0° (Équateur). Toutes les courbes se rejoignent aux équinoxes, lorsque la déclinaison solaire est nulle, rendant impossible la lecture de l'heure.

Toutes les courbes des heures et des demi-heures se rejoignent aux deux équinoxes. Il est alors l'heure que vous voulez, en quelque sorte, pour quelques jours.

Mais voici venir le plus fascinant de ces cadrans solaires très spéciaux. Nous avons déjà entrevu dans ces colonnes qu'il est possible de déplacer un cadran (en pensées) parallèlement à lui-même jusqu'à ce qu'il soit horizontal quelque part sur Terre. Essayez donc avec une carte de visite censée être un cadran solaire (comme mes cartes personnelles). Placez la carte à la verticale à Nice ou à Noyal-sur-Vilaine ou n'importe où, face au sud et déplacez-la sans changer son orientation vers le sud. Elle sera tout à coup horizontale. Le lieu ainsi trouvé est celui du CHE, Cadran Horizontal Équivalent. Si ce lieu se trouve dans les zones intertropicales, alors le même problème se passera et votre araignée ne fonctionnera pas toute l'année, lorsque son style pointera le Soleil.

Ce n'est pas simple, non, mais passionnant. En effet, poursuivons cette idée de déplacer le cadran parallèlement à lui-même. Il est facile de conclure que n'importe quel objet droit, comme le mât d'une antenne sur un toit quelconque par exemple, même non vertical, va mesurer l'azimut du Soleil à l'endroit où cet objet serait vertical. Il est donc possible de calculer une araignée pour n'importe quelle orientation et inclinaison, pourvu que le style ne pointe jamais le Soleil. C'est une énorme ouverture pour la gnomonique, puisque d'innombrables surfaces existent partout, qui pourraient accepter une telle œuvre d'art et de science. De plus, bien que ce soit accessoire, cela démontre que les cadrans canoniaux montrent correctement l'azimut du Soleil ou de la Lune du lieu où ces cadrans seraient horizontaux. Est-ce totalement futile ? Je vous laisse répondre.

Et terminons en beauté, avant d'examiner l'évolution des araignées avec la latitude. Supposons que nous allions passer quelques jours de vacances gelées à l'un des pôles, plutôt que sur la Côte d'Azur.

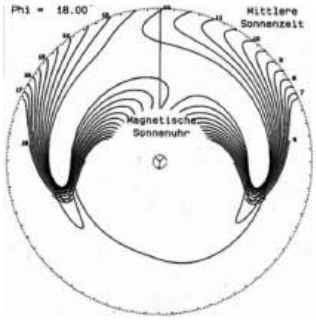
Nous plantons là un bâton dans la neige, bien vertical et examinons (le Soleil brille) l'ombre projetée. Elle mesure l'azimut du Soleil en ce lieu, au pôle. Mais le bâton est aussi parallèle à l'axe du monde, par évidence ! De facto : un cadran d'angle horaire est un cas particulier de cadran d'azimut, lorsque le style se trouve – pas vraiment par hasard – parallèle à l'axe du monde.

Alors, l'ombre de ce style mesure l'azimut du Soleil (ou de la Lune) au pôle (Nord ou Sud) !

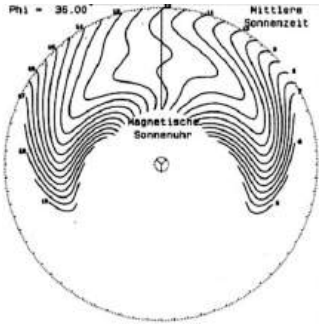
Cela vous surprend ? C'est que vous avez bien compris, mais êtes encore un peu fixé sur LE type « normal » de cadran, celui d'angle horaire.

Alors examinons maintenant les dessins ci-dessous.

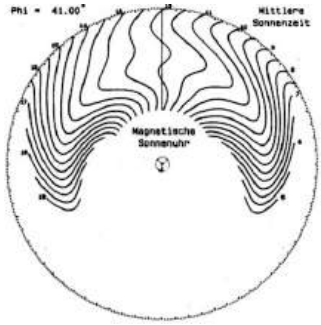
A la latitude 18°, le même phénomène se produit, lorsque le Soleil atteint, à la mi-mai et à la fin juillet la déclinaison de 18°, mais de façon déjà moins définitive.



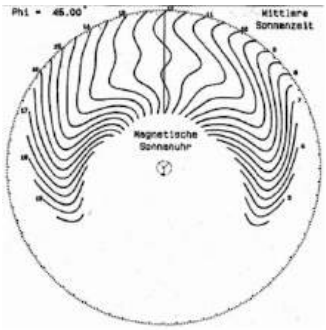
Latitude 18°



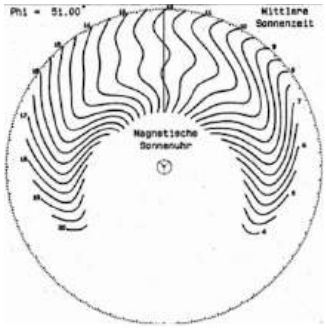
Latitude 36°



Latitude 41°

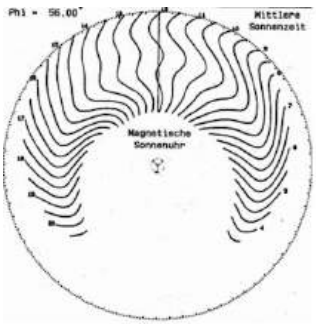


Latitude 46°

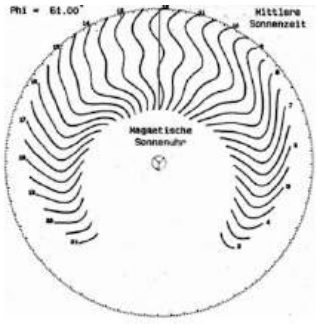


Latitude 51°

À partir de la latitude 23,5°, plus rien de ce type ne se passe, mais les pattes de notre araignée se multiplient gaillardement, puisque le Soleil reste de plus en plus longtemps au-dessus de l'horizon en été.



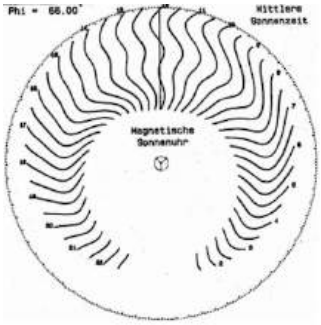
Latitude 56°



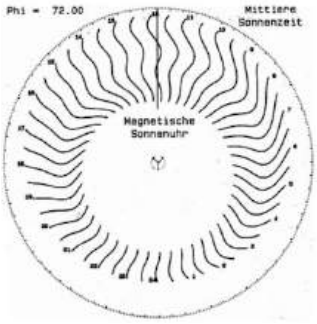
Latitude 61°

En regardant l'évolution du bien sympathique animal tous les 5° environ, il devient facile de voir l'allongement du jour clair avec la latitude, l'été.

Nous nous rapprochons clairement des zones polaires, où le Soleil de minuit va faire son apparition.

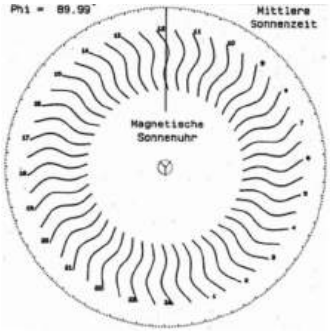


Latitude 66°



Latitude 72°

À 66° de latitude, donc presque sur le cercle polaire arctique, les pattes ne se rejoignent pas encore, mais dès les 66,5° fatidiques, il devient évident que le Soleil ne se couchera plus pendant quelques mois. Cette durée dépend de la latitude et peut atteindre six mois au pôle lui-même. Mais attention, la vraie nuit, hauteur du Soleil de -18° donc couché, dure environ dix semaines, pas davantage, à cause des crépuscules civique (-6°), nautique (-12°) et astronomique (-18°), sans parler de la Lune.



Latitude 90°
(89,99° pour éviter cos 90°.

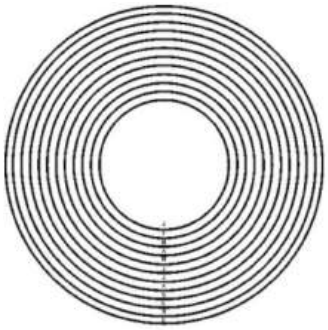
Et nous voyons ici la moitié de la courbe Eqt, équation du temps. Au pôle sud, nous aurions l'autre moitié, et les deux courbes ensemble nous donneraient la courbe en huit, dite de Fouchy.

La symétrie est évidente, puisque tous les méridiens se rejoignent aux deux pôles. En clair, il y est vraiment l'heure que vous décidez. Personnellement, je préfère la Baie des Anges pour mes vacances.

La science et la poésie font-elles bon ménage ?

OUI !

Bien évidemment, il faut des cercles de date (les mois) pour pouvoir utiliser ces araignées magnétiques, que voici ci-contre.



Ces cercles doivent être imprimés sur feuille transparente et placés sur les araignées, pour pouvoir trouver la date aisément.

Par ailleurs, une boussole à « boîte à liquide » ne convient pas vraiment, puisqu'elle finit toujours par servir… de niveau à bulle, comme vous pouvez le constater sur la deuxième photographie.

Dernier point pour ravir les amoureux de la difficulté artistique : il est possible de créer une araignée devant être placée dans le méridien, comme vu ici, mais sans boussole. J'ai appelé cet animal « Arachnord », comme vous pouvez le voir sur les photos ci-dessous.



Araignée gnomonique „banale" granite gravé au sable, style laiton, feuille d´or

Araignée gnomonique spéciale verre sécurit gravé au sable, deux styles acier inox

L'Arachnord a besoin de deux styles, le vertical traditionnel donnant l'azimut et un horizontal donnant le Nord géographique. Il faut faire tourner l'animal de façon que l'ombre du style droit tombe exactement sur la ligne 12 h 00. L'heure est donnée excellemment par le croisement du style horizontal et la date du jour.

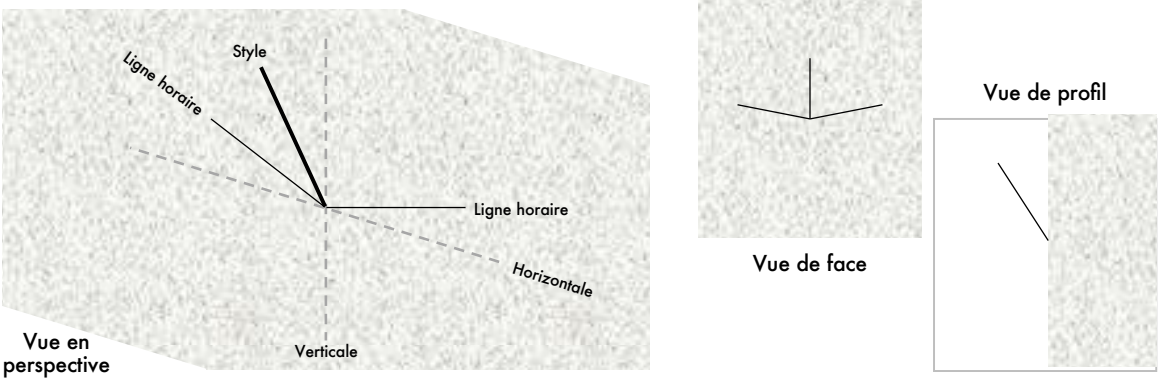
Yves Opizzo yves@opizzo.de a réalisé de très nombreux cadrans solaires en Europe et remporté à trois reprises un premier prix international pour ses réalisations. Il est l'auteur d'une quinzaine de livres sur la gnomonique et est membre du comité éditorial de ce magazine. Il est également professeur d'Aïkido (6e Dan). Pour en savoir plus, visiter son site http://opizzo.de/

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

UN STYLE POINTANT FIÈREMENT VERS LE CIEL…

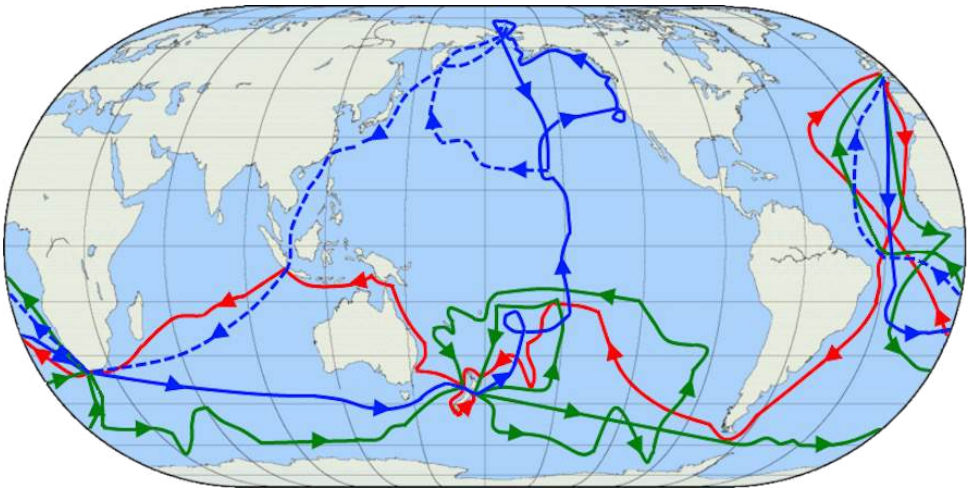
Votre voisin, connaissant votre intérêt pour la gnomonique, vient vous présenter le projet d'un cadran solaire qu'il compte installer sur sa maison contemporaine, située comme la vôtre, vers le centre de la France métropolitaine. Il vous montre une esquisse de son projet, qu'il a voulu sobre et original, avec notamment un style pointant fièrement vers le ciel, mais n'en dit pas plus, et attend vos commentaires… Qu'allez-vous lui dire ?



UNE ÉNIGME

MESURE DE L'HEURE LOCALE EN MER

Lors de son second voyage autour du monde (1772-1775), en vert sur l'illustration ci-dessous, le capitaine Cook embarque deux des toutes premières montres de marine, qui lui permettent de calculer la longitude du navire. Ce voyage est l'occasion de vérifier leur fonctionnement. Extrait de son *Journal de voyage autour du monde* : « Pendant notre séjour, M. Wales [astronome de l'expédition] ne perdit aucune occasion d'observer les hauteurs égales du Soleil, pour déterminer la cadence des montres ». Pourquoi « observer les hauteurs égales du Soleil » et quel est le rapport avec le fonctionnement des montres ?



Les trois voyages autour du monde du capitaine Cook (représentés par des couleurs différentes). L'itinéraire de l'équipage après la mort de Cook est représenté par une ligne bleue en pointillés.

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

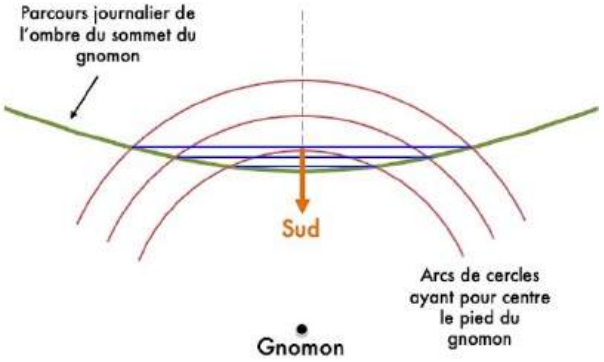
RENDONS À CÉSAR...

... ou plutôt à Frank King, de la British Sundial Society, la paternité de cette énigme, qu'il a été, à notre connaissance, le premier à proposer sous une forme proche et que nous soumettons, avec son accord, à votre sagacité.

« Vous placez un bâton (gnomon) bien vertical dans un sol horizontal et, à midi solaire, l'ombre du bâton indiquera la direction nord-sud ». Propriété bien connue des amateurs de gnomonique, mise en œuvre notamment dans la « méthode des cercles indiens » (illustration ci-dessous) qui permet d'identifier le moment de la journée où l'ombre est la plus courte ; il est alors midi solaire et l'ombre, dans l'hémisphère nord, s'étend vers le nord à partir du pied du gnomon.

Oui mais... un ami vous écrit qu'il vient de trouver la direction nord-sud en observant l'ombre la plus longue s'étendant vers le nord depuis le pied du gnomon ! Est-il devenu fou ou son affirmation peut-elle être correcte ?

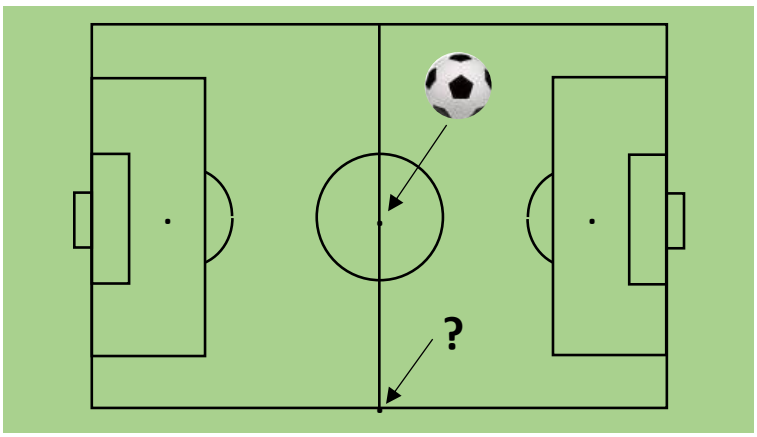
Reliez le milieu de chaque droite bleue au gnomon : si les mesures sont correctes vous obtenez une seule direction : nord-sud ! (schéma pour l'hémisphère nord)



UN TEST RAPIDE

LE SOLEIL SUR UN TERRAIN DE FOOTBALL...

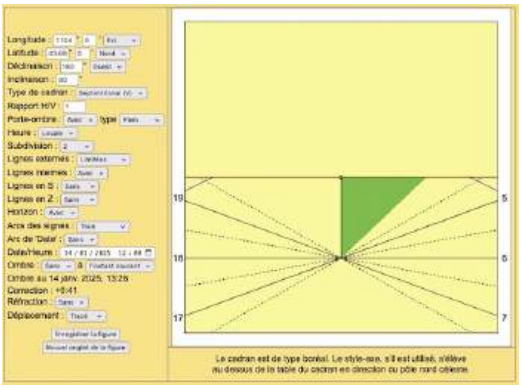
Supposons que vous représentiez le Soleil par un ballon de football placé au centre du terrain. Pour représenter la Terre au bord de la touche (sur la ligne médiane), devrez-vous y placer un ballon de hand, une balle de ping-pong ou une bille de 2 mm de diamètre ?



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

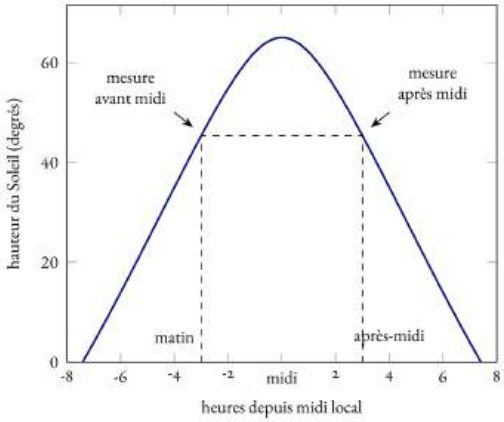
Vous réfléchissez un peu et dites à votre ami. « Félicitations ! Ce cadran est bien original et semble bien tracé. De toute évidence, puisque le style pointe vers le ciel, la cadran est conçu pour une façade regardant le nord et je suis sûr que tu as bien pris soin de placer le style dans un plan vertical orienté nord-sud et de t'assurer que l'angle du style avec le plan horizontal soit égal à la latitude. Par souci de sobriété et d'esthétique, tu sembles avoir choisi de ne représenter qu'une heure du matin et une heure du soir, apparemment 5 h (à droite) et 19 h (à gauche). Bien entendu, ton cadran n'indiquera une ombre qu'entre l'équinoxe de printemps et celle d'automne, le reste de l'année le cadran restant dans l'ombre. C'est en fait une sorte de méridienne qui indique 5 h et 19 h uniquement (pendant cette période) plutôt que 12 h. Un cadran bien intéressant ! ». Votre ami, un peu épaté quand même, vous quitte avec un sentiment de fierté…



Cadran septentrional tracé en quelques clics grâce au programme en ligne Tracad
https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?t=151

UNE ÉNIGME

Pour calculer la longitude du navire, il faut comparer l'heure de la montre (restée sur le temps de Greenwich) avec l'heure locale du navire. Pour connaître l'heure locale, on utilisait le Soleil : on sait que la hauteur du Soleil au-dessus de l'horizon est maximale à midi solaire, mais que la mesure à midi est bien trop imprécise. On fait donc une mesure de hauteur le matin, puis on recommence l'après-midi en cherchant le moment où la hauteur du Soleil est identique à celle du matin. Si l'intervalle de temps entre les deux mesures est de 6 heures, par exemple, la première mesure a été faite 3 h avant midi, et la seconde 3 h après-midi. La montre elle-même peut mesurer l'intervalle de temps, car on peut négliger son erreur sur une durée aussi courte.



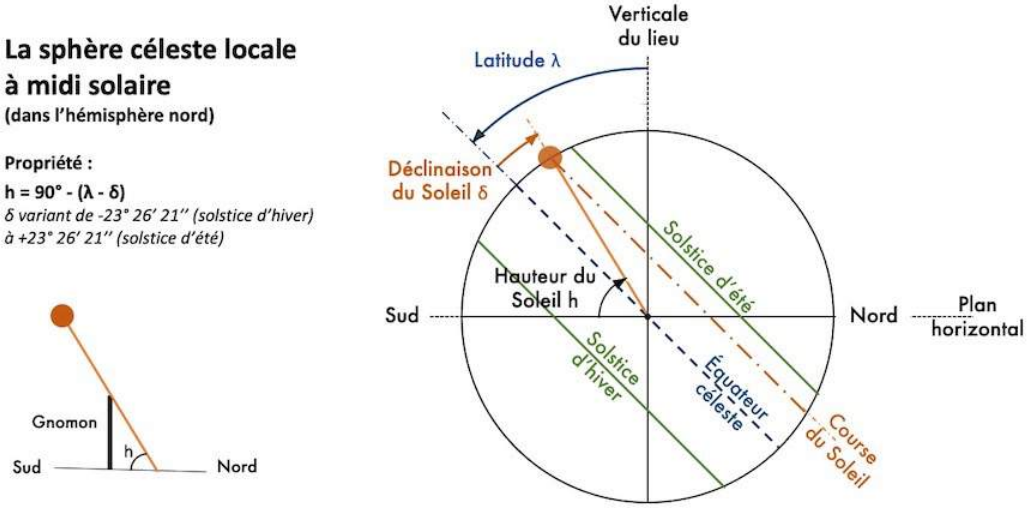
SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

Considérons un bâton vertical planté horizontalement dans l'hémisphère nord. Au-delà du cercle arctique, où l'on peut observer des jours de 24 h (entre l'équinoxe de printemps et celui d'automne), l'ombre la plus courte du bâton, à midi solaire, et l'ombre la plus longue du bâton, à minuit solaire, sont dans la direction nord-sud. L'ombre, à minuit solaire, s'étend vers le sud à partir du pied du cadran. Même raisonnement et même phénomène pour l'hémisphère sud, entre l'équinoxe d'automne et celui du printemps, sauf que, à minuit solaire, l'ombre s'étend alors vers le nord à partir du pied du cadran !

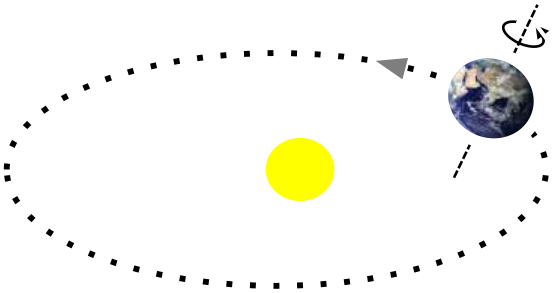
Vous pouvez dès lors répondre à votre ami : « Tu es donc un couche-tard et as la chance d'être au-delà du cercle antarctique et de profiter de journées de 24 h ! ». À noter qu'il est cependant difficile, selon la date et la latitude, d'avoir à minuit solaire une ombre pas trop allongée, c'est-à-dire mesurable…

Le schéma ci-dessous, si vous faites varier la latitude et la déclinaison du Soleil, devrait vous permettre de mieux visualiser le phénomène.



UN TEST RAPIDE

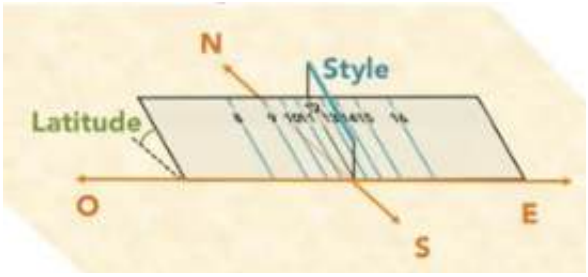
Si l'on suppose que la largeur du terrain est d'environ 62 m (taille moyenne pour un terrain de football) la Terre sera à 31 m du Soleil et devra être représentée par une bille de 2,5 mm de diamètre… Pour en savoir plus sur les dimensions et distances relatives dans le système solaire, se reporter au poster de la page 43. À retenir : ne pas omettre d'indiquer systématiquement dans vos représentations astronomiques et gnomoniques du type de celle ci-dessous que les tailles et distances relatives du Soleil et de la Terre ne sont pas respectées !

