

Construction d'un anneau astronomique

L'anneau astronomique, instrument pour mesurer la hauteur du Soleil est encore en usage dans la marine au milieu du xviii^e siècle.

On trouve la description de l'anneau astronomique dans le livre de Nicolas Bion *Traité de la construction et des principaux usages des instrumens de mathématique* (1752). Nicolas Bion fabriquait et vendait tout instruments dits mathématiques. Ce livre est numérisé au *Service Commun de la Documentation de l'Université de Strasbourg* (<http://num-scd-ulp.u-strasbg.fr:8080/640/>).

L'anneau est aussi décrit dans le *Traité de Navigation* (1760) de Denoville, livre manuscrit de La Bibliothèque Municipale De Rouen et édité par l'ASSP Rouen. Ed. Point De Vues . <http://assprouen.free.fr/denoville/>.

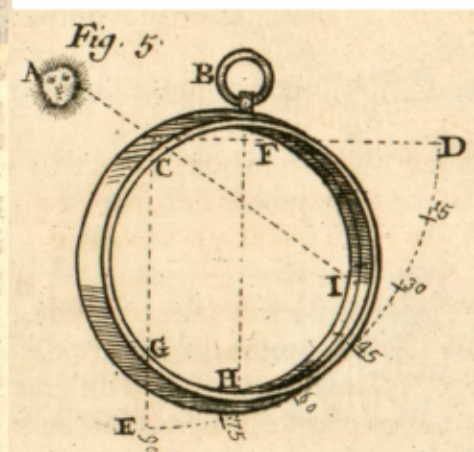
Cet instrument qui ne sert qu'à mesurer la hauteur du Soleil ne doit pas être confondu avec l'anneau équatorial (appelé aussi anneau astronomique) qui est un cadran solaire.

Description de l'anneau astronomique



Anneau équatorial

Construction de l'Anneau.
C'est un cercle de cuivre, qui se fait de 8 à 10 pouces de diamètre. Il est nécessaire qu'il soit d'une bonne épaisseur, afin qu'étant plus pesant il conserve mieux sa situation perpendiculaire ; la division se marque dans sa surface concave. Il y a un petit trou en C, qui traverse l'Anneau parallèlement à son plan. Ce trou est éloigné de 45 degrés du point de suspension B, & il est le centre d'un Quart-de-cercle DE, divisé en 90. degrés. Un de ses rayons CE est parallèle au diamètre vertical BH, point de suspension ; & l'autre rayon horizontal est perpendiculaire au même diamètre.
 Nous ne disons rien ici de la précision avec laquelle on doit avoir ce diamètre. L'habileté de l'ouvrier y suppléera facilement. Ensuite on tire des rayons du centre C à tous les degrés du quart de cercle DE, pour les marquer dans la surface intérieure de l'Instrument, depuis F jusqu'en G. On peut faire cette division à part sur un plan, puis la transporter bien exactement dans la concavité du cercle.
 Ce qui fait estimer cet Instrument, c'est que les degrés de la division sont plus grands à proportion de sa grandeur, que ceux de l'Astrolabe.

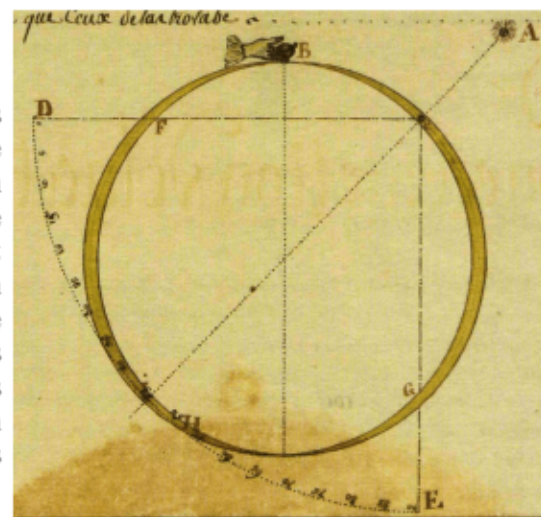


Denoville dans son *Traité de*

Navigation (1760) le décrit ainsi (vieux français) :

