

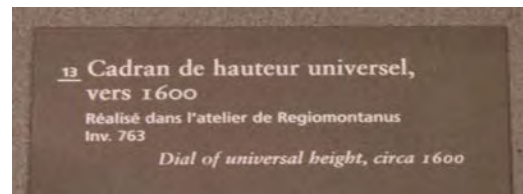


Étoiles et cadran de Regiomontanus

Yvon Massé

Décryptage des lignes aux étoiles du cadran de Regiomontanus conservé au musée des Arts et Métiers.

Cette étude fait suite à notre visite du 6 octobre 2013 au musée des Arts et Métiers pendant laquelle nous avons pu admirer ce cadran de Regiomontanus, cadran qui comporte des tracés propres aux étoiles.



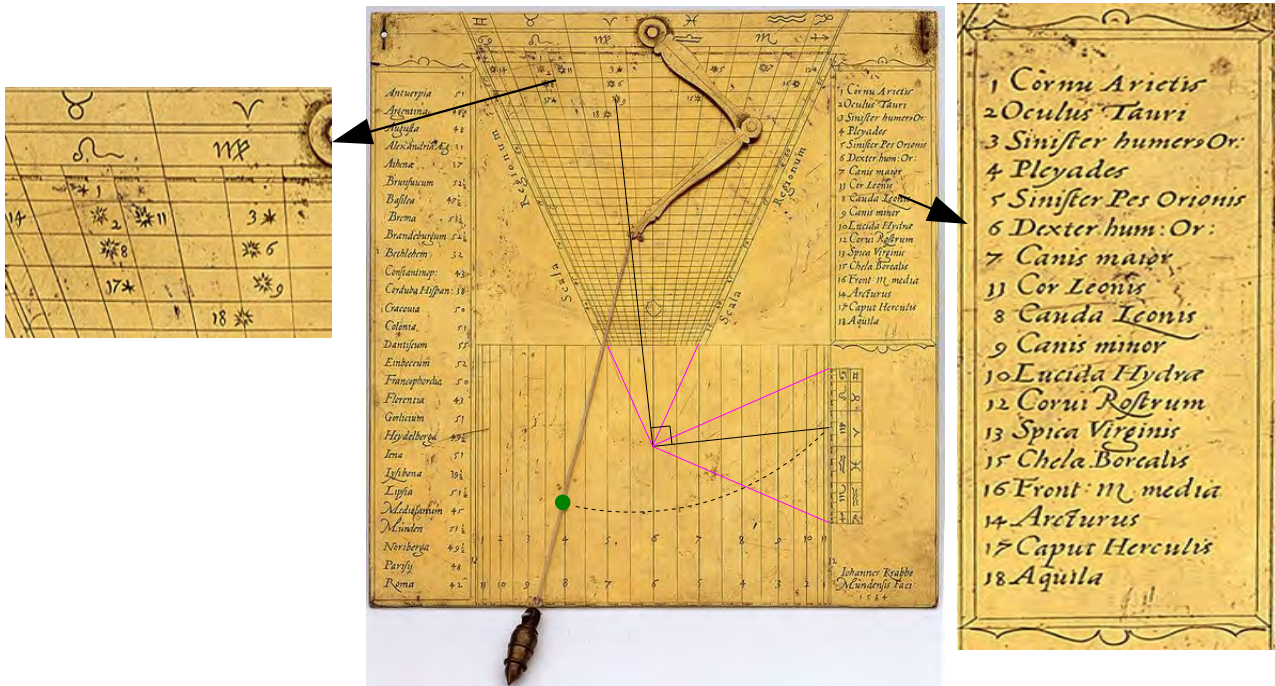
Pendant la visite Alain Ferreira fit remarquer que c'était un cas très rare. Effectivement, après une petite recherche sur Internet, je n'en ai trouvé qu'un seul autre. Il appartient au National Maritime Museum à Greenwich et il comporte une liste d'étoiles à gauche et un renvoi par numéro dans le haut du trigone supérieur (voir page suivante).