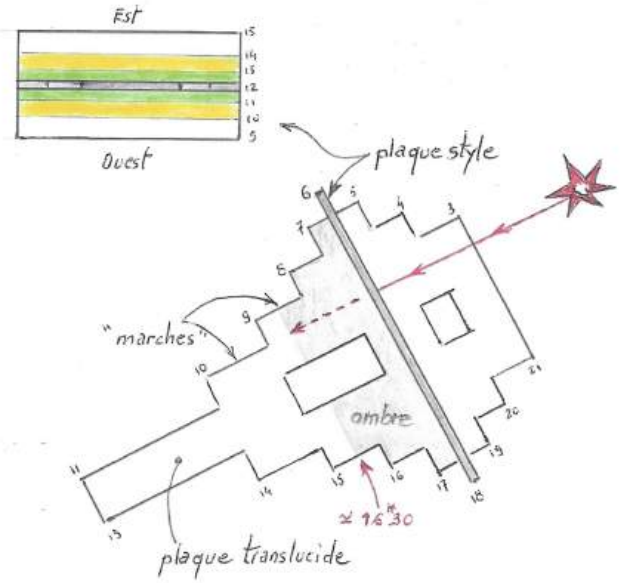


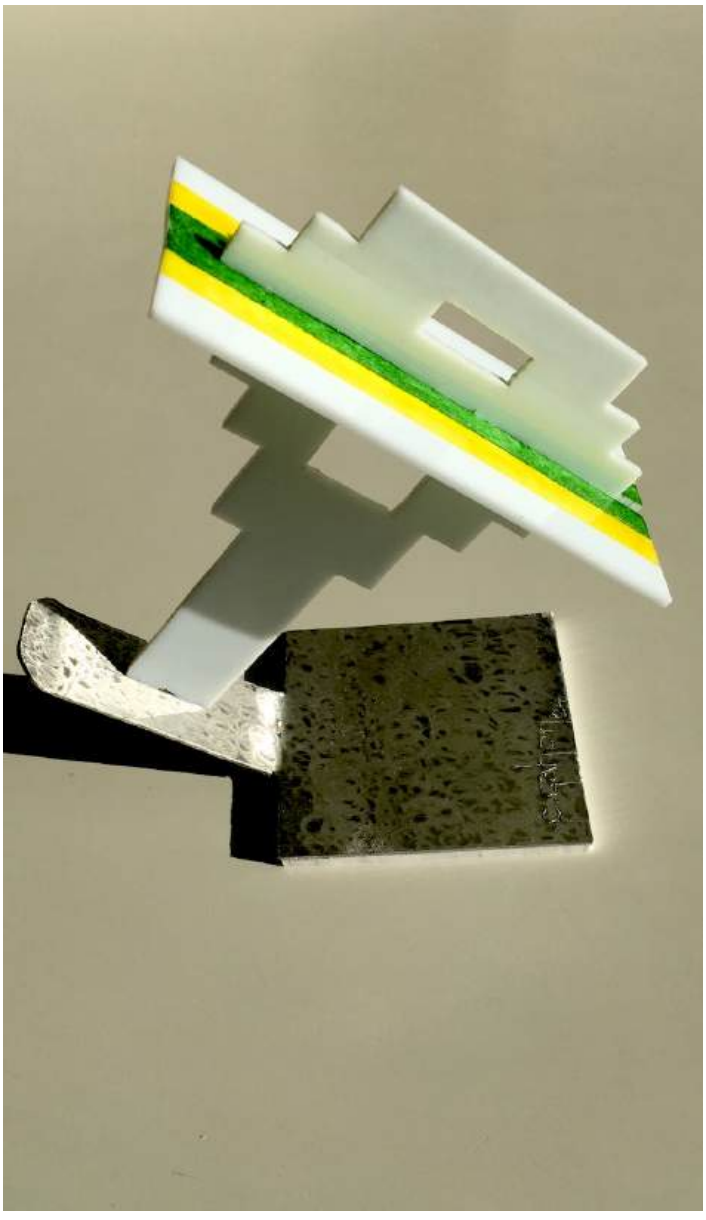
OR OC

Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des récentes créations originales du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr, membre du comité éditorial du magazine.

Connaissez-vous les cadrans polaires, ces cadrans si simples à réaliser et réglables facilement selon la latitude du lieu puisqu'ils sont constitués d'un style et d'une table (où sont tracées les lignes horaires) parallèles à l'axe de rotation terrestre ? Claude Gahon nous livre ici une déclinaison originale, astucieuse et esthétique d'un tel cadran qui présente notamment l'avantage de ne pas nécessiter de table de dimension importante !







Cadran de type "polaire", oriental et occidental, classique, avec appréciation de l'heure en fonction de la position de l'ombre dans les "marches".
Entre 11h et 12 h ou entre 12h et 13h on interprète sur la bande horaire verte de la plaque "style".
Cette plaque permet un complément de lecture de 9h à 11h et de 13h à 15h sur les autres bandes horaires.
Particularité: la translucidité permet de lire l'heure, que l'on soit d'un côté ou de l'autre du cadran.

Sur le croquis ci-dessus on peut estimer 16h30.
Sur les photos on lit environ 13h30.

c.gahon

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo Roger Torrenti
- Page 2 : Dessin d'Esteban Martínez extraite de son dernier ouvrage « Cadrans solaires historiques - Trésors andalous oubliés »
- Page 3 : D'après un document Wikimedia Commons (Auteur : NASA/JPL-Caltech - Fichier : PIA21424 - The TRAPPIST-1 Habitable Zone.jpg - Domaine public)
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : D. Cunego - Fichier : Gerosinus Nicomachus. Line engraving by D. Cunego, 1785, aft Wellcome V0004298.jpg - Licence CC BY 4.0)
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Fichier : Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0)
- Pages 8-9 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Domenico Fetti - SKD Online collection - Fichier : Retrato de un erudito (¿Arquímedes?), por Domenico Fetti.jpg - Domaine public) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Marsyas - Fichier : NAMA Machine d'Anticythère 1.jpg - Licence CC BY 2.5) - Document Wikimedia Commons (Auteur : Mogi - Fichier : Antikythera model front panel Mogi Vicentini 2007.JPG - Licence CC BY 2.5)
- Pages 10-11 : Dessins d'Esteban Martínez
- Pages 12-13 : Illustrations Ferdinando Roveda
- Pages 14-15 : Photos Alexandre Le Bourgeois
- Pages 16-17 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Mattes - Fichier : Fulda - Bibliothek der Theologischen Fakultät Sonnenuhr.JPG - Domaine public) - Photo Yves Opizzo - Photo Roland Müller
- Pages 18-19 : Photo extraite du site https://www.patrimoine-culturel.gouv.qc.ca – Illustrations Roger Torrenti - Photos Michel Brialix
- Pages 20-21 : Illustrations Pierre-Louis Cambefort - Document Wikimedia Commons (Auteur : Paulus Merula- Fichier : Scaliger.jpg – Domaine public)
- Pages 22-23 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Manfred Zentgraf - Fichier : Stjacquescompostelle.png - Licence CC BY-SA 3.0) – Illustrations extraites de l'ouvrage cité (domaine public) – Photos François Bocqueraz
- Pages 24-25 : Photos Jean-Claude Reita
- Pages 26-27 : Illustration Roger Torrenti. Illustrations Henri Gagnaire
- Pages 28-29 : Photos mises à disposition par l'autrice
- Pages 30-31 : Image extraite du site mentionné - Document Wikimedia Commons (Auteur : Luc Viatour - Fichier : Lune nb.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) – Photos NASA (domaine public) - Illustrations David Alberto
- Pages 32-35 : Photos et illustrations Yves Opizzo
- Page 36 : Illustration Roger Torrenti - Document Wikimedia Commons (Auteur : Jon Platek - Fichier : Cook Three Voyages 59.png - Licence CC BY-SA 3.0)
- Page 37 : Illustrations Roger Torrenti
- Page 38 : Copie d'écran du site mentionné – Illustration David Alberto
- Page 39 : Illustrations Roger Torrenti
- Page 40 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 41 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 43 : Illustration Yves Opizzo
- Page 44 : Image créée par Roger Torrenti avec https://www.bing.com/images/create



« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel de vulgarisation de la gnomonique et d'information sur les cadrans solaires, dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Tous les numéros ainsi que, séparément, chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

La version papier de chaque numéro peut également être commandée depuis https://bit.ly/3d4RwY9

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal BNF : mars 2025

ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info

« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine popularizing gnomonics and providing information on sundials, whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).

All issues, as well as each article in each issue separately, can be downloaded free of charge from https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

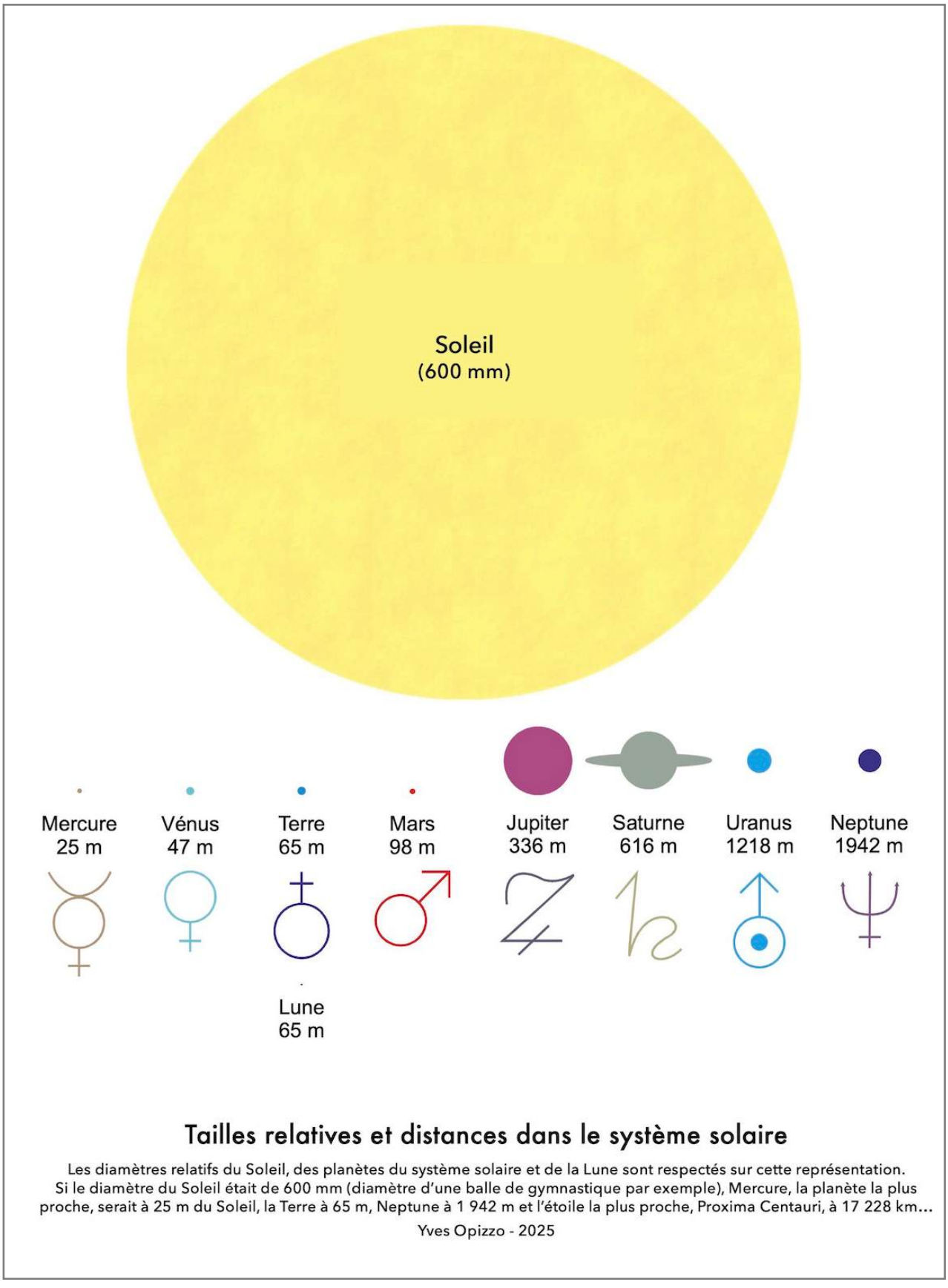
The paper version of each issue can also be ordered from https://bit.ly/3d4RwY9

The magazine is edited by Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

BNF Legal deposit: March 2025

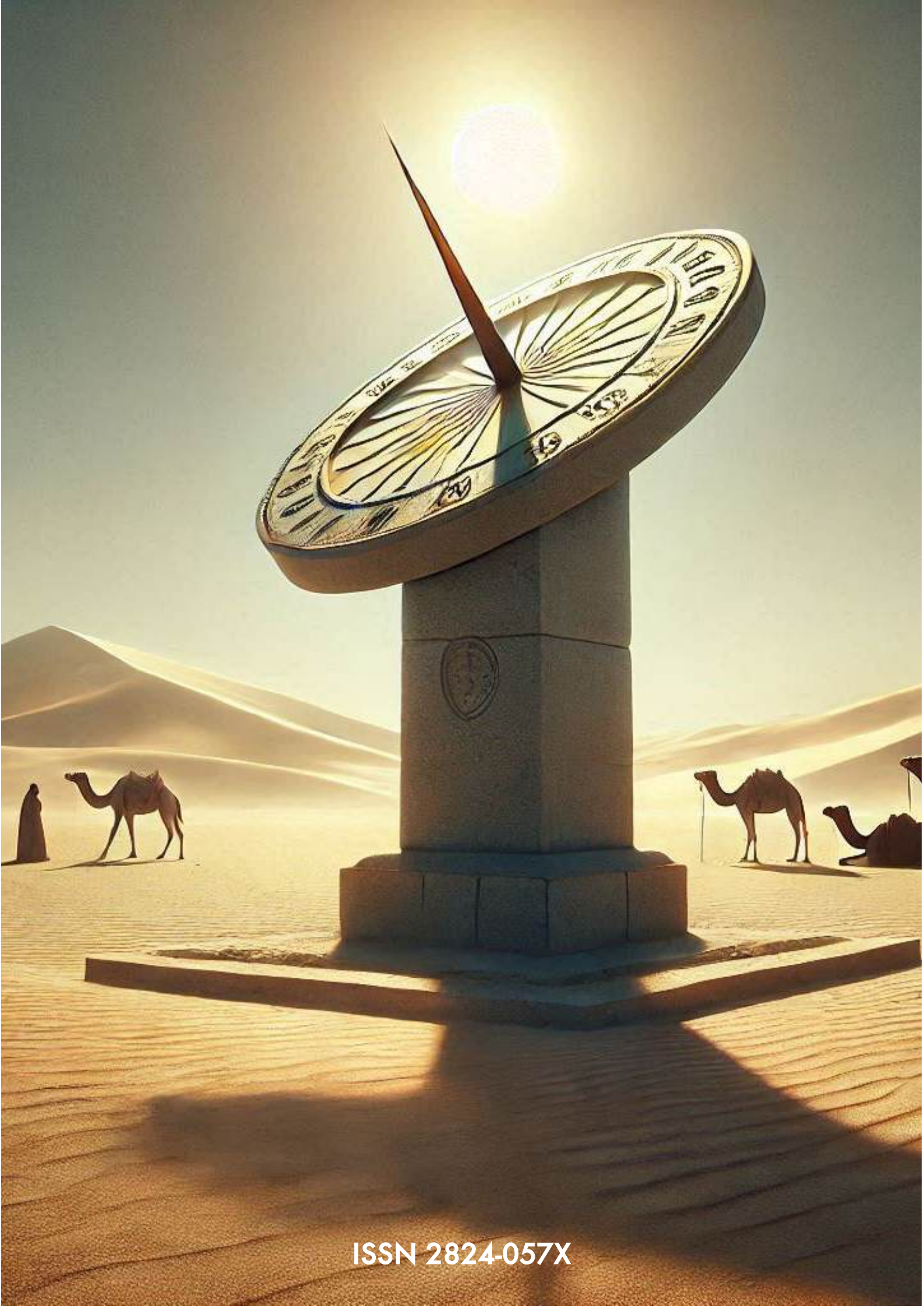
ISSN 2824-057X

Contact: contact@cadrans-solaires.info



Ci-dessus : un des nombreux posters didactiques qu'Yves Opizzo, membre du comité éditorial de ce magazine, a créés, et qu'il utilise lors des expositions et autre évènements astronomiques ou gnomoniques. Le fichier d'origine peut être téléchargé depuis https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/01/poster_Y-Opizzo_systeme-solaire.pdf

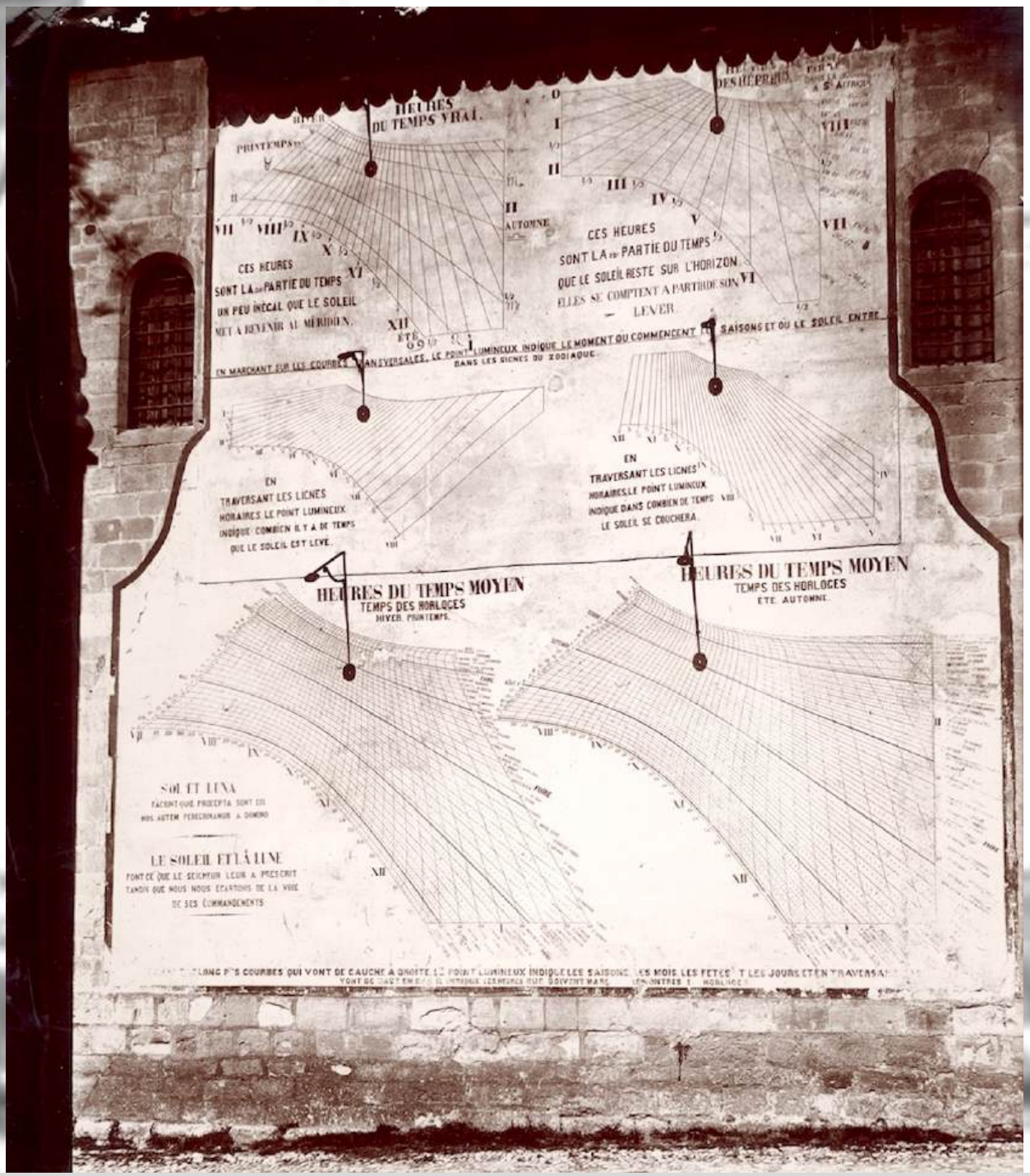
Page suivante : image créée avec l'outil I.A. (intelligence artificielle) en ligne (gratuit) https://www.bing.com/images/create de Microsoft avec pour requête « cadran solaire dans le désert ». Nous avons déjà, dans ce magazine, mis en valeur les progrès rapides de l'I.A. tout en soulignant qu'il était difficile d'en évaluer les conséquences. Geoffrey Hinton, spécialiste des réseaux de neurones artificiels, co-lauréat du prix Nobel de physique 2024, a quitté Google en 2023 pour s'exprimer plus librement et a déclaré notamment : « Le moment est venu de mener des expériences pour comprendre l'I.A., pour que les gouvernements imposent des réglementations et pour qu'un traité mondial interdise l'utilisation de robots militaires » (cité par Didier Queloz, co-lauréat du prix Nobel de physique 2019).



ISSN 2824-057X

CADRANS SOLAIRES POUR TOUS

Magazine trimestriel - n°16 - Été 2025 - 12€



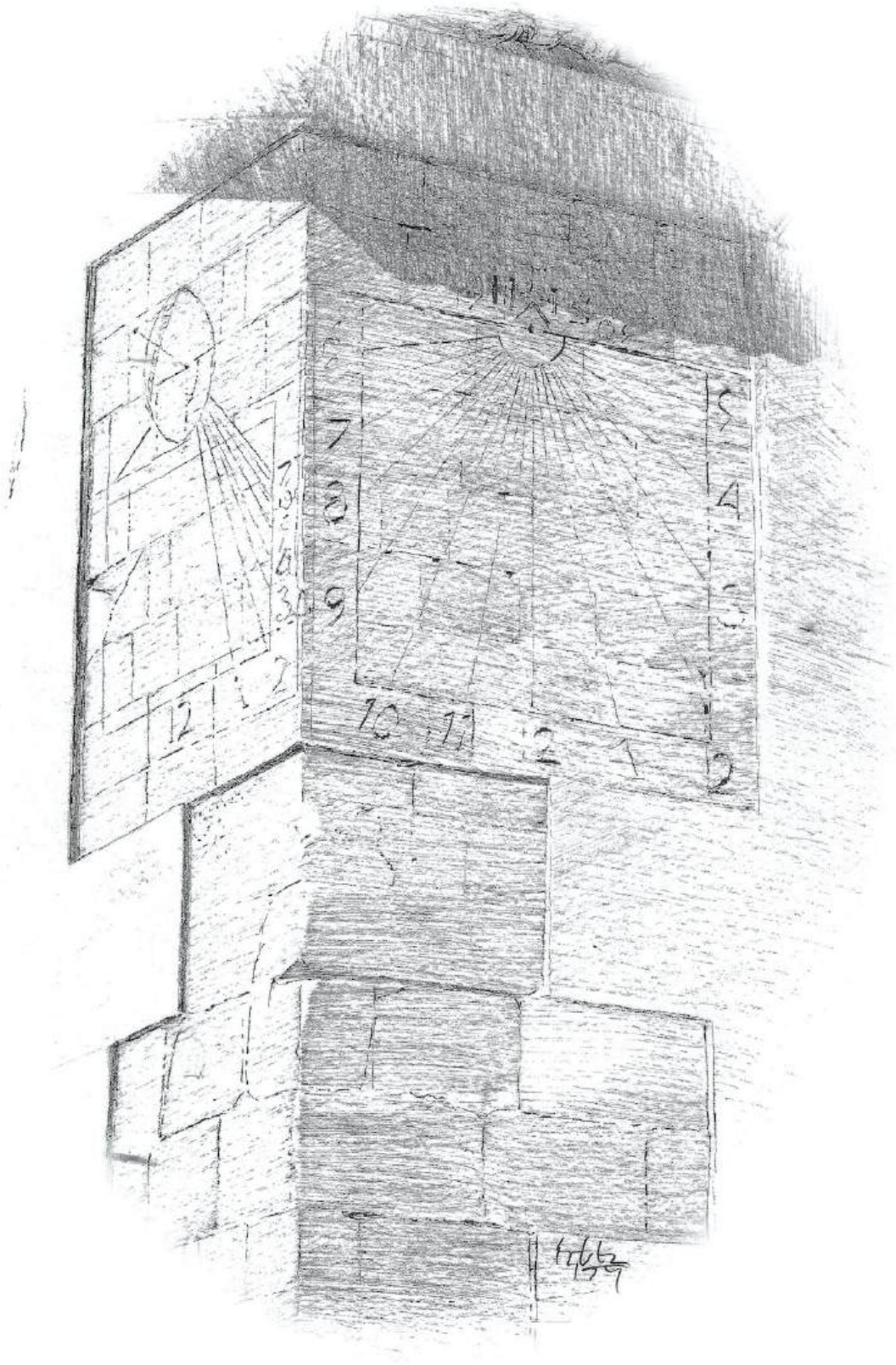


Photo de couverture : c'est probablement l'une des premières photos jamais prises de cadrans solaires. Elle date de la fin du XIXe siècle et l'on n'a pu retrouver à ce jour, malgré des recherches effectuées par Didier Benoît, ni le nom de l'auteur de ce phototype, ni celui du gnomoniste… Elle représente un magnifique ensemble de cadrans solaires réalisés sur la façade Est de l'église Notre-Dame de Saint-Affrique (Aveyron). L'ensemble a été détruit lors de l'une des restaurations de l'édifice, entre1904 et 1905.