De l'anneau astronomique

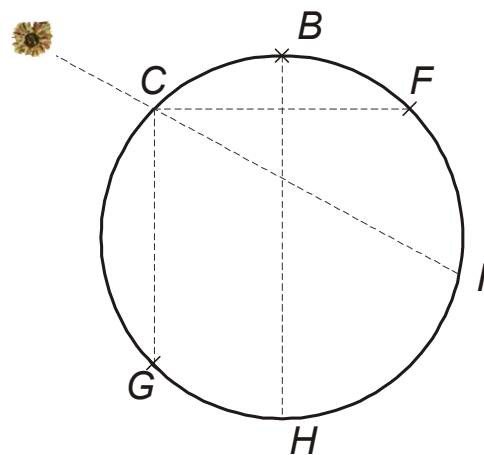
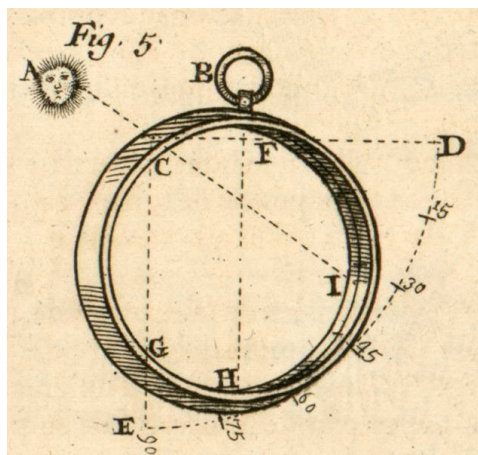
L'anneau astronomique est un cercle de métal comme l'astrolabe, mais qui n'a ni traverses, ni alidade ; il y a un petit trou en e qui traverse l'anneau parallèlement à son plan, ce trou est éloigné de 45° du suspensoir B. L'on a fait servir ce trou C pour centre d'un quart de cercle DE gradué en sur 90° duquel l'un des rayon CE est pareillement au diamètre vertical BH tiré du suspensoir B. Est un autre rayon horizontal CD, qui est perpendiculaire au même diamètre BH. Ensuite on a tiré des rayons à tous les degrés du quart de cercle DE. Lesquels marquent les degrés dans la superficie intérieure de l'instrument depuis F jusqu'en G. Cette construction doit premièrement être faite sur un plan, et puis être portée dans le fond l'instrument pour avoir les degrés FHG.



Principe de construction

Construire un anneau est assez aisé. Le tracé en est simple puisqu'il ne nécessite qu'une règle graduée. La construction en papier ou carton bristol, nécessitera de lui adjoindre une couronne de rigidité. Il faudra donc aussi un compas. On fera la découpe au cutter ou au ciseau suivant son habileté. Le petit trou se fait avec la pointe du compas.

L'anneau peut être conçu comme une bande que l'on refermera et collera pour donner un cercle. Cette bande de longueur l (plus la partie pour le collage) donnera un cercle de rayon $R = l/(2\pi)$.



suspension

trou



Géométrie de l'anneau

Si l'on prend le point B (suspension) comme origine, et que l'on tourne dans le sens rétrograde (sur le dessin),

- le point F est à 45° : début de la graduation (0° de hauteur ou 90° de distance zénithale)
- le point G est à $45^\circ + 180^\circ = 225^\circ$: fin de la graduation : hauteur = 90° ou distance zénithale = 0°
- le pont C à $225^\circ + 90^\circ = 315^\circ$: trou

Mais si l'on prend comme référence la longueur de la bande l ,

- le point F est à $l/8$
- le point G est à $l/8 + l/2 = 5/8 l$
- le pont C à $5/8 l + l/4 = 7/8 l$

Relation hauteur et position du point I

La hauteur est donnée par l'angle ICF qui est un angle inscrit.

L'angle au centre correspondant est $\alpha = FOI$.

La relation élémentaire entre ces deux angles est :

$$FOI = 2 FCI$$

$$\alpha = 2 h$$

La longueur de l'arc FI est donc lié au rayon et à la circonférence de l'anneau par :

$$2 \pi R / 360 \cdot \alpha \quad (\alpha \text{ en degrés})$$

Position des graduations :

$$\text{long. } FI = \pi R / 90 h \text{ (exprimé en degrés)}$$

$$BI = BF + FI = l/8 + \pi R / 90 \cdot h$$

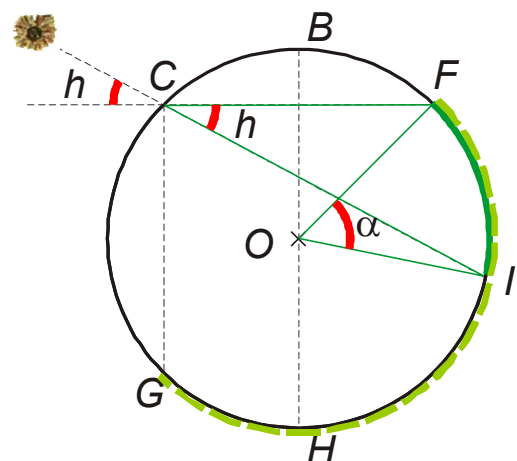
Graduations

La partie graduée, l'arc FIG qui vaut $l/2$ est à diviser en 90 petites parties. Un degré aura $l/180$ de largeur.

Un degré aura $l/180$ de largeur.

Si on se donne le rayon R la longueur et la largeur du degré sont imposés et sauf cas particulier vaudront des valeurs non simples dans l'unité de mesure choisie.

Inversement si l'on se donne la largeur d'un degré a , la valeur de l s'en déduira : $l = 180 a$ et à une valeur entière ou demi-entière de a correspondra une valeur entière pour l .