Le mode d'utilisation aux étoiles de ce dernier cadran est le suivant :

- Après avoir choisi l'étoile à utiliser, positionner l'extrémité du bras à l'intersection de la position de l'étoile et de la latitude du lieu (ici à environ $50^{\circ} 30'$).
- Tirer la ficelle et régler la perle sur le zodiaque latéral au signe correspondant à l'étoile choisie.
- Viser l'étoile avec les 2 pinnules et lire l'angle horaire de l'étoile indiqué par la perle (4 h du matin ou 8 h du soir sur la photo mais il faut remarquer que le fil n'est pas incliné du bon côté car l'étoile visée doit se situer à gauche du cadran).

De cet angle on peut ensuite déduire ou le temps sidéral avec l'ascension droite de l'étoile

ou le temps vrai en introduisant en plus l'ascension droite du Soleil.



On notera l'angle droit entre les droites noires de même déclinaison et on remarquera aussi que toutes les étoiles proposées sont situées entre les tropiques. Ce qui n'est pas le cas pour le cadran du musée des Arts et Métiers qui utilise des étoiles de déclinaison plus importante comme Deneb (la queue du Cygne). Cela justifie les droites graduées en latitude à l'extérieur du trigone supérieur. Toutefois, pendant la visite, en recherchant une cohérence dans le tracé des lignes, il est apparu d'emblée que plusieurs détails ne collaient pas :

- La ligne de l'Épi de la Vierge placée pour une forte déclinaison de l'hémisphère Nord.
- La ligne de l'Œil du Taureau du côté de l'hémisphère Sud.
- 4 étoiles en dehors des tropiques sur la ligne de midi pour 8 lignes graduées en latitude à l'extérieur du trigone supérieur...

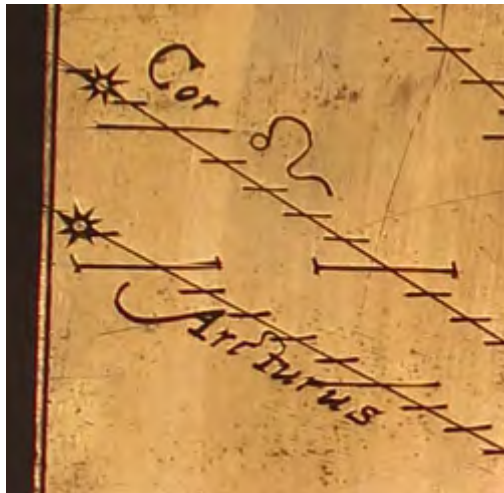
J'ai alors sollicité l'appareil photo de Véronique Hauguel, que je remercie ici, pour photographier le cadran au plus près de sa perpendiculaire afin de limiter l'effet de perspective et pouvoir ensuite effectuer des mesures angulaires. Par la suite, Véronique m'a transmis les photos qui se sont avérées d'excellente qualité. Toutes les conditions étaient donc réunies pour effectuer les mesures et essayer d'éclaircir le mystère.

Le premier travail a été de classer les couples *lignes graduées en latitudes / points matérialisés par une petite étoile sur la ligne verticale de midi* puis de retrouver les étoiles concernées.

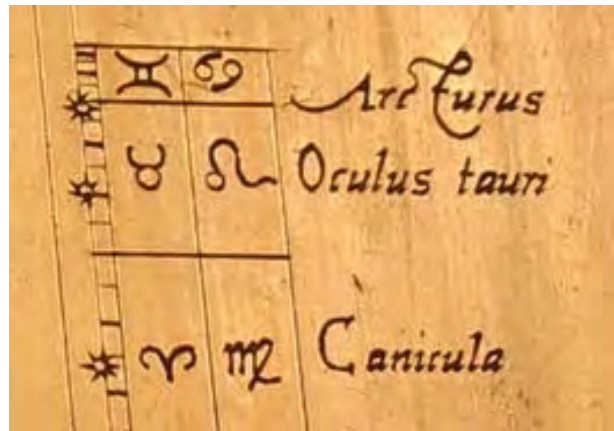
Ces étoiles sont au nombre de 12 :

- Les 6 premières sont évidentes.
- Les 3 suivantes sont désignées par le nom de la constellation. Ces constellations étant petites, il faut a priori prendre l'étoile la plus brillante. Ce point sera à confirmer.
- Les 3 dernières sont désignées par des indications plus vagues dans de grandes constellations. Elles ne seront déterminées qu'après avoir compris le principe de la

gravure du cadran.