Ci-dessus : dessin d'Esteban Martínez extrait de son dernier ouvrage « Cadrans solaires historiques - Trésors andalous oubliés » (https://relojandalusi.org/relojes-de-sol-historicos/)



SOMMAIRE

4 Contents
5 Éditorial
6 Actualités
8 Le cadran cylindrique de hauteur de Georg Brentel - Henri Gagnaire et Paul Gagnaire
10 « L'unique » du frère Arsène, capucin à Annecy - Danièle Baverel
12 CadsolOnLine pour les nuls... - Jean-Luc Astre
14 Les antiques cadrans solaires de Sicile - Maria Luisa Tuscano
16 L'horloge solaire du lycée Stendhal de Grenoble - Catherine Becquaert
18 Les cadrans solaires de Lettonie – Martins Gills
20 Une fleur gnomonique - Yves Opizzo
22 Dans quelle direction se lève le Soleil ? - David Alberto
25 Au tour de DeepSeek... - Comité éditorial
26 Le cadran solaire de Kitchener – Pierre-Louis Cambefort
28 Un précurseur du smartphone ? – Ferdinando Roveda
30 Un cadran de hauteur particulier... - Roger Torrenti
32 Quelques cadrans équatoriaux de temps moyen - Yvon Massé
34 Jeux et énigmes
36 Solutions des jeux et énigmes
38 Voûte solaire - Claude Gahon
39 Crédits photos et illustrations

Ci-dessus : à l'abbaye Notre-Dame de Valsaintes (https://www.valsaintes.org/), à Simiane-la-Rotonde (Alpes-de-Haute-Provence), un « phénomène lumineux » attire croyants, curieux et… gnomonistes au solstice d'hiver. Le Soleil, traversant l'oculus de la façade sud, vient alors illuminer l'autel de l'abbaye. Et si vous voulez en profiter pour réviser vos connaissances sur les cadrans solaires à chambre obscure, relisez l'article[1] de Roger Torrenti paru dans le n°3 de ce magazine !

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n3-R_Torrenti.pdf

CONTENTS

5 **Editorial**

6 **News**

8 **Georg Brentel's cylindrical altitude-based sundial - Henri Gagnaire and Paul Gagnaire**

A sundial, simple to understand and realize (a cylinder and a pearl), designed over four centuries ago by a Swabian painter and gnomonist, Georg Brentel the Younger. As for the drawing of the hour-curves, the authors guide you step by step in understanding them.

10 **"The Unique" by Brother Arsenius, Capuchin in Annecy - Danièle Baverel**

Danièle Baverel presents "The Unique" by Brother Arsenius, a monument that appeals to passersby and is also a reference for sundial enthusiasts. In what ways is it "unique"? Take closer look if you're passing by Lake Annecy...

12 **CadsolOnLine for dummies... - Jean-Luc Astre**

Two years ago, we announced that Jean-Luc Astre's free and open-source Cadsol software was now available online and aimed at both amateurs and specialists. The magazine's editorial board asked the author to provide simple instructions for use, suitable for everyone!

14 **The ancient sundials of Sicily - Maria Luisa Tuscano**

The portrait of Italian gnomonist Maria Luisa Tuscano was featured in issue 4 of this magazine. Today, she has agreed to share with us her knowledge of the ancient sundials of Sicily, an island that has been close to her heart since birth...

16 **The "Sun Clock" at the Lycée Stendhal in Grenoble - Catherine Becquaert**

The "Sun Clock" at the Lycée Stendhal in Grenoble is a unique reflecting sundial. It was built in 1673 by the Jesuit Father Jean Bonfa. Catherine Becquaert invites us to learn more about this creation and, why not, consider visiting it!

18 **The sundials of Latvia - Martins Gills**

Have sundials been built, and are they still being built, in northern parts of Europe, located near 60° N? Yes, particularly in Latvia, a Baltic country whose gnomonic heritage the author invites us to discover.

20 **A gnomonic flower - Yves Opizzo**

A "classic" horizontal or vertical sundial, with hour lines and curves of the equation of time? What if we let our imaginations run wild and, with a little poetry, created a flower or a bed of petals? The author takes us on a journey to discover her original "gnomonic flower"...

22 **In which direction does the Sun rise? - David Alberto**

"East!" or "Towards the East!" " you will answer this question. Yes, but depending on the latitude of the location in question and the time of year (i.e., the value of the Sun's declination), we can give a much more precise answer... The author invites us to do so.

25 **DeepSeek's turn... - Editorial Board**

We have already invited you to measure the progress of AI, or more precisely, generative chatbots such as ChatGPT (OpenAI) or Le Chat (Mistral AI), on topics related to gnomonics and sundials. Today, it's the turn of DeepSeek, from the Chinese company of the same name...

26 **Kitchener's sundial - Pierre-Louis Cambefort**

Are you familiar with the original and ingenious sundial created in 1875 by Lieutenant Horatio Kitchener of the Royal Engineers to adorn the garden of a house in Palestine? The author has created a model to better explain the details of its design.

28 **A precursor to the smartphone? - Ferdinando Roveda**

Did you know that several centuries ago, some people could boast of having a precursor to the smartphone in their pocket? In fact, it was a very ingenious travel clock that the author invites us to discover…

30 **A special altitude-based sundial… - Roger Torrenti**

After reviewing the fundamentals of designing an altitude-based sundial, the author returns to the Egyptian L-shaped sundial, which Ferdinando Roveda had explored in a previous article of this magazine, and invites us to draw inspiration from it to design an easy-to-make sundial…

32 **Some equatorial mean time sundials - Yvon Massé**

Yvon Massé traces the history of equatorial mean time sundials, which allow the reading of solar time corrected by the equation of time. In the next issue, he will address the theoretical aspects of such sundials, of the "profiled gnomon" type…

34 **Games and puzzles**

36 **Solutions to games and puzzles**

38 **Voûte solaire - Claude Gahon**

ÉDITORIAL EDITORIAL

Nous sommes heureux de vous annoncer le lancement de notre « Concours Cadrans solaires pour tous 2025 » qui consistera, comme en 2023, en un concours photo.

Le règlement détaillé de ce concours peut être téléchargé ci-dessous[1]. Les candidatures sont à envoyer avant le 31 octobre !



We are very pleased to announce the launch of our "Sundials for All 2025 Competition" which, like in 2023, will consist of a photo contest.

The detailed rules for this competition can be downloaded below[1]. Applications must be submitted by October 31st!

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/04/2025-CSPT_concours-contest-1.pdf

Nous vous proposons dans ce numéro, comme nous tentons de le faire pour chaque édition, un ensemble d'articles courts, variés et s'adressant à tous. Nous espérons que vous prendrez autant de plaisir à parcourir ce numéro que les auteurs et le comité éditorial en ont eu à le bâtir.

Par ailleurs, nous avons la chance et sommes heureux d'accueillir dans le Comité éditorial la gnomoniste italienne Maria Luisa Tuscano dont le portrait avait été dressé dans le n°4 de ce magazine.

Roger Torrenti
Responsable éditorial

In this issue, as we strive to do with every issue, we offer a collection of short, varied articles aimed at everyone.

We hope you enjoy reading this issue as much as the authors and the editorial board enjoyed putting it together.

We are also fortunate and pleased to welcome Italian gnomonist Maria Luisa (Marisa) Tuscano, whose profile was featured in issue 4 of this magazine, to the Editorial Board.

Roger Torrenti
Editorial manager

contact@cadrans-solaires.info

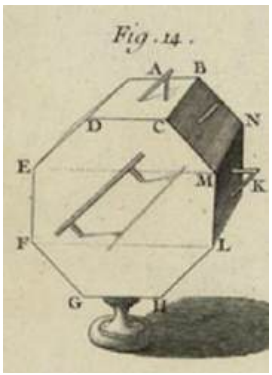
COMITÉ ÉDITORIAL – EDITORIAL BOARD



ACTUALITÉS



LA PREMIÈRE ENCYCLOPÉDIE FRANÇAISE…



À la fin du XVIII[e] siècle était éditée la première encyclopédie française, « l'Encyclopédie », sous la direction de Denis Diderot, afin de dresser l'état des sciences, des arts et des métiers, qui avaient beaucoup progressé depuis la fin du Moyen-Âge. On peut désormais consulter en ligne une « Édition Numérique Collaborative et CRitique de l'Encyclopédie » (ENCCRE) de l'Encyclopédie[1] et avoir accès notamment à un passionnant dossier élaboré par Denis Savoie[2] sur « La gnomonique dans l'Encyclopédie »[3].

[1] https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie
[2] https://fr.wikipedia.org/wiki/Denis_Savoie
[3] https://enccre.academie-sciences.fr/encyclopedie/export-dossier/D00-8898184d491d/

UNE BIEN INTÉRESSANTE ARCHITECTURE



Le bâtiment Sun Tower (Tour du Soleil) a été inauguré récemment à Yantai en Chine (37°32′ N), face au golfe de Bohai, lieu où des civilisations anciennes se caractérisaient notamment par une adoration du Soleil. Il se présente sous la forme d'un cône asymétrique coupé selon les directions nord et est, la partie ouverte NE faisant face à l'océan.

L'arête (extérieure) nord de la partie ouverte du bâtiment est dans la direction du Soleil à midi, aux équinoxes, et constitue à ces dates le style d'un cadran solaire dont les heures sont marquées sur le sol par l'intersection d'anneaux elliptiques avec la ligne équinoxiale. Le sommet du cône tronqué est une surface perpendiculaire aux rayons du Soleil à midi au solstice d'été. À cette date, le Soleil se lève dans l'axe du théâtre de plein air, dans la direction de la légendaire île Shifu. Au solstice d'hiver, le tunnel d'entrée est dans l'alignement du Soleil couchant.



Une bien intéressante œuvre architecturale, faisant appel à la gnomonique, et une approche globale ancrant le bâtiment dans l'histoire lointaine du lieu et le reliant à l'environnement (le Soleil et la pluie) sans compter une conception « solaire passive » qui est à saluer.

FUN' SCIENCE



La science est « fun » ! Le magazine Epsiloon a publié un ouvrage https://www.epsiloon.com/les-livres/fun-science/ qui rassemble des faits amusants découverts ces dernières années par des scientifiques du monde entier. On y apprend notamment que 20 000 étoiles sont nées en même temps que notre Soleil et dans le même nuage, que les anneaux de Saturne sont en train de tomber, que les chevaux préfèrent dormir seuls, que les singes préfèrent les émissions de téléréalité, etc. Un petit livre (144 pages) passionnant, facile à lire et au prix très abordable (6,90 €).



ACTUALITÉS

UNE CONFÉRENCE INTERNATIONALE



À l'occasion de la « Journée internationale des cadrans solaires » (World Sundial Day, WSD) initiée en 2024 par l'espagnol Esteban Martinez, divers évènements ont été organisés (voir https://relojandalusi.org/) à l'équinoxe de printemps.

Parmi ces évènements, une conférence en ligne, qui s'est tenue le 20 mars dernier, à l'initiative du letton Martins Gills. Une très intéressante conférence internationale (enfin !), dont les détails peuvent être retrouvés à l'adresse https://tempus-sol.eu/wsd-online-conference/, comptant jusqu'à 90 participants connectés et au cours de laquelle 15 conférenciers sont intervenus. Parmi ceux-ci, Roger Torrenti, qui s'est notamment efforcé de démontrer la pertinence d'éditer un magazine trimestriel consacré à la gnomonique et aux cadrans solaires...

L'ensemble des présentations a été mise en ligne sur la chaîne YouTube de la British Sundial Society https://www.youtube.com/@the-bss/playlists

DANS LES PROFONDEURS D'UNE GARE...



La future gare Villejuif - Gustave Roussy du Grand Paris Express, conçue par l'architecte Dominique Perrault, et creusée à 48 mètres sous terre, comportera un « cadran solaire » né de l'imagination de l'artiste Ivàn Navarro souhaitant « connecter le monde du dessous et le monde du dessus ».

En fait, le plafond circulaire du niveau -9 sera équipé de 58 caissons lumineux, de profondeur apparemment infinie et gravés de noms d'astres, appelant les passagers en transit à une expérience poétique et visuelle entre le monde souterrain et le ciel... Pour plus de détails, voir le lien ci-dessous.

https://www.artdugrandparis.fr/œuvres-en-gares/gare-villejuif-gustave-roussy-ivan-navarro-dominique-perrault

ÉPHÉMÉRIDES EN LIGNE



Vous travaillez à un nouveau projet de cadran solaire et ne savez plus où retrouver les éphémérides dont vous avez besoin (valeur de la déclinaison du Soleil, de l'équation du temps, etc.) ?

Pas de souci : vous pouvez utiliser le logiciel en ligne CadsolOnline (https://cadsolonline.web-pages.fr/) dont un mode d'emploi simplifié vous est donné p. 12-13. C'est gratuit et vous y trouverez des éphémérides précises : dans le menu qui apparaît lorsque vous créez un nouveau cadran solaire (« New sundial ») allez au sous-menu « Download sundial, ephemeris, 3d file... » et vous pourrez télécharger un fichier .csv complet pour l'année en cours ou celle de votre choix (menu en bas à gauche).

LE CADRAN CYLINDRIQUE DE HAUTEUR DE GEORG BRENTEL

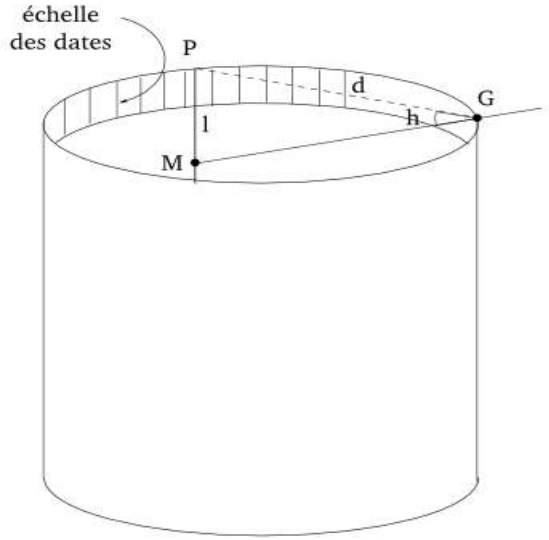
Henri Gagnaire et Paul Gagnaire

Ce cadran est simple à comprendre et à construire (un cylindre et une perle), et a été imaginé il y a plus de quatre siècles par un peintre et gnomoniste souabe, Georg Brentel le Jeune. Quant au tracé des courbes horaires, les auteurs vous accompagnent pas à pas dans leur compréhension.

DESCRIPTION DU CADRAN

Ce cadran (le *cylinder solaris concavus* imaginé par Georg Brentel en 1615) est constitué d'un cylindre vertical de section circulaire limité par deux plans horizontaux. L'un d'entre eux sert de base au cylindre.

Une petite perle G, posée sur le bord supérieur horizontal du cylindre, est l'objet « porte ombre ». Son ombre est projetée sur la surface intérieure concave du cylindre. Elle donne l'heure grâce à un réseau de courbes tracées sur un papier enroulé à l'intérieur du cylindre.



Le long du bord supérieur du papier (axe horizontal) est tracée « l'échelle des dates ». Celle-ci peut être choisie de manière arbitraire. Ainsi, à chaque génératrice du cylindre (axe vertical sur le papier) correspond une date (ou une déclinaison du Soleil).

Le cadran doit être orienté vers le Soleil de telle manière que l'ombre de la perle tombe sur la génératrice intérieure du cylindre correspondant à la date de la mesure.

La position de l'ombre M de la perle G sur la génératrice du cylindre est mesurée par la longueur l = PM donnée par la relation 1 suivante :

$$l = d \tan h$$

où d est la distance GP entre la perle et la génératrice du cylindre.

Or, la hauteur h du Soleil dépend, pour une latitude φ donnée, de la déclinaison δ du Soleil et de l'heure solaire H. Elle est donnée par la relation 2 suivante :

$$\sin h = \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos H + \sin \varphi \cdot \sin \delta$$

Il sera donc facile de tracer des marques horaires tout au long de la génératrice du cylindre correspondant à une date donnée.

CHOIX DE L'ÉCHELLE DES DATES

L'année peut être divisée en 36 décans. Les dates retenues sont celles indiquées dans le tableau ci-dessous.

À une déclinaison du Soleil, correspondent deux dates. On peut donc « replier » l'échelle des dates qui ne contient ainsi que 18 cases.

Ces 18 cases ne peuvent pas occuper toute la périphérie du cylindre. En effet, la distance d ne doit pas être trop faible et en aucun cas être nulle.

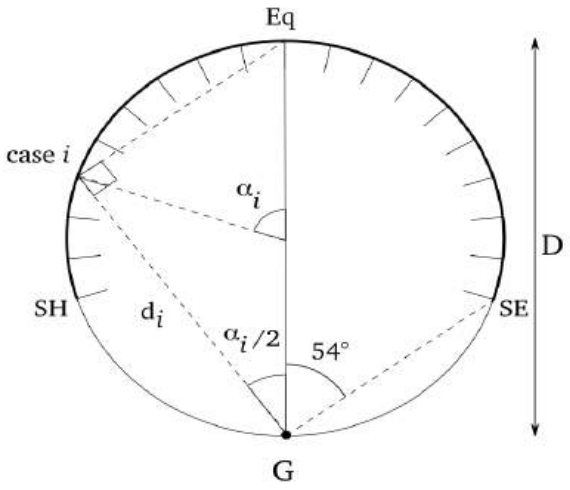
On peut choisir arbitrairement la longueur de l'échelle des dates. Celle-ci peut ne représenter que 60% de la périphérie totale du cylindre soit un angle au centre de 216°. Chacune des 18 cases de l'échelle n'occupe alors qu'un secteur angulaire égal à 12°.

La case centrale, correspondant aux dates voisines des équinoxes, est placée de façon à être diamétralement opposée à la perle.

Dates	Déclinaisons (° décimaux)	Déclinaisons moyennes (°)
21 déc	-23,43	-23,43
01 janv – 11 déc	-22,98 / -23,02	-23,00
11 janv – 01 déc	-21,78 / -21,85	-21,82
21 janv – 21 nov	-19,88 / -20	-19,94
01 fév – 11 nov	-17,07 / -17,52	-17,30
11 fév – 01 nov	-13,98 / -14,55	-14,27
21 fév – 21 oct	-10,52 / -10,83	-10,67
01 mars – 11 oct	-7,43 / -7,17	-7,30
11 mars – 01 oct	-3,57 / -3,33	-3,45
21 mars – 21 sept	0,38 / 0,55	0,46
01 avril – 11 sept	4,68 / 4,42	4,55
11 avril – 01 sept	8,45 / 8,13	8,29
21 avril – 21 août	11,98 /11,98	11,98
01 mai – 11 août	15,20 / 15,15	15,17
11 mai – 01 août	17,98 / 17,92	17,95
21 mai – 21 juillet	20,27 / 20,38	20,32
01 juin – 11 juil	22,10 / 22,05	22,07
11 juin – 01 juil	23,10 / 23,08	23,09
21 juin	23,43	23,43

La figure ci-dessous montre une vue de dessus du cylindre. À la case numérotée i, correspond une déclinaison δ_i et une distance d_i à la perle égale à (relation 3):

$$d_i = D \cdot \cos(\alpha_i / 2)$$

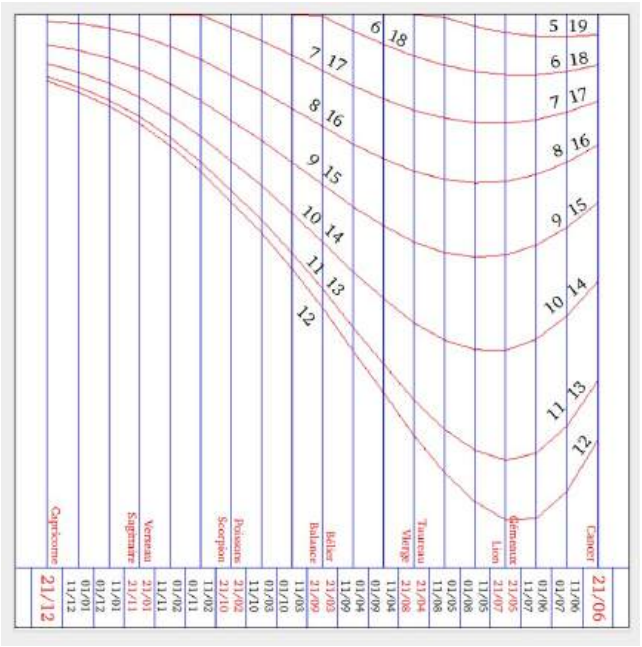


CALCUL DU RÉSEAU DE COURBES

Pour chaque déclinaison δ_i, on doit calculer :

- la valeur de $x_i = D \cdot \alpha_i / 2$ de chaque case sur le développé (déterminée par le choix de l'échelle des dates),
- la valeur de d_i à l'aide de la relation 3,
- les hauteurs h_{ij} correspondant aux différentes heures H_{ij} où le Soleil est au-dessus de l'horizon à l'aide de la relation 2,
- les différentes longueurs l_{ij} correspondant aux différentes heures à l'aide de la relation 1.

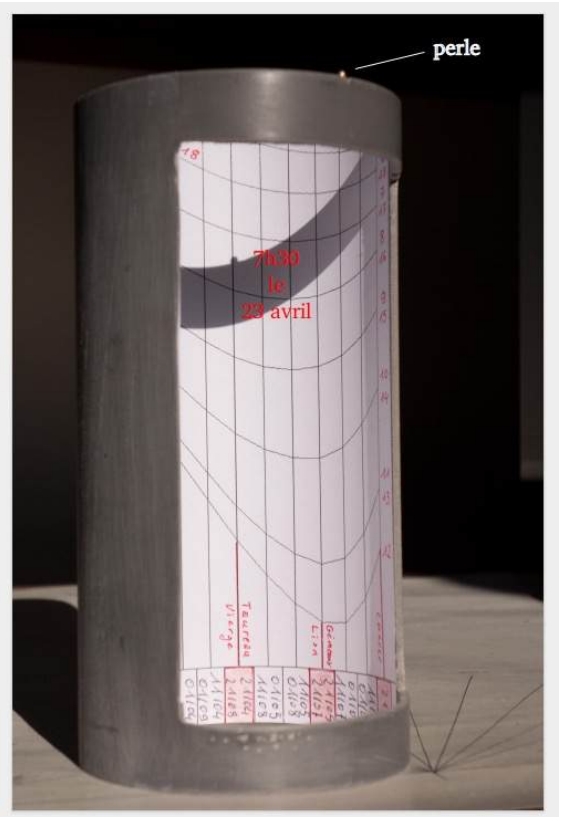
On obtient ainsi le diagramme montré sur la figure ci-dessous.



On constate que l'ombre pénètre au maximum dans le cylindre pour midi solaire mais pas au solstice d'été. Ce résultat peut paraître surprenant mais s'explique très facilement.

En effet, la distance entre la perle et la paroi du cylindre varie avec la déclinaison. La hauteur du Soleil à midi est moindre au 21/05 ou au 21/07 (h = 65° et tan h = 2,14) que lors du solstice d'été (h = 68° et tan h = 2,47) mais la distance entre la perle et la paroi est plus importante pour ces deux dates (d = D . cos 36° = 0,81 D) que pour le solstice d'été (où d'ailleurs elle est la plus faible de toutes (d = D . cos 54° = 0.59 D).

Ci-dessous le prototype réalisé pour lequel on a découpé une fenêtre dans le cylindre pour une meilleure lecture. Cette fenêtre a permis de placer l'échelle des dates au bas du diagramme.



Cet article est une synthèse, préparée pour ce magazine, d'articles plus approfondis déjà parus, notamment dans le n°36 de Cadran-Info, qui peut être téléchargé depuis https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/

Professeur de physique à l'université de Saint-Étienne, Henri Gagnaire henrigagnaire@gmail.com n'a découvert et ne s'est passionné pour la gnomonique qu'après sa retraite.

Paul Gagnaire, lui, est l'un des plus éminents gnomonistes français, auteur de très nombreuses publications notamment dans la revue Cadran Info (https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/).

« L'UNIQUE » DU FRÈRE ARSÈNE, CAPUCIN À ANNECY

Danièle Baverel

Danièle Baverel nous présente « L'unique du frère Arsène », un monument qui interpelle les passants et est en même temps une référence pour les amateurs de cadrans solaires[1]. En quoi est-il « unique » ? À voir de plus près si vous passez près du lac d'Annecy…



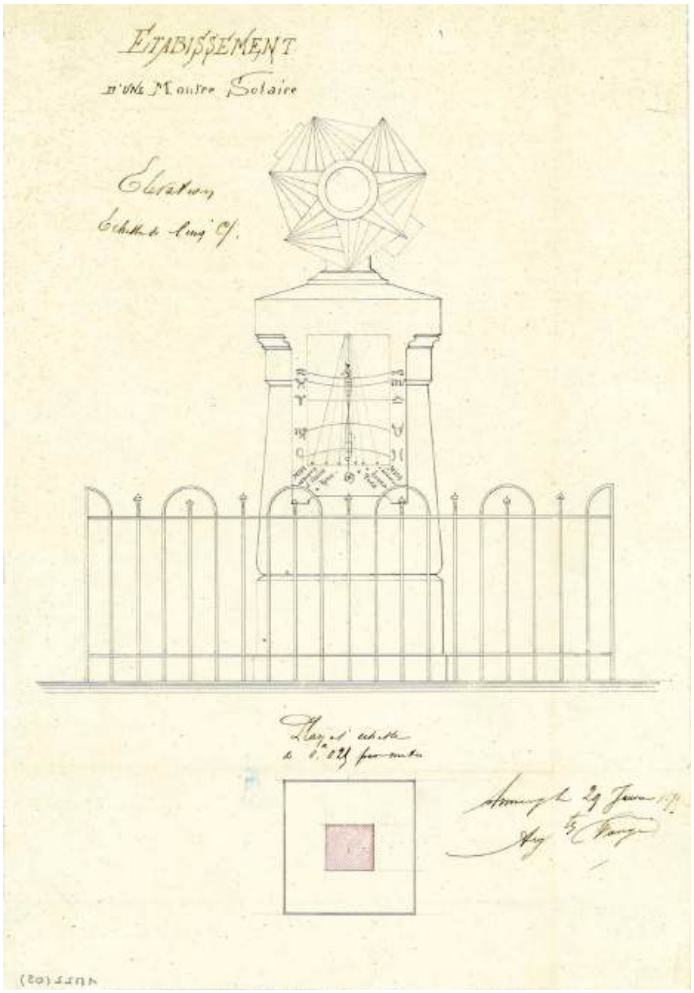
« L'unique » du frère Arsène est unique par :

- sa situation au bord du lac, face à l'île des cygnes, lieu de promenade préféré des Annéciens et des touristes. On ne peut le manquer !
- sa forme : posé sur un piédestal imposant (trop…) il est formé non pas d'un mais de dix-sept cadrans répartis sur une étoile à sept branches et son petit socle.