On en déduira le rayon R de l'anneau : $R = l / (2 \pi)$

On peut donc choisir une valeur de a qui permettra un tracé simple des degrés en fonction de la grandeur de sa feuille.

largeur du degré (mm)	longueur de la bande (mm)	Rayon de l'anneau (mm)
1.0	180	28.6
1.5	270	43.0
2.0	360	57.3

On pourra faire deux graduations entre F et G . L'une allant de 0 à 90° pour les *hauteurs* et l'autre de 90 à 0° pour les *distances zénithales*.

Pour la lisibilité, on marquera par des traits un peu plus grands les multiples de 5 et encore un peu plus grands les multiples de 10 . L'écriture des degrés de dix en dix suffit.

Rigidification

Un anneau de papier ou de bristol est souple et suspendu en position verticale ne gardera pas une forme circulaire, mais s'allongera vers le bas.
Comment le rigidifier ?

On va construire un anneau de rayon intérieur R tel que $2 \pi R = l$.

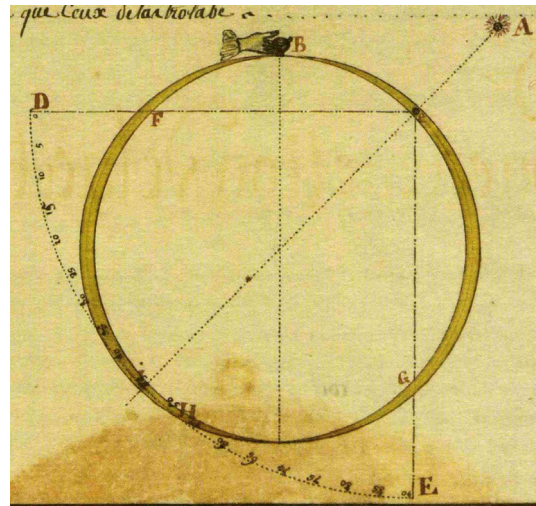
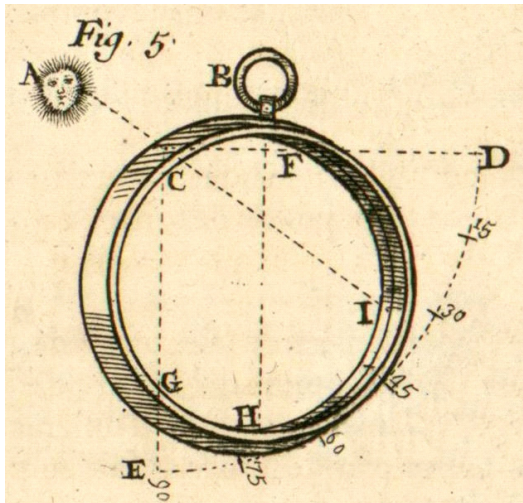
Il ceinturera l'anneau en son milieu. Il faudra donc faire le trou et la graduation un peu décalés.
Le système de suspension pourra alors être fait sur cet anneau.

Résultat



Utilisation

Observer la hauteur du Soleil avec l'anneau astronomique



Il faut suspendre l'anneau par la boucle *B*. Se tourner ver le Soleil *A* de sorte que son rayon passe par le trou *C*. Il marquera au fond de l'anneau de *E* en *I* les degrés de la hauteur du Soleil entre le rayon horizontal *CE* et le rayon de l'astre *CI* et la partie *IHG* marquera sa distance au zénith entre le rayon *CI* de l'astre et le rayon vertical *CG*.

Les observations faites par l'anneau astronomique sont plus exactes qu'avec l'astrolabe parce que proportion de leur grandeur les degrés de l'anneau sont plus grands que ceux de l'astrolabe.

Grandeur de la tache du Soleil

Diamètre solaire : $0,5^\circ$

Diamètre de la tache en *I*

$$d_s = CI \tan(0,5^\circ)$$

CI varie en fonction de *h*

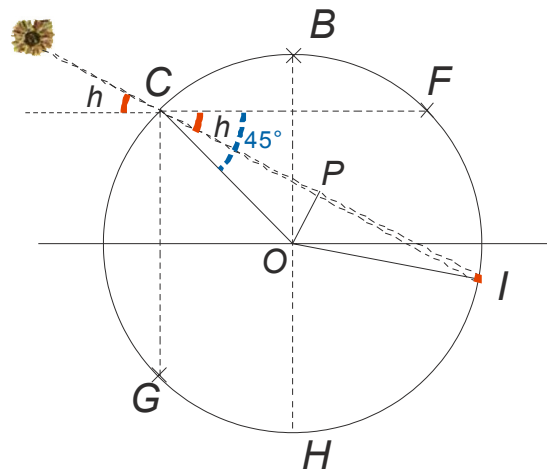
$$CI = 2 CP$$

$$CP = CO \cos OCP$$

$$OCP = 45^\circ - h$$

$$CP = R \cos(45^\circ - h)$$

$$d_s = 2R \cos(45^\circ - h) \tan(0,5^\circ)$$



<i>R</i> (mm)	<i>d_s</i> (mm)	
	<i>h</i> = 0°	<i>h</i> = 45°
40	0.49	0.7
50	0.62	0.87
60	0.74	1.05

Il faut ajouter le diamètre du trou et éventuellement les effets de diffraction.