Détail de lignes (à droite du cadran)



Détail de points sur la ligne de midi

Type	Gravure	Traduction	Étoile
Point Droite	Spica ♀ Spica virginis	Épi de la Vierge	Spica
Point Droite	Arcturus Arcturus	E : Arcturus	Arcturus
Point Droite	Cor ♌ Cor ♌	Cœur du Lion	Régulus
Point Droite	Hircus Hircus	E : Chèvre	Capella
Point Droite	Oculus tauri Oculus ♉	Œil du Taureau	Aldébaran
Point Droite	Cauda cigni Cauda cigni	Queue du Cygne	Deneb
Point Droite	Canicula Canicula	C : Petit Chien	Procyon
Point Droite	Canis maior Canis maior	C : Grand Chien	Sirius
Point Droite	Lijra Lijra ?	C : Lyre	Véga
Point Droite	Hijdrae clara Hijdre clara	Hydre brillante	
Point Droite	Ophiuchi sin : man : Ophiuchi sin : manus	Main gauche du Serpentaire	
Point Droite	Eridani extrema Eridani extrema	Extrémité de l'Éridan	

Les coordonnées de ces étoiles dans le repère équatorial ont ensuite été déterminées grâce au logiciel Stellarium configuré pour l'année 1600, date supposée de la réalisation de ce cadran.

Le second travail a consisté à mesurer les angles. La technique utilisée consiste à :

- Corriger la photo pour retrouver des lignes parallèles, horizontales et verticales ainsi

que des cercles circulaires. Le logiciel PhotoFiltre a été utilisé à cet effet.

- Avec un logiciel évolué de traitement de texte ou de dessin, insérer la photo dans un document. Superposer ensuite sur la photo des segments dont on peut relever dans les attributs l'angle correspondant. C'est le logiciel Draw de la suite LibreOffice qui a été utilisé ici.

Un premier exercice sur les angles extrêmes des trigones, mesurés par rapport aux origines définis sur la figure ci-dessous, a donné les valeurs cohérentes suivantes :

Type	Trigone	Angle	Angle mesuré
Point	Latéral	Angle maxi	23,5
Point		Angle mini	-23,5
Droite	Supérieur	Angle maxi	24,2
Droite		Angle mini	-24

Le tableau des résultats obtenus est le suivant, on y retrouve une bonne corrélation entre la déclinaison des étoiles et l'angle de leur position sur la ligne de midi (hormis pour Régulus où il y a vraisemblablement une erreur de signe). Ce n'est à l'évidence pas le cas des droites de la partie supérieure ainsi que nous l'avons constaté lors de notre visite au musée des Arts et Métiers.