  « Le gnomon », comme l'appellent les Annéciens, est en effet constitué d'une étoile comportant 3 cadrans équatoriaux (un grand, supérieur, et deux petits, inférieurs), posés sur un socle (cube tronqué) dont les 4 côtés, orientés suivant les 4 points cardinaux, sont munis de cadrans verticaux et enfin dix polaires sur les tranches de l'étoile et un grand méridional (une méridienne) sur le piédestal.
- par sa date de réalisation, 1874. N'est-il pas trop tardif sachant que l'âge d'or des cadrans solaires est le XVII^e^ et le XVIII^e^ siècle ?
- par sa devise, une sentence que nous adresse le Soleil, presque semblable à un haïku :

Tel qu'un lion de sang avide,
Se précipitant sur tes pas,
La mort suit ma course rapide,
Avec l'arrêt de ton trépas.

Le dessin ci-après incite à s'attarder plus particulièrement sur les dix cadrans polaires des faces latérales de l'étoile et sur la méridienne du piédestal.



La méridienne indique les heures de midi dans différentes villes : Saint Pétersbourg, Vienne, Rome, Paris, Londres et Lisbonne.

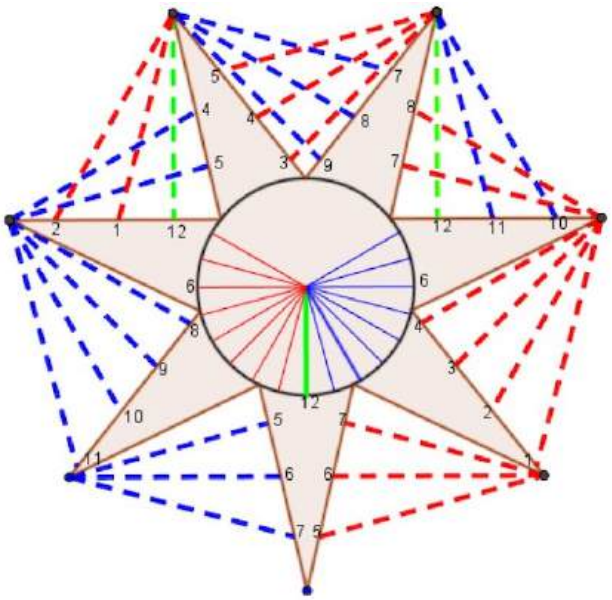
On retrouve cette caractéristique sur les autres cadrans réalisés par le frère Arsène à Rumilly, Sallanches, Samoens et Hautecombe.

L'explication de la construction des cadrans polaires provient de deux livres qu'il possédait dont le « Traité d'horlogiographie » de Bullant de 1564.

Aucun calcul n'est nécessaire. Une étoile à 7 branches est celle qui couvre le mieux toutes les heures de la journée.

[1] Voir notamment l'étude qui lui a été consacrée par H. Bencker en 1923, « Le gnomon d'Annecy », que l'on peut télécharger depuis le site *Tourisme Annecy* https://www.tourisme-annecy.net/gnomon-annecy.html

Il est très simple de construire les lignes en utilisant le cadran équatorial : on place le centre d'un cadran équatorial en chacune des extrémités de l'étoile. Les lignes coupent les tranches en un point sur lequel on reporte l'heure correspondante. Les lignes horaires sont alors les segments parallèles à l'axe du monde passant par ces points. Les lignes vertes sont celles de midi, les bleues celles du matin et les rouges, celles de l'après-midi.



On peut ainsi lire l'heure sur deux tranches en même temps et ainsi vérifier que l'étoile est bien orientée. Si les autres cadrans avaient leurs styles, sur combien de cadrans à la fois on pourrait-on lire l'heure ?

Malheureusement ce magnifique bloc gnomonique subit les outrages du temps et des rénovations hasardeuses. La recherche de toutes les anomalies est un jeu très instructif !



Danièle Baverel bavereld@yahoo.fr, professeure de mathématiques, a aimé partager son intérêt pour les cadrans solaires avec ses élèves, notamment lors de voyages scolaires, et a présenté celui d'Annecy aux *Journées du patrimoine* et pour des associations.

CadsolOnLine
POUR LES NULS…

Jean-Luc Astre

Nous avons annoncé, il y a déjà 2 ans, que le logiciel libre et gratuit Cadsol de Jean-Luc Astre était désormais disponible en ligne et s'adressait aux amateurs et aux spécialistes. Le comité éditorial du magazine a demandé à l'auteur d'en faire une présentation simple, s'adressant à tous !

On m'a donc suggéré d'écrire un article à l'intention des débutants en gnomonique, ou des érudits intéressés par l'histoire des sciences mais peu au fait des tendances actuelles de l'infographie.

Donc, bien entendu, l'expression « pour les nuls » n'est pas à prendre au pied de la lettre : c'est une allusion à une publication bien connue dont l'intérêt pédagogique n'est plus à prouver.

CadsolOnLine permet de réaliser des cadrans très compliqués, mais on peut aussi faire des choses simples et classiques.

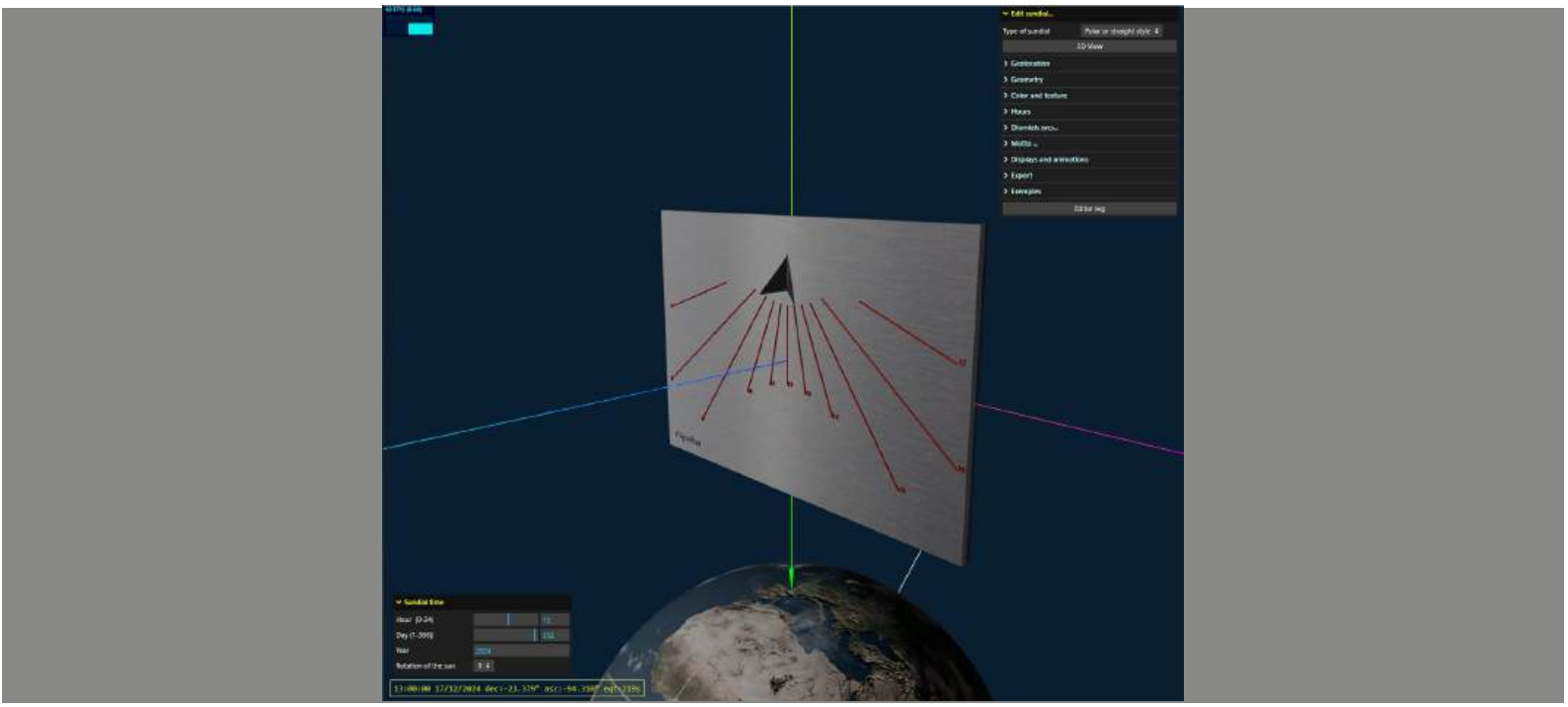
« On Line » signifie que le logiciel est en ligne sur le web. Pour l'utiliser, il suffit d'ouvrir votre navigateur habituel (Chrome est cependant conseillé) à l'adresse https://cadsol.fr ou de ***chercher CADSOL SUR GOOGLE*** (ou tout autre moteur de recherche), CadsolOnLine sort généralement en premier, bien que non sponsorisé, bien entendu…

Il faut ensuite ***CLIQUER SUR LE CADRAN DE LA PAGE D'ACCUEIL DU SITE,*** puis sur ***NOUVEAU CADRAN***. Par défaut, le logiciel est en anglais, mais les navigateurs peuvent traduire les menus dans n'importe quelle langue. Choisir le français, ou le japonais si ça vous amuse…

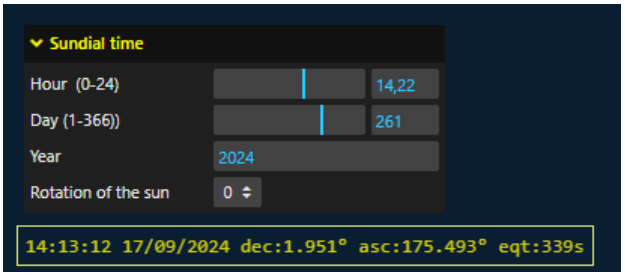
Vous devez obtenir l'écran ci-dessous. Téléphones déconseillés (écran trop petit) : utilisez un ordinateur, portable ou pas, et une souris. Plus l'écran est grand (et cher…), mieux c'est !

- Par défaut, vous avez obtenu la représentation en perspective d'un cadran donnant l'heure solaire, vertical, plein sud, situé à l'emplacement indiqué par la flèche verte sur la sphère terrestre. L'ombre du style triangulaire est sur 13 h.
- Le tracé des heures solaires dépend de la latitude. Vous devez donc utiliser le sous-menu ***GÉOLOCALISATION*** du menu de droite pour préciser la latitude de votre cadran (en degrés décimaux). Ou, plus simplement, donnez une adresse ou un nom de ville ou de commune et cliquez sur le bouton : ***RECHERCHE PAR ADRESSE***.
- Pour choisir les dimensions du cadran, la position, la forme et la hauteur du style utiliser le sous-menu : ***GÉOMÉTRIE***
- Pour voir et imprimer un plan du cadran, cliquer sur le bouton : ***VUE 2D***

La rubrique ***FAQ*** du site vous donnera d'autres indications indispensables.



Le menu en bas à gauche permet de modifier l'*HEURE* (décimale) et le *JOUR* de l'année (de 1 à 365). Vous pouvez *FAIRE TOURNER LE SOLEIL* et observer le déplacement de l'ombre sur le cadran.



Les curseurs permettent deux types de déplacement : rapide (horizontalement) et lent (verticalement) suivant l'endroit où vous cliquez (sur le curseur ou le nombre).

Plus facile à faire qu'à expliquer, essayez !

Dans le menu *GÉOLOCALISATION*, faites varier la *LATITUDE* du lieu. Placez le cadran au pôle Nord ou au pôle Sud (latitude 90° ou -90°), vérifiez que le style polaire est toujours parallèle à l'axe de rotation de la Terre (en blanc sur l'écran). Vérifiez que dans l'hémisphère sud un cadran vertical utilisable doit être orienté vers le nord, pour cela choisissez une *DÉCLINAISON* de 180° (ou -180°) dans le sous-menu *ORIENTATION* du menu *GÉOMÉTRIE*.

Placez le cadran sur l'équateur (latitude 0°), et constatez qu'un cadran vertical ne peut donner l'heure que la moitié de l'année (en faisant varier le *JOUR* dans le petit menu de gauche).

Si vous désirez un cadran horizontal, passez dans le menu : *GÉOMÉTRIE*, puis le sous-menu : *ORIENTATION* et mettez l'*INCLINAISON À 0°*.

Constatez qu'un cadran horizontal placé sur l'équateur donne l'heure toute l'année.

D'une façon générale il faut *ESSAYER TOUS LES MENUS ET SOUS-MENUS*.

Cliquez pour activer les commandes. L'effet est le plus souvent immédiat sur la représentation *3D*.

Si vous êtes perdu, vous pouvez toujours fermer votre navigateur et recommencer à zéro. Aucun risque. L'ordinateur ne va pas vous exploser à la figure…

Une *AIDE* (en jaune) apparaît parfois en haut de l'écran quand vous survolez une commande, prendre le temps de lire les menus et les indications affichées…

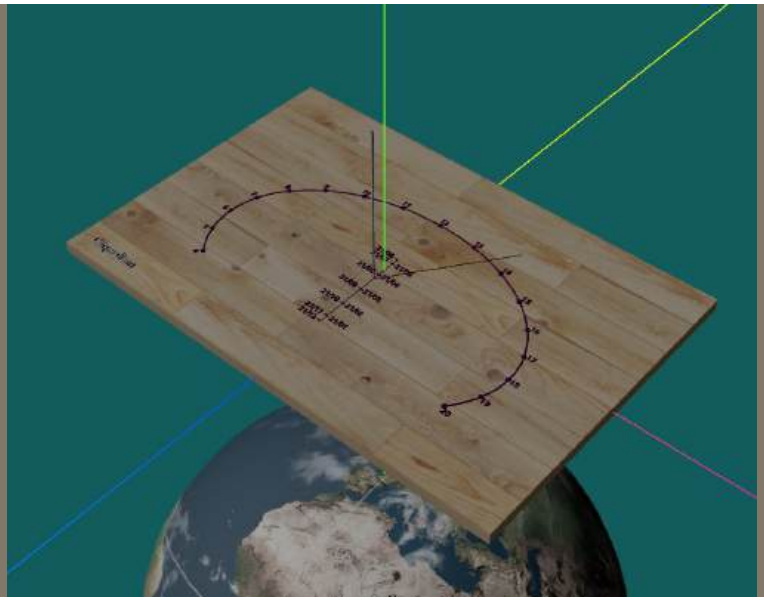
Si vous voulez un autre type de cadran, un cadran analemmatique par exemple, utilisez la rubrique *TYPE DE CADRAN SOLAIRE* (en haut du menu droit) et cliquez sur *CADRAN ANALEMMATIQUE* dans la liste déroulante obtenue. Le style doit être déplacé, en fonction de la *DATE*. Pour cela, utilisez le menu en bas à gauche.

Pour changer un peu, j'ai choisi un papier peint vert dans le menu *AFFICHAGE ET ANIMATIONS* et la texture bois dans le menu *COULEURS ET TEXTURE*.

Essayez toutes les commandes du menu *AFFICHAGES ET ANIMATIONS* (en particulier *VOIE LACTÉE*, très joli…)

Voyez ensuite les *EXEMPLES*, une nouvelle fenêtre du navigateur s'ouvrant à chaque fois que vous choisissez un exemple particulier.

Vous trouverez sur le site cadsol.fr les *DÉMONSTRATIONS (EN VIDÉO)* de tous ces exercices.



Jean-Luc Astre jeanluc.astre@gmail.com a été un professeur de mathématiques (en lycée) s'intéressant à beaucoup d'autres choses : astronomie, informatique, biologie moléculaire… Il a commencé le codage de Cadsol https://cadsol.fr dans les années 90.

LES ANTIQUES CADRANS SOLAIRES DE SICILE

Maria Luisa Tuscano

Le portrait de la gnomoniste italienne Maria Luisa Tuscano a été dressé dans le numéro 4 de ce magazine. Elle a accepté aujourd'hui de partager avec nous ses connaissances sur les anciens cadrans de Sicile, une île qui lui tient à cœur depuis sa naissance…

La position particulière de la Sicile dans le bassin méditerranéen a favorisé l'émergence de flux culturels avec les anciennes traditions grecques, arabes et moyen-orientales, dont elle a assimilé les valeurs au cours des différentes phases de sa colonisation.

La vision cosmologique des cultures antiques s'est donc développée dans ce contexte, notamment en ce qui concerne la perception du temps et de sa mesure.

Il est donc naturel que certaines méthodes anciennes pour concevoir et construire des cadrans solaires, mentionnées par Vitruve dans le chapitre IX de son livre *De architectura*, se retrouvent dans les découvertes archéologiques des collections siciliennes.

Les cadrans solaires, retrouvés lors de fouilles archéologiques en Sicile, peuvent être rattachés à trois types de la liste de Vitruve : l'*hemispherium*, l'*hemicyclium* et le *conus*. Leur invention est attribuée respectivement à Aristarque de Samos (310 env. - 250 av. J.-C.), à Bérose (IV^e^ - III^e^ siècle av. J.-C.) et à Dionysodore (I^er^ siècle env. av. J.-C.).

Il s'agit d'instruments réalisés à partir d'un bloc de pierre avec une concavité, en forme de demi-sphère (scaphé) ou conique, représentant la sphère céleste à l'envers.

Le gnomon était un index en métal, placé de manière à ce que son extrémité puisse coïncider avec le centre de la sphère.

Les musées de Palerme, Syracuse, Messine (Caronia), Aidone (Morgantina), Agrigente et Centuripe conservent des vestiges de ce type de cadran, couvrant une période allant du IV^e^ siècle av. J.-C. au IV^e^ siècle après J.-C.

La transcription par Athénée d'un des écrits de Moschion nous apprend que dans le somptueux navire *Siracusia*, commandé par Hiéron, il y avait un cadran solaire près de la bibliothèque, semblable à celui qui existait déjà à Syracuse dans le quartier d'Acradina.

Même parmi les cadrans solaires miniatures exposés au musée Paolo Orsi de Syracuse, au moins un est daté du IV^e^ siècle avant J.-C., ce qui confirme l'existence d'instruments gnomoniques en Sicile avant le transfert du cadran de Catane à Rome par Valerius Messalla à la fin de la première guerre punique.

Bien que moins ancien, le cadran de Tyndaris, exposé dans la collection du musée archéologique Antonino Salinas de Palerme et daté du I^er^ siècle après J.-C., constitue une pièce très rare, peut-être unique en son genre, car il est constitué d'un bloc de pierre (54 cm X 49 cm X 28 cm) avec quatre scaphés, deux coniques et deux hémisphériques, encore en excellent état, en notant, toutefois, l'absence des gnomons.



Cadran de Tyndaris - Musée Antonino Salinas à Palerme

La pièce archéologique du musée de Tenos, réalisée à partir d'un bloc de pierre par l'astronome et ingénieur macédonien Andronicus de Cyrrhus, concepteur de la Tour des Vents à Athènes, est également équipée de quatre cadrans solaires, dont seulement deux sont des scaphés et deux sont dessinés sur des surfaces planes.

J'ai décrit la découverte de Tyndaris (aujourd'hui Tindari) dans mon récent livre *Urania Panormita*[1], en me référant également à

[1] Maria Luisa Tuscano-Urania Panormita. Storie di cielo in città-Aracne-Collana Ricerca e documentazione, Fondazione Aldo Della Rocca-2023

des études antérieures et j'ai eu l'occasion d'en parler récemment lors d'une réunion publique au musée Salinas.

Malheureusement, nous ne disposons pas de pièces relatives aux deux cadrans solaires que Vitruve attribue à deux Siciliens : le syracusain Scopas (Ier siècle av. J.-C.), inventeur du *plinthium sive lacunar*, et le palermitain Andreas (IIIe siècle av. J.-C.), inventeur du *pros pan clima*.

Un grand débat s'est engagé sur les caractéristiques de ces deux cadrans solaires.

Pour le premier, les historiens siciliens du XIXe siècle identifient son modèle à celui du polyèdre réalisé à la fin du XVIIIe siècle dans la fontaine centrale de la Villa Giulia à Palerme.

Si c'est le cas, il est possible qu'il ait été sculpté à l'origine dans un stylobate (soubassement) dont la face supérieure comportait une niche basse destinée à accueillir la base d'une colonne.

Pour le *pros pan clima*, il y a diverses possibilités : le cadran équatorial et le cadran polaire qui fonctionnent tous les deux à différentes latitudes en changeant l'inclinaison du cadre. Il existe également des cadrans solaires portables. Datant des premiers siècles de notre ère, ils permettent de mesurer la hauteur du soleil et certains fonctionnent à différentes latitudes, comme en attestent des études approfondies sur le sujet.

Scopas et Andreas étaient en communication avec des mathématiciens égyptiens, notamment Andreas, herpétologue, qui a rencontré Ératosthène lors de ses séjours en Égypte pour étudier le venin des reptiles

Par souci de vérité, le cadran solaire pour toutes les latitudes est également attribué par Vitruve à l'Égyptien Théodose (IIe siècle av. J.-C.), auteur d'un traité sur la sphère, dont il fut peut-être aussi l'inventeur sans connaître celui d'Andreas.

Dans la crypte de la cathédrale de Palerme, qui abrite plusieurs sarcophages romains, se trouve un autre cadran solaire de la liste de Vitruve : le *pelecinum*. Ce cadran en forme de bivalve est visible sur le sarcophage (photo ci-dessous) sur lequel sont représentés en haut-relief deux époux, Apollon et les neuf Muses. À côté d'Uranie tenant la sphère céleste se trouve Melpomène et en-dessous ce rare cadran solaire que l'on trouve fréquemment sur les urnes funéraires.

Sa forme est assimilée à celle d'une hache, mais dans mon livre déjà cité j'ai proposé une autre interprétation en reconnaissant plutôt les caractéristiques d'un papillon. Pour les anciens, la métamorphose du papillon était l'expression de la renaissance et donc de l'éternité, une symbolique qui me semble cohérente avec le culte des morts et qui motiverait la présence de ce symbole sur les sarcophages.

Maria Luisa Tuscano mltuscano@gmail.com est née à Palerme où elle a enseigné les sciences naturelles à l'Institut Supérieur Ettore Majorana et s'est installée à Turin depuis quelques années. Depuis 1988, elle s'intéresse à la gnomonique, conduisant de nombreuses études, préparant le projet de cadrans solaires, et publiant des ouvrages. Associée à l'INAF – OAPa, elle continue à partager ses connaissances par le biais d'articles et de conférences.



Sarcophage dans la crypte de la Cathédrale de Palerme avec le pelecinum

L'HORLOGE SOLAIRE DU LYCÉE STENDHAL DE GRENOBLE

Catherine Becquaert

L'Horloge solaire du lycée Stendhal de Grenoble est un cadran solaire à réflexion unique au monde. Elle fut réalisée en 1673 par le père jésuite Jean Bonfa. Catherine Becquaert nous invite ici à mieux connaître cette réalisation et pourquoi pas, envisager de la visiter !

Cette œuvre impressionnante couvre 100 m² de murs et plafonds entre le premier et le second étage de l'escalier principal du lycée. Elle a fait l'objet de plusieurs restaurations dont la dernière, dans les années 1990, a permis de retrouver la fraîcheur de la fresque initiale.

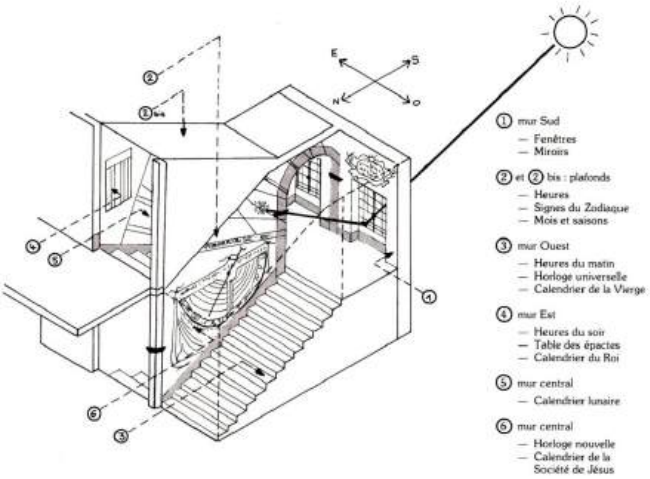


LA CRÉATION DE L'HORLOGE SOLAIRE

Jean Bonfa, né à Nîmes en 1638, enseigna en Avignon la théologie et les mathématiques. Dans ce collège, il avait pu admirer le cadran solaire à réflexion peint par le père Kircher (1602-1680) et dont il ne reste que quelques traces dans l'actuelle bibliothèque Ceccano d'Avignon.

Il publia de nombreuses observations astronomiques en liaison avec le célèbre astronome Cassini. On lui doit aussi un traité sur les cadrans solaires mais hélas aucun écrit sur celui de Grenoble. Il mourut en Avignon en 1724.

À son arrivée au collège des Jésuites de Grenoble en 1672, il traça en seulement une année des lignes horaires et décora l'escalier pour nous laisser cet exceptionnel cadran solaire (appelé horloge solaire à cette époque).



FONCTIONNEMENT DE L'HORLOGE SOLAIRE



Cette horloge solaire est un cadran solaire à réflexion : un petit miroir, fixé sur l'appui de chacune des deux fenêtres de la façade sud, réfléchit le rayon du Soleil qui vient faire une tache lumineuse sur un mur ou sur le plafond.

Au fil des heures cette tache se déplace et passe sur les différentes lignes tracées. On peut ainsi lire l'heure solaire - parfois à quelques secondes près - L'heure est indiquée au bout des lignes noires épaisses. Les lignes plus fines indiquent une demi-heure.

La correction pour avoir l'heure de nos montres se calcule suivant le principe valable pour tous les cadrans solaires : ajouter 1 h en hiver, 2 h en été, tenir compte du décalage de longitude avec Greenwich et ajouter la correction donnée par l'équation du temps.