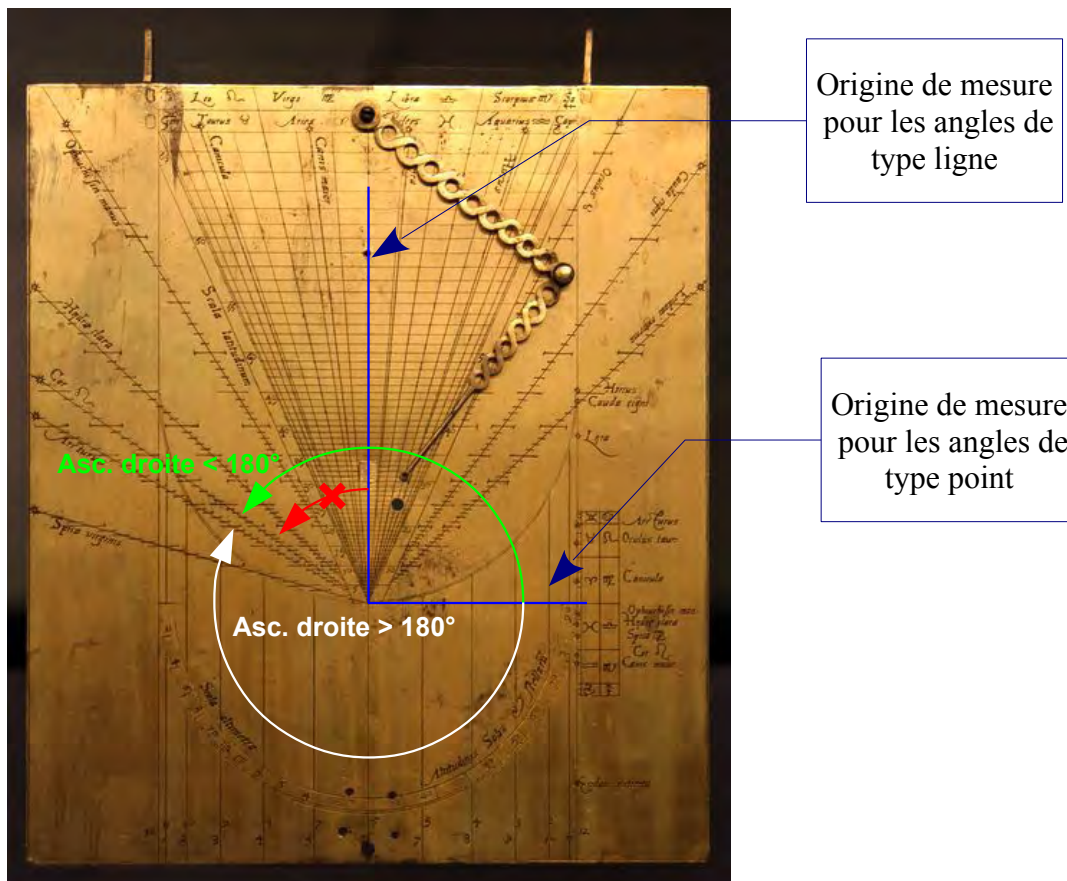
Type	Gravure	Traduction	Étoile	Angle mesuré	Déclinaison	Différence
Point	Spica ♀	Épi de la Vierge	Spica	-9	-9,05	-0,05
Droite	Spica virginis			74,5		
Point	Arcturus	E : Arcturus	Arcturus	20,4	21,32	0,92
Droite	Arcturus			60,5		
Point	Cor ♂	Cœur du Lion	Régulus	-14	13,88	27,88
Droite	Cor ♂			56		
Point	Hircus	E : Chèvre	Capella	45,3	45,49	0,19
Droite	Hircus			-18,3		
Point	Oculus tauri	Œil du Taureau	Aldébaran	16	15,63	-0,37
Droite	Oculus ♂			-27,8		
Point	Cauda cigni	Queue du Cygne	Deneb	44	43,89	-0,11
Droite	Cauda cigni			-37,5		
Point	Canicula	C : Petit Chien	Procyon	6	6,19	0,19
Droite	Canicula			19,7		
Point	Canis maior	C : Grand Chien	Sirius	-16	-16,22	-0,22
Droite	Canis maior			7		
Point	Lijra	C : Lyre	Véga	38,4	38,45	0,05
Droite	Lijra ?			-5		
Point	Hijdrae clara	Hydre brillante				
Droite	Hijdre clara					
Point	Ophiuchi sin : man :	Main gauche du Serpenteaire				
Droite	Ophiuchi sin : manus					
Point	Eridani extrema	Extrémité de l'Éridan				
Droite	Eridani extrema					

-0,12

Ce n'est qu'en tâtonnant que je suis arrivé à la conclusion que la position des lignes graduées en latitude étaient, contre toute attente, dépendante de l'ascension droite de l'étoile. Bien que ces lignes apportent alors un complément d'information (pour le calcul de l'heure sidérale par exemple), elles ne peuvent en aucun cas servir au réglage du bras comme le laisse supposer leurs graduations en latitude.

L'ascension droite s'exprime généralement en heure, minute et seconde de 0 à 24 h, soit en degré de 0 à 360°. La volonté du concepteur de cet instrument était visiblement de mettre toutes les lignes des étoiles dans la partie haute du cadran, aussi a-t-il dû recourir à une façon de reporter l'angle de l'ascension droite de façon différente suivant qu'il était inférieur ou supérieur à 180° :

- Pour les ascensions droites de 0 à 180°, l'angle est reporté à partir de l'origine de mesure des angles de type point dans le sens antihoraire.
- Pour les ascensions droites de 180 à 360°, l'angle est reporté à partir de la même origine mais dans le sens horaire.



En modifiant les mesures effectuées d'après ce principe, on obtient finalement le tableau ci-dessous qui montre une bonne corrélation entre la position des étoiles et les angles mesurés.

De plus, les mesures ont, en quelque sorte, désigné les 3 dernières étoiles. Il s'est avéré qu'elles correspondaient effectivement à la description de la gravure.

Hormis pour Acamar et en intégrant l'erreur de signe faite sur Régulus, la différence entre mesures et positions est contenue dans le degré, ce à quoi on peut s'attendre en cumulant l'imprécision du graveur et des mesures effectuées.

Type	Gravure	Traduction	Étoile	Angle mesuré	Déclinaison	Asc. Droite	Différence
Point Droite	Spica ♀ Spica virginis	Épi de la Vierge	Spica	-9 195,5	-9,05	196,06	-0,05 0,56
Point Droite	Arcturus Arcturus	E : Arcturus	Arcturus	20,4 209,5	21,32	209,34	0,92 -0,16
Point Droite	Cor ♂ Cor ♂	Cœur du Lion	Régulus	-14 146	13,88	146,74	27,88 0,74
Point Droite	Hircus Hircus	E : Chèvre	Capella	45,3 71,7	45,49	71,81	0,19 0,11
Point Droite	Oculus tauri Oculus ♂	Œil du Taureau	Aldébaran	16 62,2	15,63	63,26	-0,37 1,06
Point Droite	Cauda cigni Cauda cigni	Queue du Cygne	Deneb	44 307,5	43,89	306,95	-0,11 -0,55
Point Droite	Canicula Canicula	C : Petit Chien	Procyon	6 109,7	6,19	109,58	0,19 -0,12
Point Droite	Canis maior Canis maior	C : Grand Chien	Sirius	-16 97	-16,22	96,89	-0,22 -0,11
Point Droite	Lijra Lijra ?	C : Lyre	Véga	38,4 275	38,45	275,86	0,05 0,86
Point Droite	Hijdrae clara Hijdre clara	Hydre brillante	Alphard	-6 136,8	-6,97	136,98	-0,97 0,18
Point Droite	Ophiuchi sin : man : Ophiuchi sin : manus	Main gauche du Serpenteaire	Yed Prior	-3 237,5	-2,60	238,36	0,40 0,86
Point Droite	Eridani extrema Eridani extrema	Extrémité de l'Éridan	Acamar	-40,6 43,5	-41,95	40,77	-1,35 -2,73

-0,12

La différence plus importante pour Acamar pourrait s'expliquer par une imprécision sur la position connue de cette étoile à l'époque de la réalisation du cadran. Rappelons qu'étant donnée sa déclinaison très négative, il faut se situer à des latitudes inférieures à 38°, soit en dessous de la latitude d'Athènes, pour pouvoir observer Acamar à plus de 10° au dessus de l'horizon. La difficulté de l'observation ajoutée à la réfraction atmosphérique ont pu la faire situer avec une grande imprécision par les observateurs d'avant la Renaissance. L'étude des catalogues d'étoiles existant à cette époque peut facilement valider cette hypothèse.

Pour conclure, l'utilisation de ce cadran aux étoiles ne peut donc se faire qu'avec les étoiles comprises entre les 2 tropiques car il est alors possible de reporter la déclinaison d'un trigone à l'autre (comme pour le cadran du National Maritime Museum mais dans l'autre sens). Régulus étant mal placée, c'est donc avec seulement 7 étoiles sur 12 que ce cadran peut être utilisé.

Le mode d'emploi est le suivant :

- Choisir l'étoile à utiliser et relever le signe correspondant sur le zodiaque latéral.
- Régler l'extrémité du bras sur le trigone supérieur à l'intersection du signe relevé et de la latitude du lieu.
- Tirer la ficelle et régler la perle sur le zodiaque latéral au repère de l'étoile choisie.
- Le cadran est réglé, viser l'étoile avec les 2 pinnules et lire l'angle horaire de l'étoile indiqué par la perle sur le réseau des lignes horaires.