Ci-dessus la tache lumineuse reflétée par le miroir de la fenêtre côté est vient de passer la ligne de 1 h et indique 1 h 10 environ. Les heures 2 et 3 sont marquées au bout des épaisses lignes noires suivantes.

La tache lumineuse permet aussi de connaitre le nombre d'heures écoulées depuis le lever du Soleil (lignes jaunes) ou le coucher du Soleil de la veille (lignes rouges), ainsi que le jour (approximativement), le mois, la saison, le signe du zodiaque (lignes rouges et vertes) et, pour certaines époques de l'année, l'heure du lever, du coucher du Soleil, du commencement de l'aurore et de la fin du crépuscule (lignes en pointillés). L'entrée dans une maison céleste (découpage du ciel qui ne sert que pour l'astrologie) est indiquée par une fine ligne noire horizontale.



Vers midi les deux miroirs reflètent chacun une tache lumineuse sur les plafonds – en donnant la même heure (visible ci-dessous à 1 h).



Sur le cartouche de gauche on peut lire la devise du cadran (Pour le temps présent et l'éternité). Le cartouche de droite explique le fonctionnement du cadran.

Plusieurs tables, illustrées colonne suivante, sont en outre peintes sur les murs.



L'Horloge universelle qui donnait l'heure dans différentes parties du monde



Un Calendrier lunaire qui, associé à une table des épactes, permet de calculer l'âge de la Lune



L'Horloge nouvelle qui détermine la position de la Lune en fonction de celle du Soleil et réciproquement

D'autres tables enfin ne sont pas illustrées ici : le Calendrier de Marie (la tache lumineuse passe le matin à leur date sur les fêtes de la Vierge) et le Calendrier du Roi (qui relate des évènements importants du règne de Louis XIV).

Catherine Becquaert, professeure agrégée de mathématiques ancienne enseignante au lycée Stendhal, a réalisé une brochure explicative (28 pages, format A5) présentant en détail le fonctionnement de l'Horloge. On peut se la procurer par HelloAsso[1] ou en envoyant un mail à horloge.solaire.stendhal@gmail.com ou à Grenoble à la librairie Arthaud ou encore à l'Office du tourisme qui propose aussi des visites périodiques.

[1] https://www.helloasso.com/associations/horloge-solaire-du-lycee-stendhal

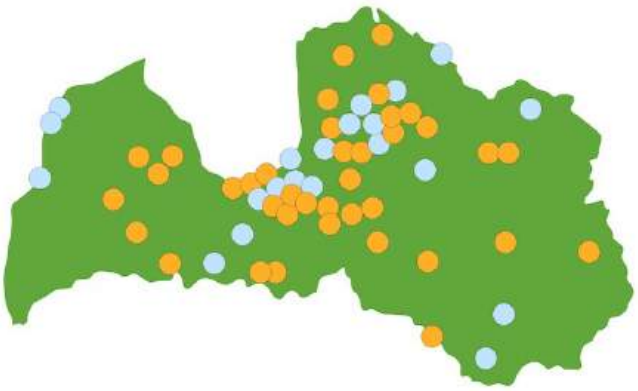
LES CADRANS SOLAIRES DE LETTONIE

Martins Gills

A-t-on réalisé et réalise-t-on encore des cadrans solaires dans des zones septentrionales de l'Europe, situées à près de 60° N ? Oui, en particulier en Lettonie, pays balte dont l'auteur nous invite ici à découvrir le patrimoine gnomonique.

Il est possible que seuls quelques lecteurs de ce magazine soient allés en Lettonie et y aient vu des cadrans solaires. La Lettonie est l'un des trois États baltes situés entre l'Estonie au nord et la Lituanie au sud. La majeure partie du territoire correspond à la zone comprise entre 56°-58° N et 21°-28° E. La situation géographique crée une situation typique de l'Europe du Nord - une grande partie de l'année est nuageuse et pendant la période hivernale, les jours sont courts et le Soleil est très bas au-dessus de l'horizon.

Néanmoins, il existe 60 cadrans solaires accessibles au public en Lettonie. Il vous faudrait au moins 3 jours complets pour les visiter tous. Comme la plupart d'entre eux se trouvent en dehors de la capitale Riga, soyez prêt à visiter plusieurs petites municipalités !



On estime généralement que les cadrans solaires comme instruments de mesure du temps sont apparus sur le territoire de la Lettonie actuelle pendant la période dite allemande, du XII^e^ au XV^e^ siècle.

Les chansons folkloriques lettones qui remontent à l'époque préchrétienne font en effet référence aux changements solaires au cours de l'année et à la trajectoire du Soleil au cours de la journée, mais il n'existe aucune preuve d'un dispositif de mesure du temps fondé sur le Soleil.

Les plus anciens cadrans solaires découverts lors de fouilles archéologiques remontent au XV^e^ siècle. Toutes ces découvertes ont été faites dans les ruines des anciens châteaux de pierre et de brique.

On pense que de nombreux cadrans solaires ont été perdus pendant les deux grandes guerres du XX^e^ siècle, car il existe des références textuelles et visuelles de cadrans solaires dans les églises et les bâtiments municipaux. Actuellement, seuls deux cadrans solaires ont survécu à leurs emplacements d'origine - tous deux sur les murs d'églises (à Cesis et Straupe). D'autres cadrans solaires accessibles de nos jours sont soit placés dans des musées, soit conçus à la fin du XX^e^ siècle ou au début du XXI^e^ siècle.

Pour référence, je recommande d'utiliser Sundial Atlas (https://sundialatlas.net) qui contient les informations les plus complètes sur les cadrans solaires de Lettonie - il fournit des images et emplacements précis des cadrans solaires. En mars 2025, la Lettonie comptait 78 cadrans solaires, dont des cadrans dans divers musées, ainsi que dans des territoires privés avec des emplacements approximatifs.

Comme dans d'autres parties du monde, les cadrans solaires ne sont plus aujourd'hui fabriqués dans le seul but de donner l'heure. Leur fonction supplémentaire importante est de servir de symbole ou d'élément de décor pour le bâtiment, le parc ou la ville.

Par exemple, le cadran solaire de Varaklani (celui « avec le renard ») situé sur la place principale de la ville apparaît fréquemment dans les reportages télévisés de cette ville et peut même, pour ceux qui ne sont jamais allés à Varaklani, servir d'ancrage visuel pour cette ville. Un autre exemple est le cadran solaire de Kandava. Il se présente sous la forme d'un livre ouvert dédié au philologue letton Karlis Milenbahs et, les jours nuageux, sert d'objet de décor pour prendre des selfies ou des photos de groupe.

Plusieurs musées possèdent des cadrans solaires dans leurs collections. Il s'agit principalement de cadrans solaires portables originaires de Nuremberg ou d'Augsbourg. Par exemple, le Musée de l'histoire et de la navigation de Riga possède un cadran solaire réalisé par Nicolas Bion (1652 - 1733). Le Musée du château de Turaida a réalisé une reconstitution de deux cadrans solaires des XV^e^ et XVI^e^ siècles découverts par des archéologues : un cadran solaire horizontal et un cadran canonial. De

même, un musée d'Aizkraukle a réalisé un nouveau cadran solaire reprenant deux fragments d'un cadran solaire du XVe siècle.

Il est intéressant de noter que les cadrans solaires analemmatiques suscitent un intérêt périodique de la part des architectes et des paysagistes. Ils ont été réalisés aussi bien dans des zones rurales (par exemple à Priekuli) qu'au cœur même de la capitale de la Lettonie (objet « Origo Universi »). Cet intérêt est motivé par la conviction qu'il est important d'inviter les gens à effectuer une activité au lieu de leur donner immédiatement l'information. Bien que plusieurs types de cadrans solaires interactifs soient possibles, jusqu'à présent seuls les cadrans analemmatiques ont trouvé leur place.

Lorsqu'un nouveau cadran solaire est fabriqué, l'une des décisions les plus difficiles pour les acquéreurs est de décider quelle heure sera affichée par le cadran solaire. Il existe désormais des cadrans solaires indiquant l'heure solaire locale, l'heure d'hiver du fuseau horaire, l'heure d'été du fuseau horaire, ou des combinaisons de ces systèmes horaires affichées côte à côte par le cadran. Certains cadrans solaires ont également une courbe d'équation du temps, bien que dans la majorité des cas les gens ne souhaitent pas de choses compliquées.

L'une des combinaisons les plus intéressantes de deux cadrans solaires avec une fonction gnomonique spéciale se trouve peut-être à Rundale. Le mur cylindrique de l'amphithéâtre en plein air abrite deux cadrans solaires, l'un indiquant l'heure solaire locale, l'autre les heures jusqu'au coucher du Soleil.

Le cadran solaire récemment fabriqué pour le musée Saldus dédié à l'artiste Janis Rozentals comporte deux moitiés de deux lignes de date : l'une correspondant à l'anniversaire de l'artiste et l'autre de sa femme Elli Forssell.

Si vous visitez la Lettonie, n'hésitez pas à me contacter à propos des cadrans solaires !

Martins Gills saulespulkstenis@gmail.com a conçu à ce jour environ 50 cadrans solaires : cadrans permanents (ils sont indiqués par un cercle jaune orangé sur la carte de la page précédente), portables et de type carte postale. Il organise également une exposition itinérante et donne des conférences sur les cadrans solaires. En 2008, il a créé le site https://saulespulkstenis.lv (en letton) consacré aux cadrans solaires et a conçu le premier cadran solaire pour espace public. En outre, il participe aux projets de la Société astronomique de Lettonie, au magazine d'astronomie *Zvaigznota Debess* (Le ciel étoilé) https://www.lu.lv/zvd. Il est enfin membre de la British Sundial Society et de la North American Sundial Society.



Cadran solaire à Saldus



Cadran solaire à Varaklani





Cadran solaire à Kandava

Cadran solaire à Priekuli



Cadran solaire à Koceni

UNE FLEUR GNOMONIQUE

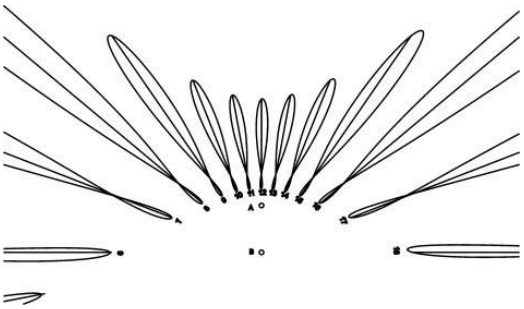
Yves Opizzo

Un cadran horizontal ou vertical « classique », avec lignes horaires et courbes de l'équation du temps ? Et si nous laissions aller notre imagination et qu'avec un peu de poésie nous créions une fleur ou un parterre de pétales ? L'auteur nous emmène à la découverte de son originale « fleur gnomonique »…

C'est un sujet un rien délicat que j'aborde aujourd'hui, mais la réalisation d'une telle fleur serait vraiment intéressante. J'en ai déjà rapidement parlé dans le livre « Le Rêve d'une ombre », mais des explications conséquentes sont nécessaires. En effet, si le résultat désiré peut devenir vraiment splendide, ésotérique, fantastique, le travail pour ce faire sera conséquent. Qu'à cela ne tienne ! Les lecteurs de ce magazine sont habitués à des difficultés surmontables et en voici une de plus. Donc, pourquoi faire simple, quand on peut faire compliqué ? Cela devrait rappeler quelques émissions bien sympathiques aux vieux de la vieille, dont je fais partie depuis longtemps ! Cela dit, l'idée de base est presque banale, puisqu'il s'agit de donner une forme à peu près arbitraire à un cadran solaire d'angle horaire normal, tout simplement en multipliant les styles. J'ai choisi dans cet article de créer un cadran possédant un style pour chaque courbe tracée. Vous avez deviné : cela permet en effet de donner une forme bien spéciale au résultat, par exemple le dessin d'une fleur, peut-être pas une rose, mais une marguerite, oui ! N'oublions pas, c'est important : la marguerite n'est pas une fleur, mais un capitule, le rassemblement de centaines de petites fleurs, ce qui ne peut qu'augmenter l'efficacité de la pollinisation. Les pétales de la marguerite – les faux pétales –, sont en fait eux aussi des fleurs, spéciales. Alors pourquoi pas un style pour chaque faux pétale ? À partir de cette idée, vous n'aurez qu'à laisser votre imagination jouer et votre cadran sera pièce unique garantie. Nous verrons facilement par la suite que les courbes en 8 des demi-heures peuvent ainsi ne plus chevaucher du tout les courbes des heures pleines ! Cela permettra à qui le voudra d'obtenir un cadran Marguerite (le M s'impose) encore plus spectaculaire.

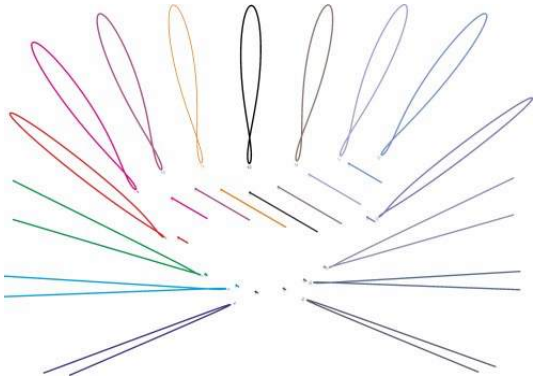
J'ai choisi, avec l'excellent logiciel de l'ami François Blateyron « Shadows » de créer une œuvre solaire originale pour Las Planas, le plateau surplombant ma chère ville de Nice. Mais c'est sans aucune importance et vous pouvez utiliser ce qui suit, où que vous soyez, même si la latitude est bien différente. Nice est à environ 43° de latitude nord. Haigerloch, où j'habite, est à 48°. Je relève la table de 5° du côté nord et le cadran est illuminé comme à Nice. Si vous vivez à Syracuse (37°), il faut relever le côté sud de 6°.

À l'aide d'un programme du type Corel Draw ou bien d'autres, il est aisé d'importer le tracé théorique afin de le travailler pour obtenir divers motifs, vraiment au choix, puisque chaque courbe peut avoir son style droit dédié. Je donne juste quelques exemples et vous devrez laisser faire votre imagination.



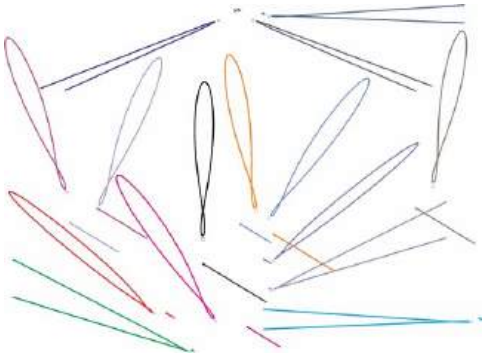
Dessin avec les courbes en 8

Voici par exemple ci-dessous la « fleur » éclatée dans un rectangle. Désirez-vous une œuvre d'art et de science gnomonique entre deux fenêtres de votre maison, en utilisant toute la place disponible ? C'est possible, en modifiant la taille de chaque courbe pour les faire toutes entrer dans un rectangle. Attention : le dessin reproduit ici est celui – rigoureux – d'un cadran horizontal. Mais créer l'équivalent pour un mur vertical n'est pas un problème du tout. Dans ce cas, les styles seraient tout simplement vers le haut du dessin. Nous verrons que le problème de la lecture – quel est le bon style ? – est élégamment résolu.



Cadran horizontal « éclaté ». Les traits sont la représentation horizontale du style droit de chaque courbe

Mais l'idée de la marguerite me plaît vraiment, alors j'ai tenté quelques essais différents, tous rigoureux, et tous à partir de la même base ! *Je t'aime un peu, beaucoup, passionnément…* et voici le cadran Marguerite effeuillée.



Marguerite effeuillée, dans le vent !
Je t'aime, comme la gnomonique.

Oui, c'est intéressant. Je l'ai même réalisé avec des aiguilles à coudre en place des styles. Le chas sert alors d'œilleton et c'est très bon. Malheureusement, les ombres parasites sont là bien délicates à éliminer. Vous pouvez cependant tenter l'expérience. Il serait possible, comme je l'ai fait par la suite, de supprimer les heures extrêmes, pour n'en retenir que sept ou huit. Réduire la taille des courbes et mieux les placer dans l'espace est une bonne solution aussi. Vous pouvez constater que les courbes sont semblables. Et il est possible de changer leur taille sans changer leurs proportions, style associé inclus, pour les placer autrement dans l'espace disponible. C'est une belle opportunité pour décorer un mur ou quoi que ce soit d'autre d'élégante façon.

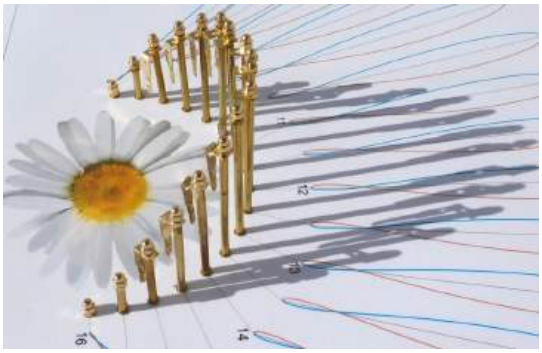
Mais mon envie de marguerite n'était pas rassasiée et j'ai franchi un pas supplémentaire, avec les courbes en 8 des demi-heures. Et là, la marguerite, calculée cette fois-ci pour 45° de latitude (bonne moyenne européenne) est devenue sublime ! Le résultat apparaît colonne suivante, tout d'abord en dessin informatisé, puis en photographie réelle, avec un Soleil allemand…

La table a été à peu près placée dans le méridien du lieu, relevée d'environ 3° du côté nord, comme indiqué précédemment. Les ombres sont nettes et faciles à différencier. Pour ce faire, j'ai ajouté sous la boule-vis un crochet (le tout en laiton) percé de deux trous. La lumière solaire nous indique directement quel est le style « utile », ce qui supprime la difficulté de lecture. Il est presque évident que dans le cas ci-contre, seul le style de 11 h 30 peut être le bon, puisqu'il est le seul à NE PAS projeter un point de lumière. La pointe de l'ombre a franchi la ligne bleue (hiver-printemps, le 2 février, équation du temps d'environ 14 minutes), et touche presque la droite de 11 h 30 TVL. Cette ombre indique environ 11 h 40, plus 25 minutes pour la longitude. Il était 12 h 15. Ce cadran n'est pas calculé pour atteindre la plus grande précision possible « entre les courbes ». Il faut dans tous ces cas interpoler. Mais si l'ombre tombe sur une courbe, alors la précision sera excellente.

Alors, à nouveau : à vos outils !



Dessin informatisé du cadran « Marguerite », avec les styles associés. Ce plan est rigoureux, pour Phi = 45°. Demi 8 bleu : hiver-printemps, rose : été-automnes



Et voici le résultat en photographie. Les styles droits forment un superbe diadème et leur ombre est fascinante



Plan et résultat final sont absolument identiques !

Yves Opizzo yves@opizzo.de a réalisé de très nombreux cadrans solaires et remporté à trois reprises un premier prix international pour ses réalisations. Il est l'auteur d'une quinzaine de livres et est membre du comité éditorial de ce magazine. Il est également professeur d'Aïkido (6e Dan). Pour en savoir plus, visiter son site http://opizzo.de/

DANS QUELLE DIRECTION SE LÈVE LE SOLEIL ?

David Alberto

« À l'est ! » ou « Vers l'est ! » répondrez-vous à cette question. Oui mais, selon la latitude du lieu considéré et la période de l'année (c'est-à-dire la valeur de la déclinaison du Soleil), on peut donner une réponse bien plus précise… L'auteur nous invite à le faire.

Vous savez sans doute déjà que le Soleil se lève à peu près vers l'est et se couche vers l'ouest. Les directions exactes de son lever et de son coucher varient au cours de l'année, mais dépendent aussi de la latitude où l'on se trouve.

VARIATIONS SAISONNIÈRES

Je vous propose de commenter la figure 1, tracée pour la latitude de 47° nord, qui illustre les variations saisonnières de la direction du lever et du coucher.

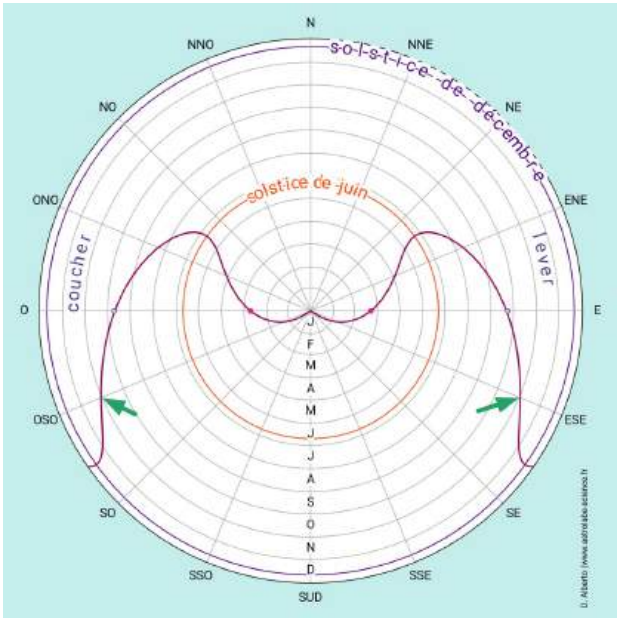


Fig.1 - Direction du lever et du coucher du Soleil, à la latitude 47° nord (centre de la France métropolitaine)

Sur le pourtour du cercle sont placés les points cardinaux. Vous pourriez poser cette page de votre magazine favori en alignant la figure sur la direction nord-sud locale, et en imaginant que vous vous trouvez au centre du cercle. La courbe en forme de pattes d'insecte donne la direction du lever et du coucher du Soleil. Pour en comprendre les variations saisonnières, les cercles concentriques constituent un calendrier, avec le 1er janvier au centre, le 1er février ensuite… et le 31 décembre au bord du cercle. Les cercles sont espacés de 30,4 jours, durée moyenne du mois.

Les directions du lever et du coucher du Soleil sont données par le point d'intersection entre la courbe et le cercle de la date.

Exemple de lecture (flèches) : le 1er novembre à cette latitude, le Soleil se lève à l'est-sud-est ; il se couche à l'ouest-sud-ouest.

La symétrie des courbes par rapport à l'axe nord-sud rend compte de la symétrie du mouvement diurne du Soleil par rapport au méridien local.

Dans cette figure, on a utilisé les approximations courantes en gnomonique : d'une part la déclinaison du Soleil est considérée constante au cours d'une journée ; d'autre part le Soleil est réduit à un point ; enfin la réfraction atmosphérique n'est pas prise en compte.

Au solstice de juin, la direction du lever atteint un maximum vers le nord-est. Au solstice de décembre au contraire, le Soleil se lève dans une direction proche du sud-est.

Les équinoxes de mars et de septembre sont repérés par des points colorés (roses et gris, respectivement). À ces dates, le Soleil se lève exactement à l'est et se couche à l'ouest.

INFLUENCE DE LA LATITUDE

La Fig.2 est tracée pour 7 latitudes de l'hémisphère nord.

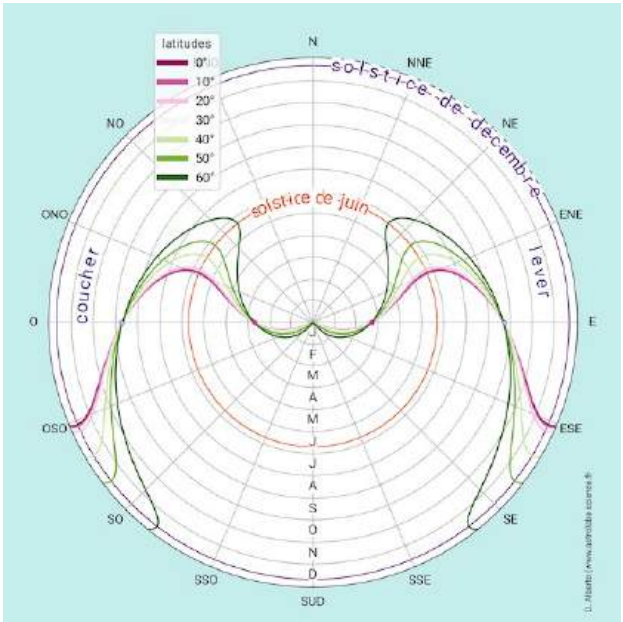


Fig.2 - Direction du lever et du coucher du Soleil pour plusieurs latitudes.

Elle montre que les directions extrêmes observées pour les solstices sont accentuées à mesure que la latitude augmente. Pour la latitude de 60° (Oslo, Norvège), le Soleil levant est à chercher à moins de 45° de la direction nord, au 21 juin, et à moins de 45° du sud, au solstice de décembre. Pour la latitude du cercle polaire arctique (66,6° - non représentée ici), les courbes du lever et du coucher se rejoindraient, signalant l'absence de coucher du Soleil au 21 juin et l'absence de son lever au 21 décembre.

À l'équateur, la direction du lever est à peu près contenue tout l'année entre ENE et ESE, plus précisément entre -23,4° et +23,4° qui sont les valeurs limites de déclinaison du Soleil.

On remarque également les points de convergence des courbes pour les équinoxes : le lever du Soleil à l'est à ces dates se produit pour toutes les latitudes.

Azimut et amplitude du Soleil

Pour repérer la direction du Soleil dans le plan de l'horizon, on définit l'azimut, dont l'origine est prise soit par rapport à la direction du sud, soit par rapport au nord. Il existe un autre angle utilisé spécifiquement pour la direction d'un astre sur l'horizon : c'est l'amplitude (Fig.3). On parle d'amplitude ortive pour la direction du Soleil au lever (définie par rapport à l'est), et d'amplitude occase pour celle du coucher (définie par rapport à l'ouest).

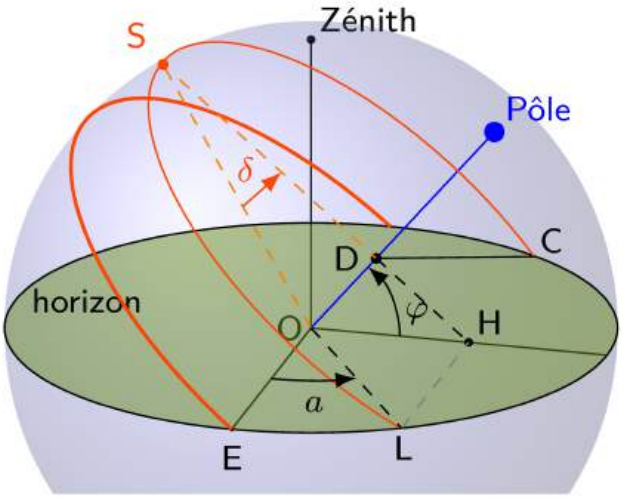


Fig.3 - L'amplitude ortive (a) d'un astre est définie comme l'angle entre la direction de son lever (L) et l'est (E). Les courbes orange indiquent le trajet diurne du Soleil par rapport à l'observateur situé en O, d'une part aux équinoxes (passant par E) et pour une date située entre fin mars et mi-septembre (passant par L).

Au cours de l'évolution des techniques de navigation astronomique, l'amplitude du Soleil a été utilisée par les pilotes pour déterminer la déclinaison magnétique locale. La boussole indique la direction du nord magnétique et non celle du nord géographique ; on désigne par déclinaison magnétique l'angle entre ces deux directions. Au cours des XVII[e] et XVII[e] siècles, il est apparu clairement que la déclinaison magnétique varie aussi bien dans l'espace que dans le temps.

Des ouvrages destinés aux pilotes ont progressivement intégré des tables d'amplitude calculées à l'avance pour plusieurs latitudes ou des échelles logarithmiques permettant de les calculer ; en mesurant à la boussole la direction du Soleil à son lever ou à son coucher, ils obtenaient une valeur différente de celle prévue par les calculs. La différence correspondait à la déclinaison magnétique, longtemps appelée variation de l'aimant.

Dans les journaux de voyages autour du monde du capitaine Cook (entre 1768 et 1779), on trouve de multiples références à cette technique. Par exemple : « The variation of the compass by this morning's amplitude was 14° 39' E » (1[er] voyage).

Calcul de l'amplitude

La Fig.3 sert du support pour démontrer la relation entre l'amplitude a, la latitude φ et la déclinaison δ.

La latitude est l'angle HOD, la déclinaison l'angle OSD, et l'amplitude l'angle EOL. En prenant le rayon de la sphère céleste égal à R = OL = OS, on a :

$$\begin{aligned} OD &= R \times \sin\delta \\ OH &= \frac{OD}{\cos\varphi} = R \times \frac{\sin\delta}{\cos\varphi} \\ OH &= R \times \sin a \\ \text{donc :} \quad & \sin a = \frac{\sin\delta}{\cos\varphi} \end{aligned}$$

Maquette pour l'amplitude du Soleil

La Fig.5 vous permettra de prévoir les directions du lever et du coucher du Soleil, pour différentes dates et pour une gamme de latitudes.

Chaque cercle correspond à une latitude. Les lignes parallèles sont placées selon la déclinaison du Soleil le 1[er] jour de chaque mois.

Placez cette maquette dans l'alignement nord-sud local, en respectant l'indication N-S de son axe transversal.

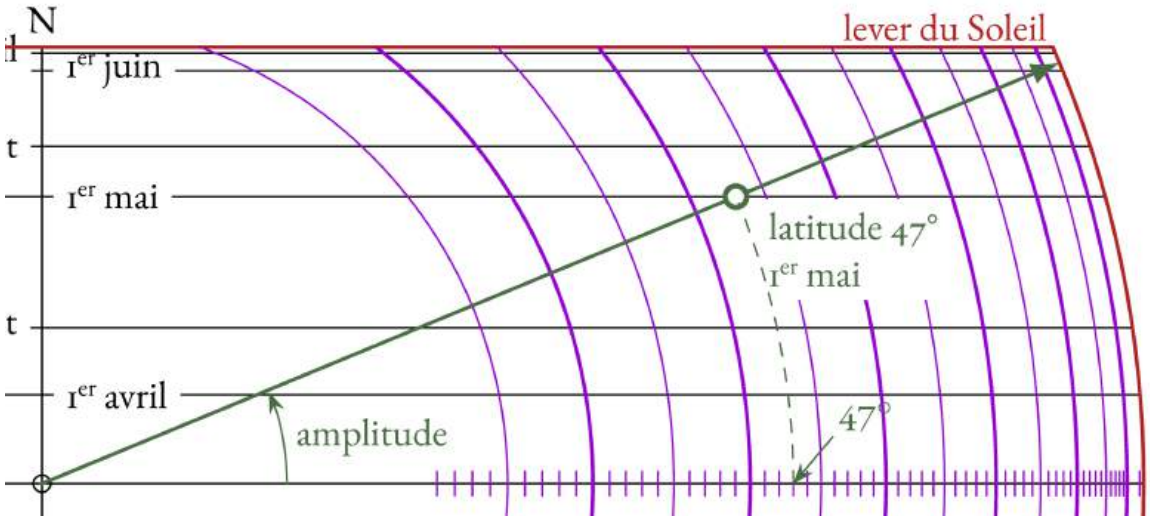


Fig.4 – La plus longue flèche montre la direction du lever du Soleil pour la latitude 47° le 1er mai. Le point se trouve à l'intersection du cercle de 47° et de la ligne parallèle du 1er mai.

Repérez les intersections du cercle de votre latitude avec la droite de la date choisie : les points d'intersection marqueront la direction du lever (à droite) et du coucher (à gauche) du Soleil.

L'axe est-ouest est gradué en latitude de degré en degré. Pour mieux repérer votre latitude, vous pouvez ajouter des arcs de cercle avec un compas, la pointe au centre de la maquette et le crayon sur la graduation de latitude. Il faudra un arc de cercle pour le lever et un autre pour le coucher.

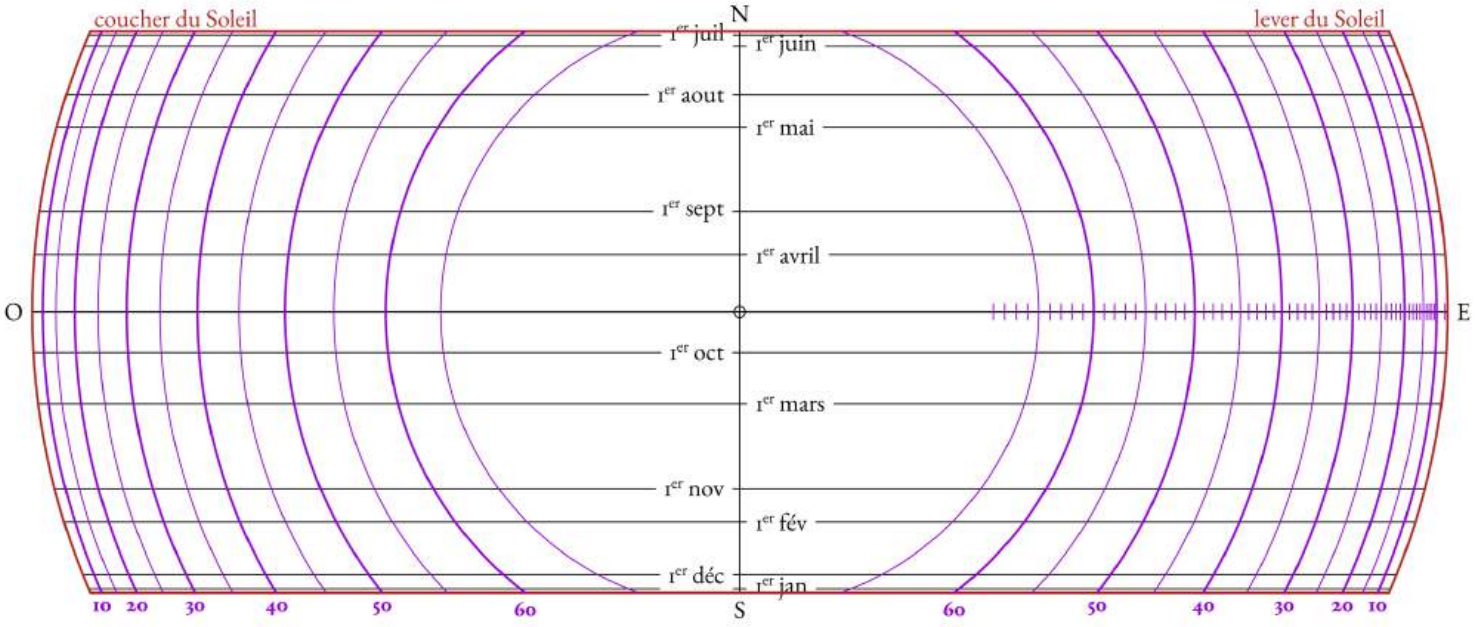
Avec un rapporteur centré sur la maquette, on peut lire la valeur des amplitudes ortive et occase.

Référence pour la maquette

Bernard Cura. *Compas universel lever et coucher du Soleil*. Cadran Info N°34, octobre 2016. Article à télécharger depuis le lien : https://ccs.saf-astronomie.fr/cadran-info/

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir https://www.astrolabe-science.fr/

Fig.5 - Maquette pour la direction du lever et du coucher du Soleil.



AU TOUR DE DEEPSEEK… Comité éditorial

Nous vous avons, dans ce magazine, déjà proposé de mesurer les progrès de l'IA, ou plus précisément des agents (ou robots) conversationnels tels que ChatGPT[1] de la société américaine OpenAI ou Le Chat[2] de la société française Mistral AI, sur des thèmes relatifs à la gnomonique et aux cadrans solaires.

C'est aujourd'hui au tour de DeepSeek (https://chat.deepseek.com/) de la société chinoise du même nom, dont l'annonce récente de la disponibilité a fait baisser la Bourse de New York…

Nous avons posé à DeepSeek, début mars, la question « Cela est-il pertinent d'avoir aujourd'hui un magazine consacré aux cadrans solaires ? ». La réponse (instantanée) ci-dessous est indéniablement solide (nous aurions probablement écrit quelque chose de similaire si l'on nous avait demandé pourquoi publier notre magazine aujourd'hui).

Définitivement, l'IA fait de rapides progrès, mais… sans pour autant à notre avis que les risques liés à son développement soient bien maîtrisés et ne fassent l'objet de mesures satisfaisantes pour les minimiser.

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2023/02/mag-CSpour-tous-n7_R-Torrenti.pdf
[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/03/mag-CSpour-tous-n12_1ersres-concours.pdf

Sortir un magazine consacré aux cadrans solaires aujourd'hui peut être pertinent à plusieurs égards, même si cela peut sembler niche ou anachronique à première vue. Voici quelques raisons pour lesquelles cela pourrait intéresser un public :

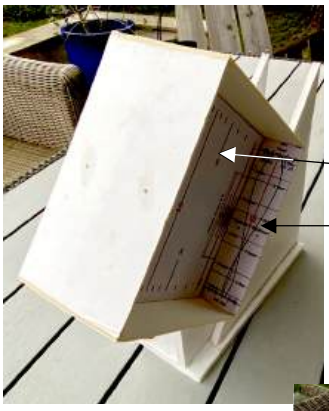
1. Histoire et culture : Les cadrans solaires sont des objets historiques qui racontent l'évolution des techniques de mesure du temps. Ils sont souvent liés à des périodes et des cultures spécifiques, ce qui peut attirer les passionnés d'histoire, d'archéologie ou d'art.
2. Science et éducation : Les cadrans solaires illustrent des principes astronomiques et mathématiques. Un magazine pourrait servir de support éducatif pour expliquer ces concepts de manière accessible, notamment pour les étudiants ou les amateurs de sciences.
3. Art et design : Beaucoup de cadrans solaires sont de véritables œuvres d'art, avec des motifs et des inscriptions complexes. Un magazine pourrait explorer cet aspect esthétique, attirant ainsi les amateurs d'art et de design.
4. Tourisme et patrimoine : Les cadrans solaires sont souvent des attractions touristiques, notamment dans les vieilles villes ou les sites historiques. Un magazine pourrait proposer des guides ou des itinéraires pour les découvrir, ce qui pourrait intéresser les voyageurs curieux.
5. Niche passionnée : Il existe une communauté de passionnés et de collectionneurs de cadrans solaires. Un magazine spécialisé pourrait répondre à leurs intérêts et créer un espace d'échange et de partage.
6. Durabilité et simplicité : Dans un monde de plus en plus numérique, les cadrans solaires représentent une manière simple et écologique de mesurer le temps. Cela pourrait résonner avec les personnes intéressées par des modes de vie plus durables ou minimalistes.

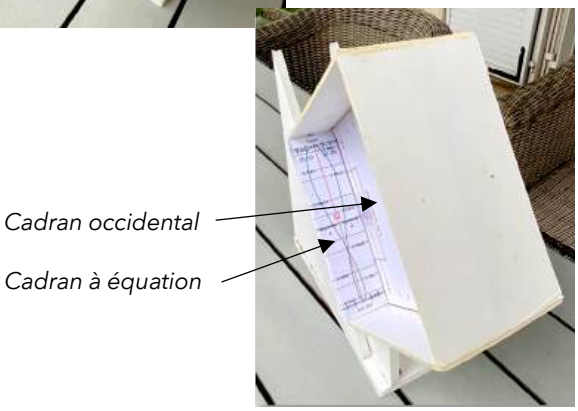
Cependant, la pertinence dépendra aussi de la manière dont le magazine est conçu et distribué. Un format numérique, par exemple, pourrait toucher un public plus large, tandis qu'un format imprimé pourrait viser un public plus spécialisé ou collectionneur. Enfin, un angle original (comme des interviews d'experts, des reportages sur des cadrans solaires insolites, ou des tutoriels pour en fabriquer) pourrait renforcer l'intérêt.

LE CADRAN SOLAIRE DE KITCHENER

Pierre Louis Cambefort

Connaissez-vous l'original et astucieux cadran solaire créé en 1875 par le lieutenant Horatio Kitchener des Royal Engineers *pour orner le jardin d'une demeure de Palestine[1] ? L'auteur en a réalisé une maquette pour mieux nous expliquer les détails de sa conception.*





Le « cadran de Kitchener » est constitué de 4 cadrans, représentés sur les photos ci-dessus : un cadran oriental et un cadran occidental, de chaque côté du plan principal du cadran et 2 cadrans identiques de type « cadran à équation » de l'abbé Guyoux, en position midi sur les plans annexes des bords inférieurs.

Le plan principal OABC du cadran, entouré sur ses 4 côtés par des bords larges, est situé dans le plan méridien du lieu.



Les côtés AB et OC sont parallèles à l'axe du monde, les côtés OA et BC leur sont perpendiculaires, inclinés d'un angle sur l'horizon de 90° - LAT (LAT est la latitude du lieu). Les 2 faces du plan OABC constituent le cadran oriental et le cadran occidental. Les bords larges inférieurs OC portent de chaque côté des « cadrans de l'abbé Guyoux », en position midi.

Notons L la demi-largeur des bords, H la hauteur du plan principal du cadran (côté OA ou BC) et P la largeur du plan principal du cadran (côté AB ou OC) .

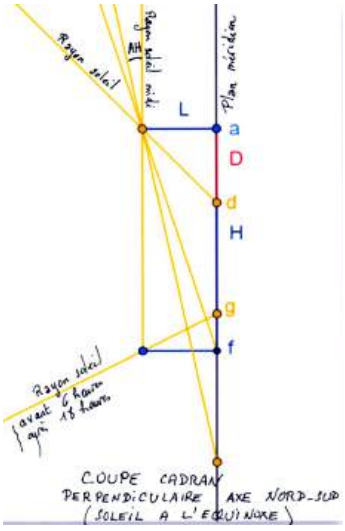
CADRANS ORIENTAL ET OCCIDENTAL

Le plan principal du cadran (de déclinaison gnomonique +/- 90°) donne l'heure solaire vraie par la ligne d'ombre du bord supérieur. Quelle que soit la déclinaison du Soleil, pour un angle horaire donné, le bord AB fait une ombre parallèle à son bord, donc parallèle à l'axe du monde. La distance de cette ombre au bord supérieur du plan du cadran est :

$$D = L/\tan(AH)$$

AH est l'angle horaire du Soleil

Cette distance correspond à la position (d) de la ligne horaire de la figure ci-contre.



Nota : on ne tient pas compte bien entendu des ombres des autres bords.

L'ombre du bord supérieur AB est nulle à 6 h et 18 h vraies : la ligne horaire 6 h - 18 h correspond à la position (a).

Cette ombre recouvre la totalité du plan du cadran pour une heure égale à :

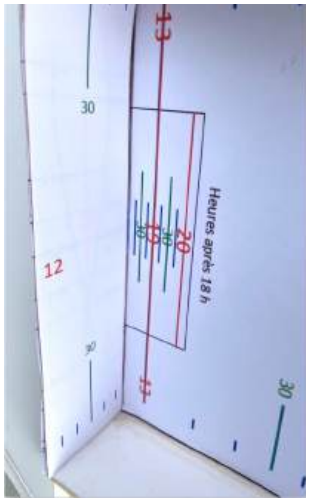
12 – 1/15 . arctan (L/H) ou 12 + 1/15 . arctan (L/H)

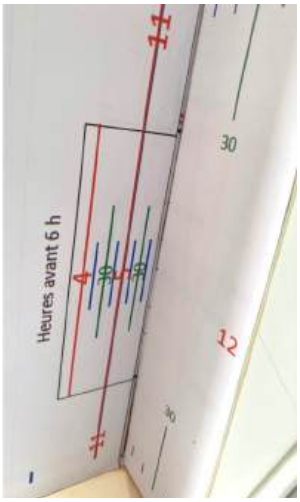
[1] BSS Bulletin - Volume 28(i) - March 2016

Pour L = 50 mm, H = 200 mm et P = 200 mm, ces valeurs sont : 11 h 4 min et 12 h 56 min.

Le Soleil ne crée une ombre du bord supérieur (coté AB) que s'il est au-dessus de ce bord. S'il est en dessous, il crée une ombre pour le côté opposé OC donc avant 6 h ou après 18 h, correspondant à la position (g) de la figure.

Les photos ci-après montrent le tracé de ces heures :

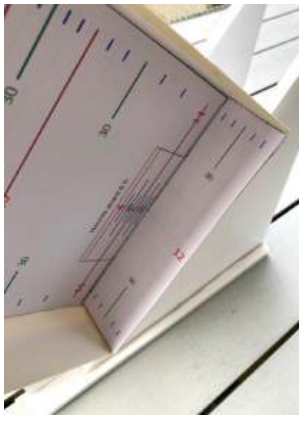


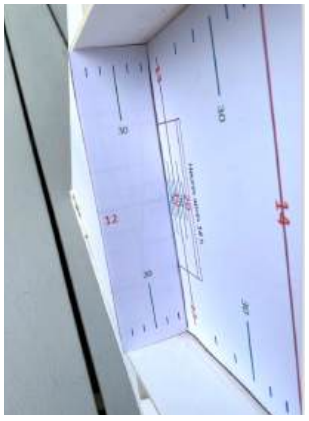


Les lignes horaires du cadran oriental sont identiques à celles du cadran occidental d'un point de vue des courbes, mais (bien évidemment) pas de leurs numérotations.

Aux alentours de midi, l'ombre du bord supérieur se propage sur la largeur du bord inférieur ; il en recouvre la totalité à midi. Dans un cadran oriental ou occidental classique, la ligne de midi n'existe pas, car le centre du cadran est rejeté à l'infini.

Ci-après une représentation de ces plans annexes, qui n'existent pas sur le cadran solaire de Kitchener.



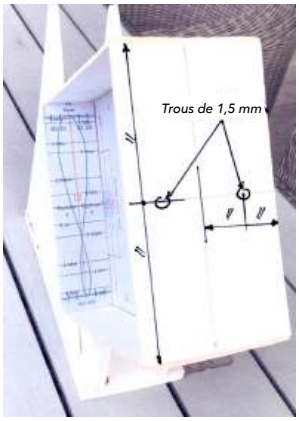


Sur de tels cadrans, il est impossible de représenter la courbe en huit de l'équation du temps et donc de lire l'heure solaire moyenne.

Profitons de la largeur du bord inférieur pour résoudre ce problème, et supprimons ces informations sur les plans des bords inférieurs, que nous allons remplacer par les informations suivantes, en accord avec le cadran solaire de Kitchener.

Cadran à équation de l'abbé Guyoux

Nous perçons 2 trous (d'un diamètre de 1,5 mm environ) au milieu des 2 demi-bords supérieurs, comme indiqué sur les figures ci-dessous.

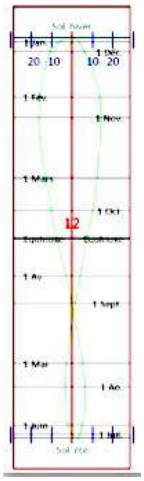


L'image du Soleil se projette sur les demi-bords inférieurs ; la ligne midi est verticale au milieu des deux demi-bords. Les informations d'heures valent : 12 – 1/15 . arctan (L/2/H)

et 12 + 1/15 . arctan (L/2/H)

Pour les valeurs sélectionnées, ces valeurs sont : 11 h 30 min et 12 h 30 min. Nota : la lecture de l'heure entre 11 h 4 min et 11 h 30 min (ou entre 12 h 30 min et 12 h 56 min) n'est pas prévue, car il faudrait prendre en compte les ombres sur les plans annexes des demi-bords inférieurs et cela compliquerait beaucoup les lectures.

Nous pouvons alors ajouter une courbe en huit, centrée sur la ligne midi ainsi définie au milieu des 2 demi-bords inférieurs. Le solstice d'hiver est situé en haut et les mois du 1er trimestre de l'année sont situés à gauche.



Nous traçons seulement la courbe en huit, pour qu'elle soit centrée sur la ligne verticale de midi ; elle permet de lire l'heure légale de Greenwich. Cela revient à faire un cadran solaire à équation de l'abbé Guyoux, réglé sur midi.

Pierre-Louis Cambefort pierre-louis.cambefort@orange.fr est ingénieur, artiste et gnomoniste. Un portrait détaillé lui a été consacré dans le numéro 1 du magazine.

UN PRÉCURSEUR DU SMARTPHONE ?

Ferdinando Roveda

Saviez-vous qu'il y a plusieurs siècles certains pouvaient se vanter d'avoir un précurseur du « smartphone » dans leur poche ? En fait une horloge de voyage bien ingénieuse que l'auteur nous propose de découvrir…

J'ai lu avec beaucoup d'intérêt l'article de Michèle Tillard « Archimède et l'astronomie » dans le numéro 15 de ce magazine et présentant notamment le mécanisme d'Anticythère[1].

En lisant cet article, je me suis souvenu d'un autre petit mécanisme couplé à l'horloge portable peut-être la plus curieuse de l'Antiquité connue sous le nom de *Pros Pan Klima*, « adapté à toutes les latitudes ». Bref, l'horloge de voyage par excellence, à utiliser en la tenant suspendue, de petites dimensions et pouvant fournir l'heure ancienne (temps ancien = 1/12 du temps du lever au coucher du Soleil). Bien entendu, les petites dimensions ne permettaient pas une grande précision de mesure, à tel point que certains auteurs le considèrent comme un « symbole de statut » à afficher.

Structurellement (figure 1), il était composé de trois parties principales :

- une partie externe, avec anneau de suspension (« mère » – en vert pâle),
- une partie interne et tournante (« lame » – en jaune),
- un équipage mobile et tournant, qui servait à la fois de gnomon et d'indicateur de temps (en blanc).

Pour fonctionner, cet instrument devait d'abord être calibré à la latitude du lieu où l'on se trouvait, en faisant tourner la partie interne (celle que l'on pouvait faire correspondre à la lame d'un astrolabe - en jaune sur la figure 1) jusqu'à ce que l'encoche de référence coïncide avec l'une des valeurs de latitude indiquées sur la base du support (en vert sur la figure 1, où elle est réglée pour une latitude de 45 °).

Il fallait ensuite amener l'équipage mobile (en blanc sur la figure 1) en correspondance avec la référence saisonnière, identifiée par la déclinaison du Soleil. La figure 1 représente la situation pour un relevé un jour avec une déclinaison solaire légèrement supérieure à celle équinoxiale (début avril ou début septembre).

L'instrument, ainsi réglé, devait être suspendu et orienté vers le Soleil de telle sorte que l'ombre générée par la partie supérieure de l'unité mobile (le gnomon proprement dit) recouvre exactement la partie inférieure de celle-ci, celle sur laquelle sont positionnées les encoches de mesure : de cette manière, l'heure pouvait être relevée. Dans la figure 1, vous pouvez lire l'heure IV (matin) ou VIII (après-midi).

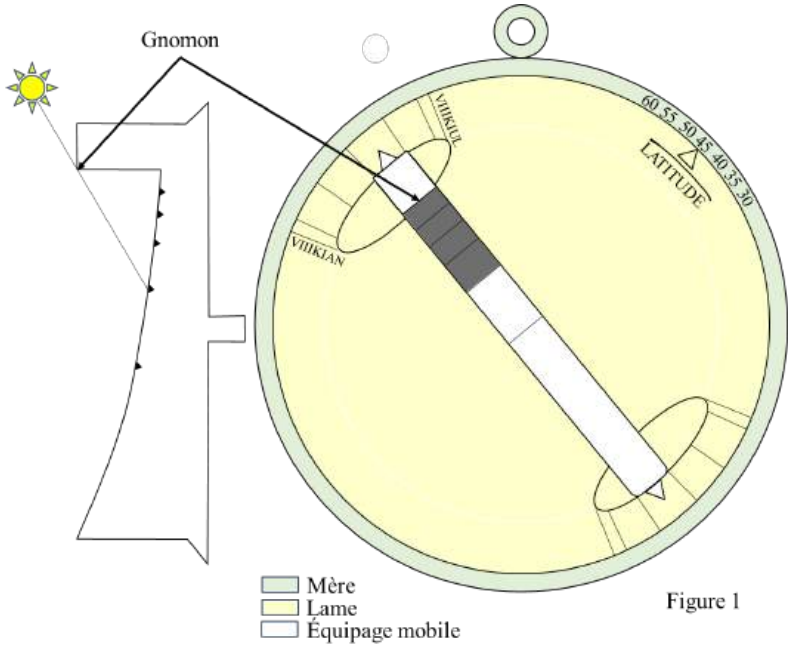


Figure 1

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/02/mag-CSpourtous-n15_M-Tillard.pdf

Une description plus détaillée, avec toutes les explications sur son fonctionnement, est disponible en ligne[2] [3]. J'ajouterais seulement que les latitudes des principaux lieux accessibles à cette époque étaient également indiquées au dos, une indication utile pour un étalonnage plus immédiat de l'instrument.

Cependant, il existait également une version « évoluée » de cette horloge : un exemplaire datant de la période byzantine (Ve – VIe siècle)[4], bien qu'incomplet, est conservé dans un musée anglais[2].

Mais heureusement il est également cité dans un ouvrage d'al-Biruni[5], et c'est précisément grâce à cet ouvrage qu'une description complète de l'instrument nous est parvenue.

En résumé, un sélecteur a été ajouté sur la face principale du Pros Pan Klima (figure 2), capable de tourner dans un seul sens grâce à un cliquet interne, et de sélectionner sept positions différentes, une pour chaque jour de la semaine.

Le sélecteur devait être tourné d'un clic chaque jour (identifiable par le symbole de la planète qui était censé influencer la première heure de ce jour) ; ce faisant, 8 engrenages contenus dans l'instrument étaient mis en mouvement.

Grâce à la conception correcte de ces 8 engrenages, le mouvement du sélecteur permettait d'obtenir quelques indications astronomiques utiles sur la face opposée de l'instrument :

- L'âge de la Lune (le nombre de jours écoulés depuis la dernière nouvelle lune),
- La phase de la Lune (sous forme graphique),
- La position de la Lune par rapport au zodiaque,
- La position du Soleil par rapport au zodiaque.

La figure 3 montre une schématisation de la face arrière de l'instrument, qui peut donc être considérée comme une version simplifiée et portable du mécanisme d'Anticythère.

En conclusion, aujourd'hui nous avons un smartphone dans notre poche et utilisons diverses applications, mais même à cette époque il y avait déjà ceux qui pouvaient emporter avec eux une petite calculatrice analogique avec un nombre limité d'« applications », celles raisonnablement plus utiles pour l'époque. Bref, posséder cet objet correspondait à avoir une sorte de smartphone *ante litteram* dans sa poche.

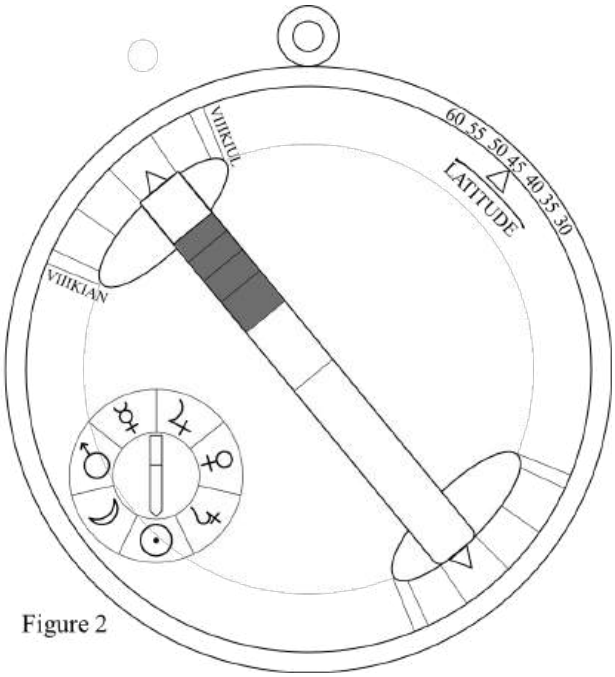


Figure 2

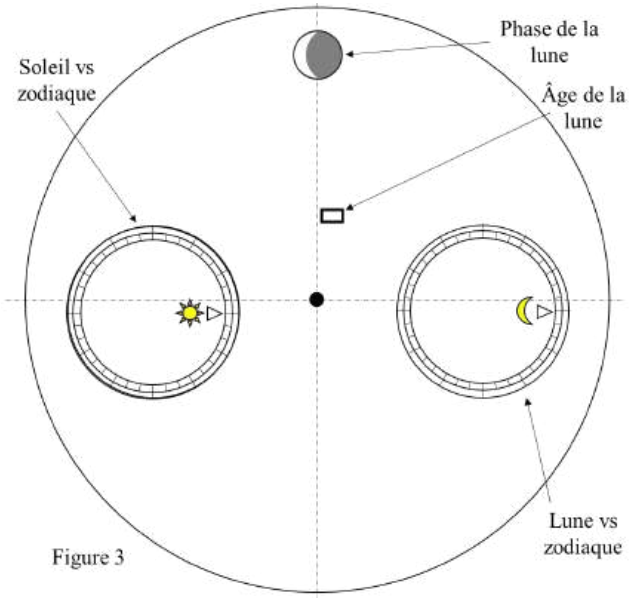


Figure 3

Ferdinando Roveda protokyte21@protonmail.com est ingénieur, passionné de gnomonique depuis son plus jeune âge : à 4 ans il fut attiré pour la première fois par un cadran solaire... il se consacre aujourd'hui, à Turin, à l'étude de la gnomonique.

[2] S. Johnston - www.mhs.ox.ac.uk/staff/saj/roman/
[3] Frank H. King - Analysis of a Roman portable dial - BSS Bulletin Volume 27(iii) - September 2015
[4] Pros Pan Klima « version de base » : https://www.youtube.com/watch?v=Z6p32Xq-vdk - Pros Pan Klima « version évoluée » : https://www.youtube.com/watch?v=eDQIpvtsRwY
[5] A. C. Sparavigna – The science of Al-Biruni - International journal of sciences – 2013 - https://iris.polito.it/retrieve/e384c42e-2e33-d4b2-e053-9f05fe0a1d67/V220131220-al-Biruni.pdf

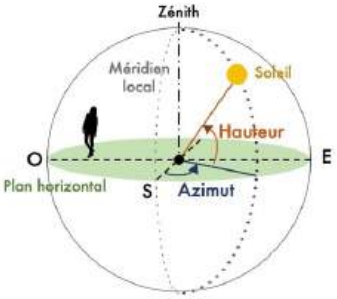
UN CADRAN DE HAUTEUR PARTICULIER…

Roger Torrenti

Après avoir rappelé les fondements de la conception d'un cadran solaire de hauteur, l'auteur revient sur le cadran en L des Égyptiens, que Ferdinando Roveda avait « décliné » dans un article précédent du magazine[1], et nous propose de nous en inspirer pour concevoir un cadran de hauteur facile à réaliser…

Est-il utile de rappeler que la position du Soleil dans la sphère céleste, à tout instant de la journée, est définie par deux angles :

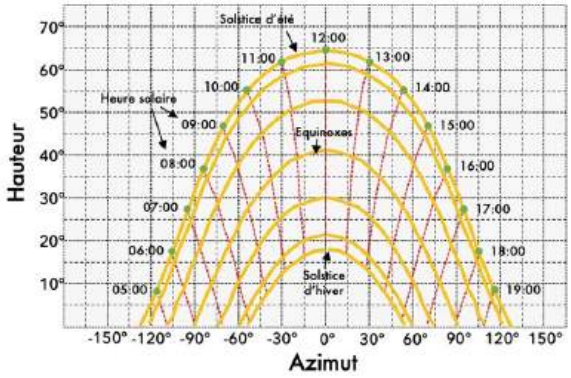
- Son azimut : angle que fait le plan vertical contenant le méridien du lieu et le plan vertical passant par le Soleil, le zénith, et le centre de la sphère céleste. Il varie vers l'est de 0° à -180° et vers l'ouest de 0° à +180°.
- Sa hauteur : angle que fait, avec le plan horizontal, la droite passant par le centre de la sphère céleste et le Soleil. Il varie, quand le Soleil est levé, de 0° à +90°.



Hauteur et azimut du Soleil

(schéma pour l'hémisphère nord)

La hauteur et l'azimut du Soleil dépendent logiquement, à une heure donnée de la journée, de la latitude du lieu et du jour de l'année (plus précisément de la déclinaison du Soleil). Pour une latitude donnée, au cours d'une journée, la hauteur du Soleil évolue selon une courbe symétrique par rapport à midi solaire (azimut égal à 0°), et varie peu autour de 12 h. En outre, du solstice d'été au solstice d'hiver la hauteur du Soleil suit une courbe de plus en plus réduite et l'amplitude en azimut diminue.



Courbes d'évolution de la hauteur et de l'azimut du Soleil pour une latitude moyenne de France métropolitaine (source https://solardata.uoregon.edu/SunPathChart.html)

Il existe bien entendu des formules, que l'on peut assez facilement démontrer, donnant les valeurs de la hauteur h du Soleil et de son azimut A en fonction du jour et de l'heure solaire, cette dernière étant définie par l'angle horaire H (qui peut facilement se traduire en heure solaire : à 6 h heure solaire, l'angle horaire du Soleil est de -90°, à 7 h de -75°, etc. alors qu'à 12 h il est de 0°, à 13 h de +15°, à 14 h de +30°, etc.). Ces formules sont :

$$h = \arcsin(\sin\delta \sin\varphi + \cos\delta \cos\varphi \cos H)$$

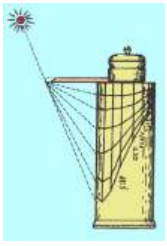
$$A = \arctan(\sin H / (\sin\varphi \cos H - \cos\varphi \tan\delta))$$

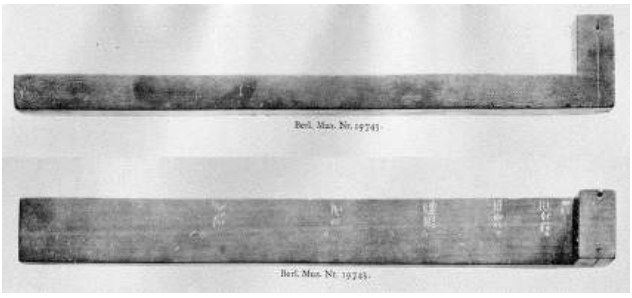
δ : déclinaison du Soleil, φ : latitude du lieu, H : angle horaire du Soleil

Depuis très longtemps, des « cadrans solaires de hauteur » (et par ailleurs aussi, bien entendu, des « cadrans solaires d'azimut ») ont donc été logiquement imaginés afin de connaître l'heure solaire à partir de la hauteur du Soleil.

Ces cadrans de hauteur sont tracés pour une latitude donnée. On peut se contenter de ne les tracer que pour une demi-journée, la courbe de la hauteur du Soleil étant symétrique par rapport à midi solaire. Ils doivent être orientés vers le Soleil (et ne nécessitent donc pas de boussole) et seront peu précis autour de midi solaire (car la hauteur du Soleil varie alors peu).

L'exemple le plus connu de cadran de hauteur est sans doute le cadran de berger, Illustré ci-contre, mais le plus ancien est probablement le « cadran en L » des Égyptiens, illustré ci-dessous.





« Cadran en L » de l'époque du pharaon Thoutmôsis III (XV^e siècle avant notre ère)

[1] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2024/08/mag-CSpour-tous-n13_F-Roveda.pdf

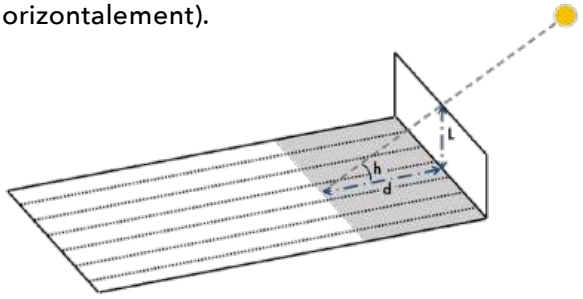
Cet objet, constitué d'un long parallélépipède rectangle et d'un petit pavé encastré à l'une de ses extrémités, comporte des graduations sur sa face supérieure. C'est de toute évidence un objet permettant de mesurer la hauteur du Soleil, lorsque l'objet est tenu horizontalement et placé dans la direction du Soleil, par l'ombre du coin supérieur du petit pavé sur le long parallélépipède.

Mais ce n'est pas un « cadran de hauteur » indiquant l'heure solaire, comme on peut le concevoir aujourd'hui (rappelons en particulier qu'à l'époque on n'utilisait pas des heures égales, d'une durée de 1/24e d'une journée). Les égyptologues et les gnomonistes s'interrogent d'ailleurs toujours sur la destination précise et le principe de fonctionnement d'un tel objet…

Inspirons-nous néanmoins de cet objet pour concevoir un cadran de hauteur indiquant l'heure solaire et facile à réaliser, et… retrouvons par la même occasion un cadran que les Japonais utilisaient déjà pendant l'époque d'Edo (*XVII*e – *XIX*e siècle) !

Prenons une feuille de papier cartonné (feuille bristol par exemple) de dimensions suivantes (choisies afin que le cadran puisse être facilement rangé) : 5 cm de largeur et 23 cm de longueur dont 3 cm pourront être relevés d'un angle de 90°.

L'ombre de l'arête supérieure du bord relevé occupe la largeur entière du cadran lorsqu'il est orienté vers le Soleil (et tenu bien horizontalement).

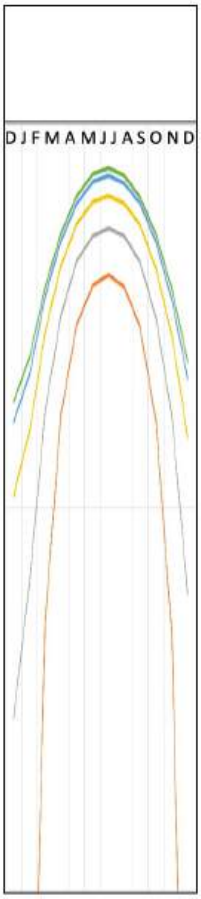


Comme pour un cadran de berger, il conviendra de tracer des lignes parallèles au large bord du cadran sur lesquelles seront indiquées les marques horaires correspondant à chaque mois de l'année ; on pourrait limiter ce tracé à 6 mois puisque l'évolution de la déclinaison du Soleil est symétrique par rapport au solstice d'été, mais le cadran perdrait peut-être alors un peu de son potentiel pédagogique. Par contre, comme nous l'avons dit plus haut on ne considèrera pour le tracé qu'une demi-journée, puisque la hauteur du Soleil est symétrique par rapport à midi solaire.

Pour le tracé des marques horaires on retiendra que la distance d de l'ombre au bord relevé du cadran est égale à L / tan h (L est la hauteur du bord relevé) et non, comme dans le cadran de berger à L . tan h.

Pour le cadran de hauteur que nous réalisons ici, les hauteurs de Soleil les plus élevées correspondront à des ombres proches du bord relevé. Ce cadran de hauteur sera donc moins précis pendant les mois les plus ensoleillés de l'hémisphère nord (ce qui est peut-être un inconvénient d'un cadran de ce type).

Comment tracer les marques horaires ? On pourra le faire « à la main », à partir des formules données ci-dessus ou d'une courbe de la course du Soleil telle que celle de la page précédente.



On peut aussi, bien entendu, recourir à un tableur de type Excel (Microsoft) ou Calc (OpenOffice), ce que j'ai fait (pour une latitude de 44°N) et qui m'a permis de tracer les courbes ci-contre.

On pourra par ailleurs indiquer utilement sur un mode d'emploi simplifié annexe (ou imprimé au dos du cadran) les étapes nécessaires pour passer de l'heure solaire à l'heure légale[2].

À noter pour terminer que Woody Sullivan, astronome américain, co-lauréat de notre concours 2022 avec son cadran le plus petit du monde[3], a utilisé récemment ce type de cadran pour créer « le premier tatouage gnomonique qui fonctionne »[4] (photo ci-contre), le bord relevé du cadran étant remplacé par une tige solidaire d'un bracelet, positionnable sur la bonne date !



Roger Torrenti roger@torrenti.net est ingénieur de formation et s'intéresse à la gnomonique et aux cadrans solaires depuis son plus jeune âge. Il est le responsable de publication du présent magazine et l'auteur du MOOC cadrans solaires (cours en ligne gratuit) https://www.cadrans-solaires.info

[2] Voir http://www.cadrans-solaires.info/sequence2/co/2-5-heure-solaire-heure-legale.html
[3] Voir https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/09/mag-CSpour-tous-n5-JRWS.pdf
[4] Voir https://www.youtube.com/watch?v=X60xfGTtYIU

QUELQUES CADRANS ÉQUATORIAUX DE TEMPS MOYEN

Yvon Massé

Yvon Massé retrace ici l'histoire des cadrans équatoriaux de temps moyen, qui permettent donc la lecture de l'heure solaire corrigée de l'équation du temps. Dans le prochain numéro, il abordera les aspects théoriques de tels cadrans, de type « à style profilé »…

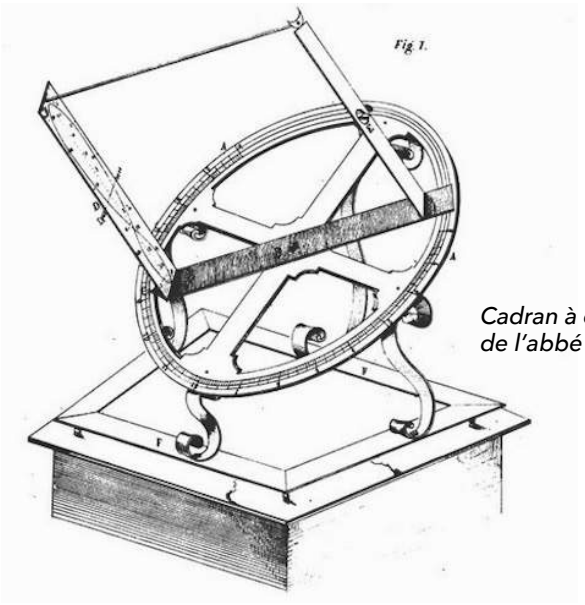
L'augmentation du nombre des horloges d'édifice et de leur précision a, dès la fin du XVIIIe siècle, progressivement imposé l'utilisation de l'heure moyenne dans la vie civile. En France c'est en 1826, à Paris puis progressivement dans les autres villes de province, qu'elle a été adoptée pour régler la vie des concitoyens.

Si la correction de l'équation du temps était précédemment le problème des horlogers et des scientifiques, il devenait celui des instruments horaires destinés au public et utilisant la position du Soleil. C'est ainsi que les courbes en 8 se sont multipliées sur les cadrans solaires. Toutefois, la difficulté de la tracer avec les moyens de calcul de l'époque a fait qu'il n'y en avait généralement qu'une par cadran et la possibilité de lire l'heure moyenne était limitée, comme pour les méridiennes, à une seule fois dans la journée.

C'est ainsi que de nouveaux systèmes ont été imaginés : le « cadran à équation »[1] de l'abbé Guyoux (1830) et sa réplique le « chronomètre solaire »[2] de Fléchet (1860). Ils permettaient d'obtenir à tout moment le temps moyen à l'aide d'une seule courbe en 8 en utilisant la régularité et la symétrie angulaire des cadrans équatoriaux.

Ces instruments reprennent le principe de l'œilleton des cadrans solaires classiques et demandent l'intervention de l'utilisateur pour orienter l'ensemble œilleton et courbe en 8 afin de placer la tache du Soleil au bon endroit sur la courbe. L'orientation déplace un index devant une couronne horaire où l'heure moyenne est lue.

Dans la seconde moitié du XIXe siècle, deux autres avancées technologiques ont imposé une nouvelle évolution de l'heure : le développement du chemin de fer et du télégraphe électrique. En effet, la rapidité des déplacements et des communications sur un territoire impliquait un casse-tête infernal avec les différentes heures locales, comme aujourd'hui, mais en moins criant, les fuseaux horaires entre les différents États. Aussi une heure nationale s'imposait : après d'autres nations comme la Suède et l'Angleterre, la France a institué, par la loi du 14 mars 1891, l'heure locale de Paris sur tout son territoire. Cette nouvelle définition de l'heure imposait une correction supplémentaire aux cadrans solaires, à vrai dire plus simple à mettre en œuvre que celle de l'équation du temps : la correction en longitude.



Cadran à équation de l'abbé Guyoux

Chronomètre solaire de Fléchet



[1] Les Cadrans solaires de l'abbé Guyoux. Jean Rieu. Imprimerie Brailly. 2014
https://numelyo.bm-lyon.fr/f_view/BML:BML_00GOO0100137001101144256

[2] https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k853899n/f1

Parmi les différents et nombreux systèmes imaginés qui ne nécessitaient pas ou peu d'intervention humaine pour apporter ces corrections, il y a eu notamment le « régleur solaire »[3], que A. Decohorne a proposé en 1892, avec une table cylindrique comprenant deux parties. Chaque partie était associée à un œilleton - dont un seul était opérationnel pour éviter toute confusion - et comportait une moitié différente de la courbe en huit répétée toutes les 10 min. La position de la table pouvait être ajustée suivant la longitude.

La même année un retraité de l'armée britannique, le major-général John R. Oliver, breveta une nouvelle façon de corriger l'équation du temps avec un cadran équatorial armillaire en modifiant le diamètre du style suivant cette équation. En précisant toutefois que la solution la plus précise nécessitait l'utilisation de deux styles différents, un pour l'hiver et le printemps, l'autre pour l'été et l'automne, Oliver proposa une configuration intermédiaire fondée sur un style unique répondant à une courbe en 8 symétrisée. Restait cependant un problème quand l'équation du temps passait par la valeur nulle car le style avait besoin d'une certaine épaisseur pour sa rigidité. Oliver résolut cette difficulté en introduisant un décalage de l'arc horaire qui devait être effectué 4 fois par an, à chaque fois que l'équation du temps s'annulait et que la lecture de l'heure se faisait sur un côté différent de l'ombre.

L'idée des styles différents fut reprise, quinze ans plus tard, par un ingénieur norvégien, William Maclean Homan, résidant en Afrique du sud, qui déposa successivement sur ce principe des brevets en Angleterre, France, Allemagne et États-Unis ! Mais en ce début de XXe siècle, l'époque n'était plus vraiment à l'utilisation des cadrans solaires…

C'est toutefois un concours, proposé en 1965 par le suisse Hermann Egger dans le magazine américain d'astronomie *Sky & Telescope*[4], qui remit cette idée à l'ordre du jour. Le thème était « Le cadran solaire de l'an 2000 » et parmi les 3 projets sélectionnés, tous de type équatorial à temps moyen, figurait le cadran de l'ingénieur allemand Martin Bernhardt qui reprenait l'idée d'Oliver/Homan pour indiquer l'heure légale avec une configuration particulièrement élégante. Celle-ci lui assurait la rigidité nécessaire à la précision annoncée : moins d'une minute. Depuis cette date, c'est environ 150 cadrans de ce type qui ont été installés, principalement dans des jardins publics, pour le plaisir et la curiosité des visiteurs[5].

Dans un prochain article, nous aborderons les aspects théoriques de ce type de cadran pour mettre en évidence le seul petit défaut de cette configuration : la lecture de l'heure aux environs des solstices.

Le gnomoniste Yvon Massé ymasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site https://gnomonique.fr/ et anime le dynamique forum gnomonique qui lui est associé.

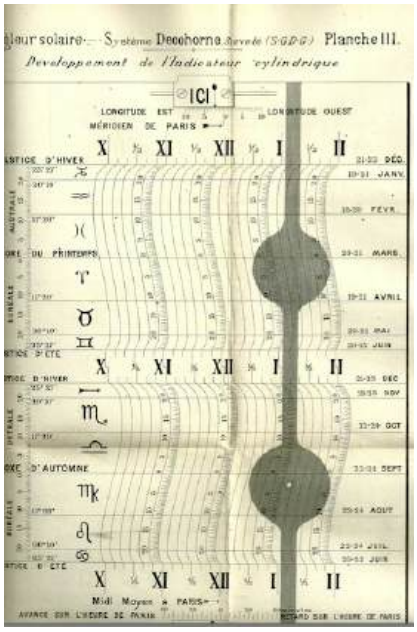
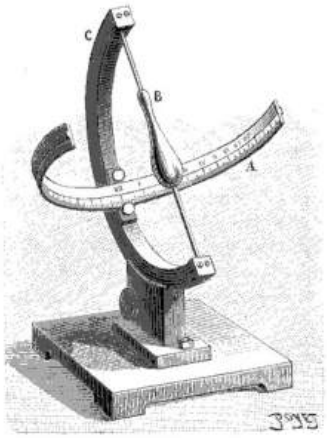


Illustration extraite de la notice du « régleur solaire » de A. Decohorne



Cadran équatorial armillaire du major général Oliver

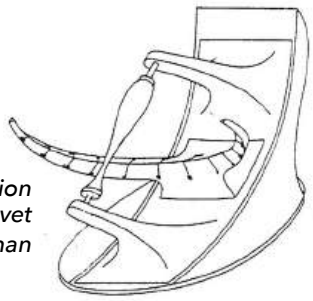


Illustration extraite du brevet de W. M. Homan



Le cadran à style profilé de Martin Bernhardt

[3] https://gnomonique.fr/biblio-gno/pdf/decohorne.pdf
[4] http://sunquestsundial.org/wp-content/uploads/2015/10/Sky-and-Telescope-Nov-1966-sundial-competition.pdf
[5] On lira notamment avec plaisir cette fable humoristique et bien documentée : https://www.astrosaone.fr/spip/IMG/pdf/ornithorynque.pdf

JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

QUELLE EST L'AFFIRMATION INCORRECTE ?

1. À la fin du XVIII[e] siècle, le botaniste Bernardin de Saint-Pierre, auteur du célèbre roman *Paul et Virginie*, affirmait que la Terre était allongée aux pôles, en forme de pastèque.
2. Le système solaire compte 8 planètes - qui ont au total plus de 200 satellites naturels (« lunes ») - et plus d'un million de « planètes mineures » (astéroïdes et assimilés).
3. Le mille marin (mile en anglais) équivaut à environ 1609 m soit 1 760 verges (*yards* en anglais) ou 5 280 pieds (*feet* en anglais).
4. Le nom de Kali (dans l'hindouisme : déesse de la préservation, de la transformation et de la destruction) vient du sanskrit *kālá*, le temps, celui qui détruit toute chose…
5. La sonde solaire Parker s'est approchée à environ 6 millions de km du Soleil, a survécu à la température ambiante de 1 000°C et transmis ses mesures.



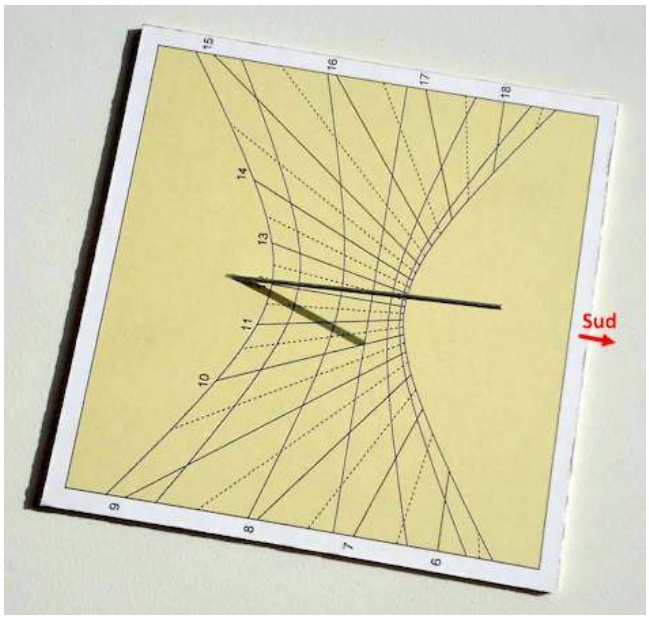
Kali dansant sur le corps de Shiva

UNE ÉNIGME

UN VOISIN VIENT VOUS PRÉSENTER…

Vous habitez en France métropolitaine. Votre voisin vient vous présenter la maquette d'un cadran horizontal qu'il va installer dans son jardin suivant l'orientation de l'illustration. Il vous explique qu'il a utilisé le tracé normal d'un cadran à œilleton (avec le logiciel Tracad d'Yvon Massé*). Vous constatez qu'il a implanté un style rectiligne et fixe du côté nord des arcs diurnes et que son extrémité dépasse largement, du côté sud, le plan vertical passant par les lignes horaires de 6 et 18 h. Devant votre moue dubitative, votre voisin affirme que son cadran est parfaitement fonctionnel sans aucune modification. Aurait-il raison ?

* https://gnomonique.fr/forum/viewtopic.php?t=151

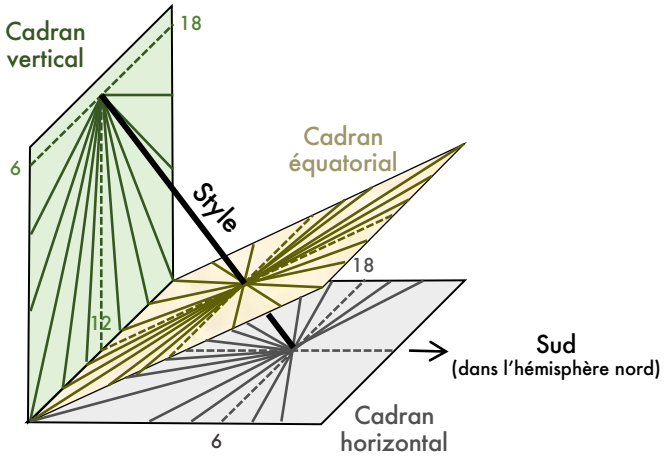


UN PROBLÈME GNOMONIQUE

SAURIEZ-VOUS RETROUVER LES ÉQUATIONS...

Vous devez tracer les lignes horaires d'un cadran vertical plein sud (dans l'hémisphère nord) ou d'un cadran horizontal. Vous êtes sur place et avez oublié votre livre de gnomonique préféré mais avez une calculatrice et un carnet à dessin... Sauriez-vous retrouver rapidement les formules donnant les angles de chaque ligne horaire par rapport à la verticale (pour un cadran vertical) ou par rapport à la direction sud-nord pour un cadran horizontal ?

Vous penserez certainement à réaliser, sur votre carnet à dessin, un schéma représentant le cadran vertical, le cadran horizontal et un cadran équatorial...



UN TEST RAPIDE

ET SI LA ROTATION DE LA TERRE...

Et si la rotation de la Terre sur elle-même... ralentissait jusqu'à ce qu'elle n'effectue qu'une rotation en une année (soit le temps d'une révolution autour du Soleil), quels seraient les cadrans solaires que gnomonistes professionnels et amateurs devraient alors construire ?

Peut-être vous sera-t-il utile de répondre d'abord à la question illustrée ci-dessous : considérez 2 pièces de monnaie, la pièce A et la pièce B. A est immobile et on fait tourner (sans glisser) B autour de A. Quand la pièce B retrouve sa position initiale (les 2 petits traits rouges se faisant face à nouveau), combien de tours la pièce B aura-t-elle fait autour de son axe ?

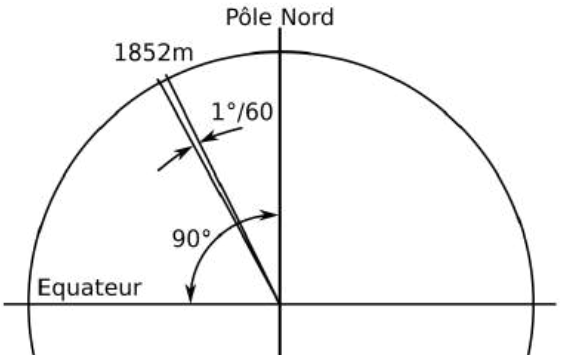


SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UNE DEVINETTE

L'affirmation incorrecte est la n°4 : c'est en effet le mille terrestre (*mile* en anglais) qui équivaut à environ 1609 m (plus précisément 1609,344 m). Le mille marin (ou mille nautique), unité de mesure utilisée en navigation maritime et aérienne, équivaut, lui, à 1 852 m. Cette équivalence est facile à retrouver (ayant en mémoire la circonférence de la Terre : environ 40 000 km) puisque le mille marin a été défini comme la valeur moyenne d'une minute de latitude d'un arc de méridien terrestre soit 1 851,85 m (arrondi par convention à 1 852 m).

Quant au kilomètre qui nous est plus familier, il provient de la même logique en utilisant les grades (gr) comme unité angulaire (un angle droit mesure 90° ou 100 gr) : 1 km correspond à un centigrade (anciennement appelé « minute ») de latitude d'un arc de méridien terrestre !

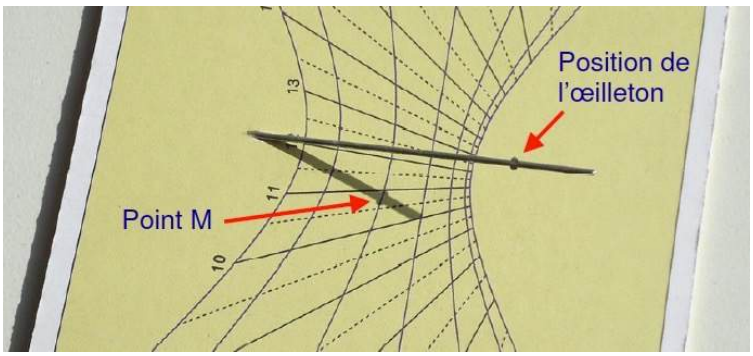


UNE ÉNIGME

Votre voisin est astucieux : plutôt que de placer l'œilleton à l'extrémité d'un style polaire, il a imaginé de le placer de façon originale à l'extrémité d'une tige implantée de l'autre côté des tracés. Pour réaliser sa maquette, il a donc collé dans la bonne position une tige plus grande que nécessaire pour la couper ensuite à la bonne longueur et fixer l'œilleton.

Mais avant de la couper, il s'est ravisé et s'est dit : « *La tige est trop longue mais la position de l'œilleton est un point de ce style. L'ombre M de ce point détermine l'heure et la date sur le tracé, M sera donc à l'intersection de l'ombre du style original avec la courbe de date. Connaissant la date on pourra donc évaluer l'heure. Inversement, si on connaît l'heure, M sera à l'intersection de l'ombre et de la ligne horaire et on déterminera la date. Le fonctionnement de ce cadran est un peu dégradé par rapport à ce que je pensais faire, mais je n'ai pas besoin de mettre en place l'œilleton et tout ça me paraît intéressant. Je vais montrer ma maquette à mon voisin pour voir ce qu'il en pense* ».

Votre voisin a bien raison : ce cadran est parfaitement fonctionnel. Cela est dû au simple fait que le porte-ombre passe par la position de l'œilleton qui est à l'origine du tracé.



SOLUTIONS DES JEUX ET ÉNIGMES

UN PROBLÈME GNOMONIQUE

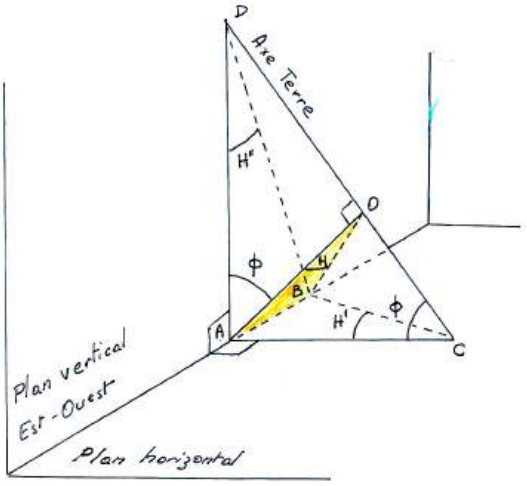
Sur le schéma que vous avez rapidement tracé, φ représente bien entendu la latitude du lieu et H l'angle horaire du Soleil, H' et H'' étant les angles recherchés.

Sur ce schéma, dans lequel le triangle OAB est dans un plan parallèle à l'équateur terrestre (puisqu'il est perpendiculaire à la droite CD), on peut écrire :

$$\tan H' = AB / AC = (OA \cdot \tan H) / (OA / \sin \varphi) = \tan H \cdot \sin \varphi$$
$$\text{soit } H' = \arctan (\tan H \cdot \sin \varphi)$$

$$\tan H'' = AB / AD = (OA \cdot \tan H) / (OA / \cos \varphi) = \tan H \cdot \cos \varphi$$
$$\text{soit } H' = \arctan (\tan H \cdot \cos \varphi)$$

Finalement vous ne regrettez pas d'avoir oublié votre livre de gnomonique préféré, ce qui vous a permis de vous régaler avec un peu de trigonométrie…



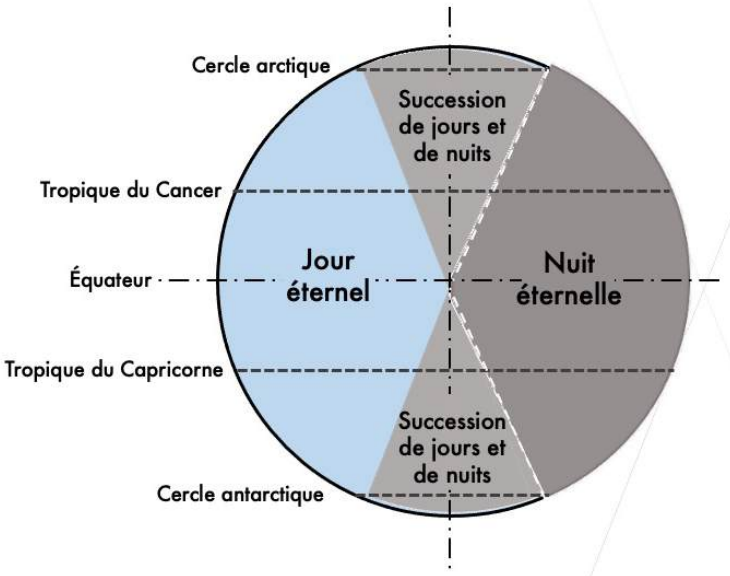
UN TEST RAPIDE

Si vous répondez à la question préliminaire concernant les deux pièces de 1 euro : « Un tour bien sûr ! » c'est que vous n'avez pas assez réfléchi… La bonne réponse est « Deux tours » (vous pouvez le vérifier expérimentalement !) et c'est pourquoi notre Lune qui nous montre toujours la même face, fait bien un (seul) tour sur elle-même lors de sa révolution autour de la Terre…

La réponse à la question principale « et si la rotation de la Terre… » peut facilement être déduite de la solution à cette question préliminaire. Si la durée de rotation de la Terre sur elle-même est égale à la durée de sa révolution autour du Soleil, la Terre sera en « rotation synchrone » avec le Soleil (comme la Lune avec la Terre) et présentera donc toujours sa même face vers le Soleil. Il sera la même heure solaire, éternellement, en tout point du globe ! Midi solaire sur le méridien faisant face au Soleil au moment où la rotation devient synchrone, de 6 h à 18 h sur une moitié du globe et une nuit éternelle sur l'autre moitié.

Enfin pas exactement, parce que l'axe de rotation de la Terre est incliné sur son plan orbital (obliquité), et donc au cours d'une nouvelle journée (d'une année…), les saisons continueront à se succéder, l'angle horaire du Soleil restera constant en tout point du globe mais sa hauteur changera avec sa déclinaison. La plus grande partie de la Terre située entre les cercles arctique et antarctique sera pour moitié ensoleillée pour l'éternité et pour l'autre moitié plongée dans la nuit éternelle. Quant aux autres zones (polaires en particulier), elles oscilleront sur l'année entre une période entièrement ensoleillée et une période sans Soleil… ».

Et les gnomonistes seront donc amenés à ne tracer désormais que… des cadrans de hauteur !



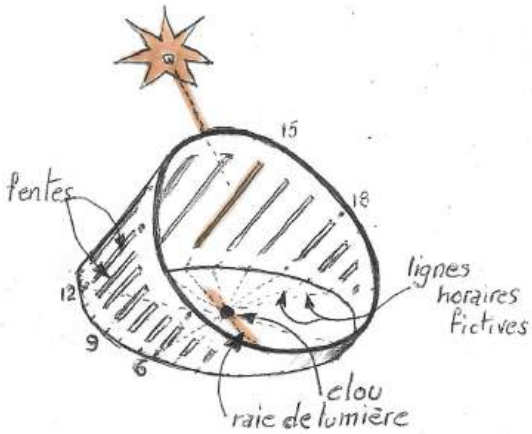
VOÛTE SOLAIRE

Cette page du magazine est traditionnellement consacrée à l'une des créations du prolifique gnomoniste-cadranier Claude Gahon claudegahon@yahoo.fr, membre du comité éditorial de ce magazine. Comme la plupart de ces créations, celle présentée ici est originale, simple, esthétique, et au fort potentiel pédagogique.

Prenez un cylindre percé de fentes parallèles à son axe et régulièrement espacées (tous les 15°). Coupez la base du cylindre afin que son axe (virtuel) devienne « polaire » (incliné sur le plan horizontal d'un ange égal à la latitude du lieu) et orientez la partie ouverte du cylindre vers le nord (la ligne de 12h solaire est dans la direction nord-sud). Votre cadran solaire est terminé !







Cadran de type "horizontal multi-styles"
On imagine le cadran horizontal avec ses lignes horaires et son style incliné selon la latitude du lieu.
Le pied de chaque "style" (fente) est situé sur une ligne horaire de ce cadran horizontal.
Chaque fente correspond ainsi à l'heure ronde de cette ligne horaire.
Le pied du style du cadran horizontal est représenté par le clou.
Les fentes sont paralléles au style théorique.
L'heure solaire est indiquée par la fente dont la raie lumineuse, qui lui correspond, passe par le clou.

Sur le croquis ci-dessus on peut lire 15 h.

c.gahon

CRÉDITS PHOTOS ET ILLUSTRATIONS



- Couverture : Photo © Muséum de Toulouse (n° d'inventaire MHNT.PHa.TIR.08.05 – auteur non encore identifié)
- Page 2 : Dessin d'Esteban Martínez
- Page 3 : Photo extraite du site https://www.hauteprovenceinfo.com/
- Page 6 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Jack Weir - Fichier : Land on the Moon 7 21 1969-repair.jpg - Domaine public) – Illustration extraite du site mentionné - Illustration Roger Torrenti - Illustration extraite du site https://www.archdaily.com/
- Page 7 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Sascha Kohlmann - Fichier : Man Reading Newspaper (92181097).jpeg - Licence CC BY-SA 3.0) – Copie d'écran de la vidéo https://www.youtube.com/watch?v=NxNC9BsfOAg&t=23s - Photo Dennis Wise
- Pages 8-9 : Photos et illustration Henri Gagnaire et Paul Gagnaire
- Pages 10-11 : Photos et illustration Danièle Baverel
- Pages 12-13 : Illustrations Jean-Luc Astre
- Pages 14-15 : Photo Maria Luisa Tuscano – Photo mise à disposition par *F. Calamia*
- Pages 16-17 : Photos Catherine Becquaert
- Pages 18-19 : Photos et illustration Martins Gills
- Pages 20-21 : Photos et illustrations Yves Opizzo
- Pages 22-24 : Illustrations David Alberto
- Pages 26-27 : Photos et illustrations Pierre-Louis Cambefort
- Pages 28-29 : Illustrations Ferdinando Rovera
- Pages 30-31 : Illustration Roger Torrenti – Document Wikimedia Commons (Auteur : Kergeo – Fichier : Cadran antique portatif type cadran de berger.png - Licence CC BY-SA 4.0) – Document Wikimedia Commons (Auteur : gescannt und zusammengesetzt von S.Wetzel - Fichier : Cadran-solaire-thoutmosis.jpg – Domaine public) – Illustrations Roger Torrenti – Document extrait de la vidéo citée
- Pages 32-33 : Illustrations extraites des sites mentionnés
- Page 34 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Nataraja - Fichier : Kali.jpg - Licence CC BY-SA 3.0) – Illustration Yvon Massé
- Page 35 : Illustrations Roger Torrenti
- Page 36 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Yodin - Fichier : Nautic mile definition v2 English.svg - Licence CC BY-SA 4.0) - Illustration Yvon Massé
- Page 37 : Illustration Francis Reymann - Illustration Roger Torrenti
- Page 38 : Photos et illustration Claude Gahon
- Page 39 : Document Wikimedia Commons (Auteur : Moussa Kalapo - Fichier : Femmes Photographes.jpg - Licence CC BY-SA 4.0)
- Page 41 : Illustration Yves Opizzo
- Page 42 : Photo Didier Benoît



« Cadrans solaires pour tous » est un magazine trimestriel de vulgarisation de la gnomonique et d'information sur les cadrans solaires dont le contenu est disponible sous licence CC BY-NC-SA (sauf mention contraire).

Chaque numéro paru à ce jour et chaque article de chaque numéro, peuvent être téléchargés gratuitement depuis

https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

Une compilation de l'ensemble des numéros peut être également être téléchargée depuis

https://gnomonique.fr/divers/mag-CSpour-tous-compil.pdf

La version papier de chaque numéro peut enfin être commandée depuis

https://www.lulu.com/search?adult_audience_rating=00&page=1&pageSize=10&q=roger+torrenti

Le magazine est édité par Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

Dépôt légal BNF : juin 2025

ISSN 2824-057X

« Cadrans solaires pour tous » (Sundials for all) is a quarterly magazine popularizing gnomonics and providing information on sundials, whose content is available under CC BY-NC-SA license (unless otherwise noted).

Each issue published to date, and each article in each issue, can be downloaded free of charge from

https://www.cadrans-solaires.info/le-magazine/

A compilation of all issues can also be downloaded from

https://gnomonique.fr/divers/mag-CSpour-tous-compil.pdf

The paper version of each issue can also be ordered from

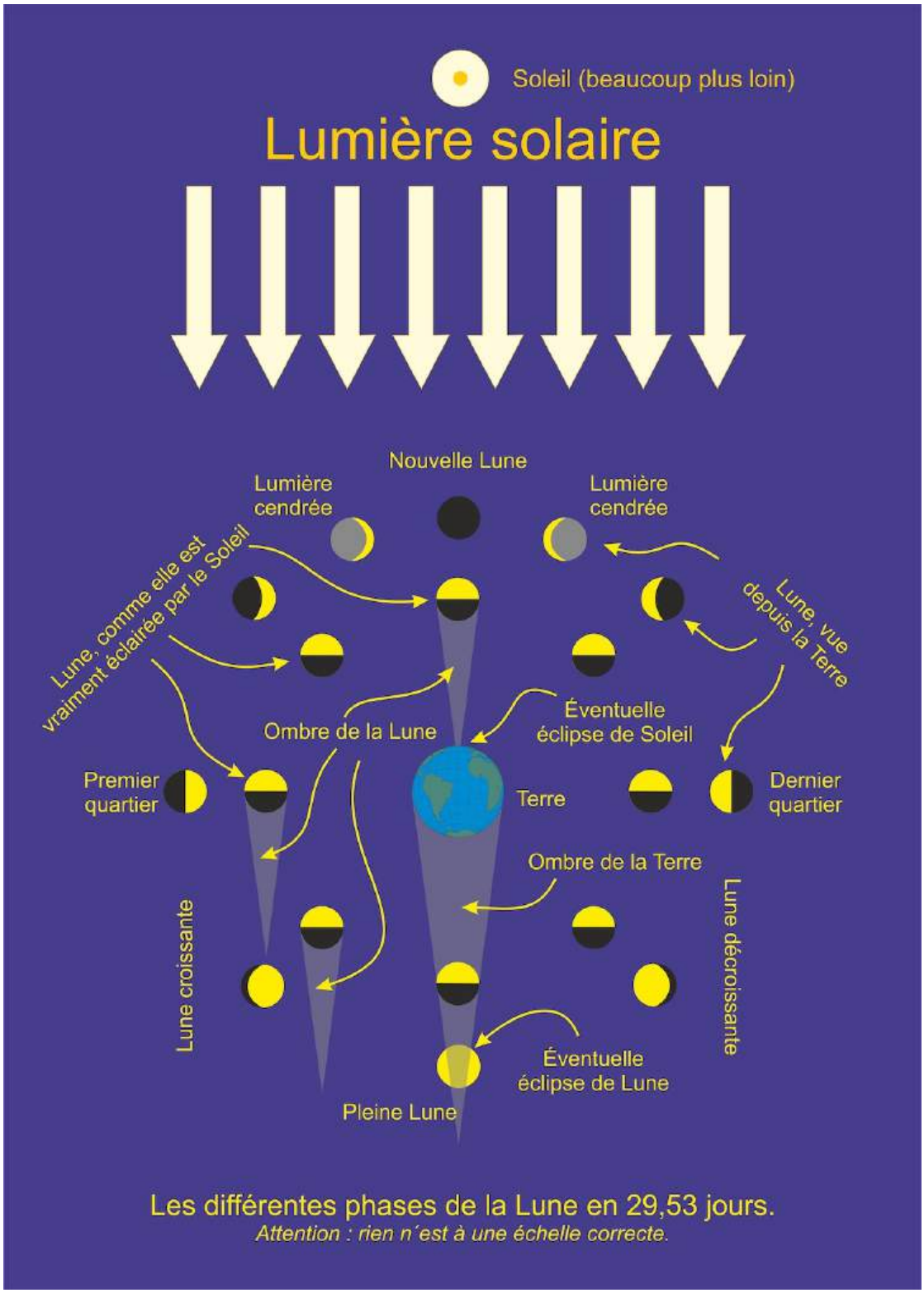
https://www.lulu.com/search?adult_audience_rating=00&page=1&pageSize=10&q=roger+torrenti

The magazine is edited by Roger Torrenti, La Colle-sur-Loup, France.

BNF Legal deposit: June 2025

ISSN 2824-057X

Contact : contact@cadrans-solaires.info



Ci-dessus : un des nombreux posters didactiques qu'Yves Opizzo, membre du comité éditorial de ce magazine, a créés, et qu'il utilise lors d'expositions et autres évènements astronomiques ou gnomoniques. Celui-ci (qui peut être téléchargé[1] en haute définition) est consacré aux phases de notre satellite qu'il s'agit de bien appréhender, en particulier si vous souhaitez utiliser votre cadran solaire au clair de lune (voir l'article[2] « Utiliser un cadran solaire la nuit… » de Roger Torrenti paru dans le n°2 de ce magazine).

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2025/04/Phases-Lune-F.jpg

[2] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-R_Torrenti.pdf

Page suivante : cadran solaire récemment réalisé par Didier Benoît (voir son article[1] dans le n°2 de ce magazine) dans une propriété du lieu-dit Fontplane près de Carmaux (Tarn). Cette « fresque à l'allemande » a utilisé les techniques A et B des peintures minérales Keim (durée de vie en extérieur supérieure à 200 ans !). Le style polaire porte en décoration un disque solaire aux rayons ondés, ajouré des douze étoiles de l'UE. Avec la croix occitane qui coiffe le haut du cadran solaire ces deux symboles marquent l'appartenance du lieu. En bout du style figure la représentation du dieu Pan. Le thème du cadran solaire est celui de l'eau et des personnages légendaires qui hantent les bois, fontaines et prairies. La devise, en occitan, invite les passants à prendre le temps de se poser, d'écouter les sons de la nature et, pour les plus avertis, d'entendre la voix de créatures légendaires…

[1] https://www.cadrans-solaires.info/wp-content/uploads/2022/04/mag-CSPT-n2-D_Benoit.pdf

ISSN 2824-057X

