

David Alberto

Doutez-vous de l'état d'avancement de la science des cadrans solaires à la fin du XVII^e siècle, quand le « Roi-Soleil » régnait ? Alors découvrez ce cadran solaire en papier que David Alberto a trouvé dans un almanach français de 1680, reproduit et mis en téléchargement libre sur son site.

L'ALMANACH

Le « Grand Guidon et Trésor journalier des Astres » est un almanach publié en 1680 par le libraire rouennais Jean Oursel. Il fournit diverses informations utiles au quotidien, telles que les dates des nouvelles lunes, des fêtes mobiles, les jours de la semaine, les heures de lever et de coucher du Soleil, mais aussi « les préceptes astrologiques pour exercer la Médecine »... Il présente également des conseils pour le tracé de cadrans solaires muraux.

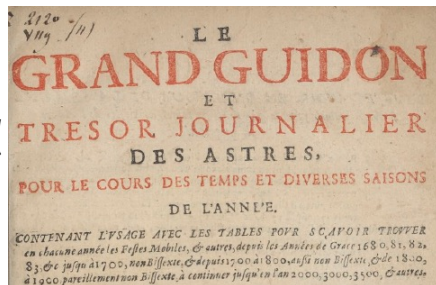


Fig.1.
Page de titre du
« Grand Guidon »

DEUX OUTILS DE MESURE DU TEMPS

En page 4, figure un double instrument astronomique de mesure du temps (Fig.2).

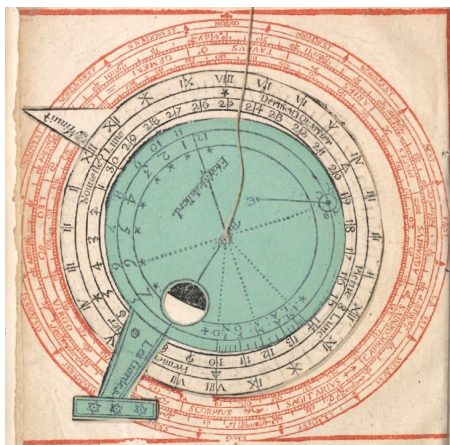


Fig.2. Le nocturlabe et le cadran solaire de hauteur. Le cercle noir et blanc est une fenêtre donnant l'aspect de la Lune au fil des jours.

Cet instrument est constitué d'un nocturlabe (il permet de trouver l'heure de nuit, d'après la position dans le ciel de certaines étoiles de la Petite Ourse). Les disques blanc et bleu pivotent autour de leur centre ; leur réglage selon la date fait correspondre la position des étoiles à une heure moyenne donnée.

D'autre part, le disque bleu sert également de cadran solaire de hauteur. Oursel le présente comme le « Cadran Solaire universel, pour servir en tous lieux, tant sur Mer que sur Terre ».

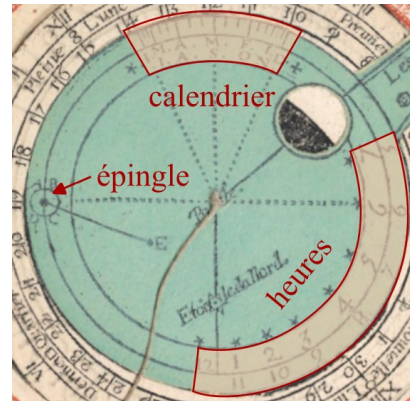


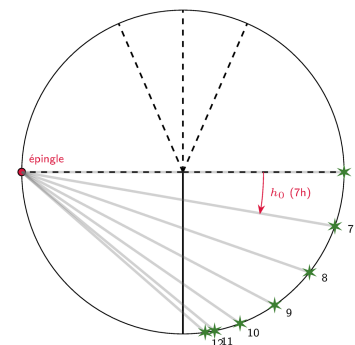
Fig.3. Le cadran solaire. Ses principaux éléments sont : à gauche, un petit cercle ABCD ; en haut trois lignes pointillées menant à des graduations calendaires (initiales des mois, et graduations tous les 10 jours) ; en bas à droite des étoiles numérotées avec les heures de la journée de 5h du matin à 7h du soir.

Voyons comment se servir de ce cadran :

- L'index du disque blanc est tourné de manière à repérer la verticale vers le haut. De cet index pend un fil à plomb.
- On fait tourner le disque bleu pour amener sur la verticale la graduation du jour.
- On plante une épingle au centre du petit cercle ABCD à gauche, perpendiculairement au disque.
- Ces réglages étant tous fixés avec la main, on tient l'instrument verticalement au soleil, en lumière rasante venant de la gauche. L'étoile sur laquelle tombe l'ombre de l'épingle indique l'heure solaire.

ÉTUDE GNOMONIQUE DU CADRAN

Il s'agit d'un cadran solaire de hauteur, puisque les étoiles indiquant les heures sont placées par rapport au pied de l'épingle en fonction de la hauteur du Soleil.



*Fig.4. Principe du cadran, utilisé aux équinoxes.
Les lignes représentent l'ombre de l'épingle au fil de la journée. L'angle entre l'horizontale et l'ombre est égal à la hauteur du Soleil.*

Les étoiles horaires sont placées sur le trajet de l'ombre. Comme pour tous les cadrans de hauteur, deux moments de la journée correspondent au même repère horaire, à égale

distance de midi, par exemple 10 h du matin et 2 h de l'après-midi.

Le choix de ce cadran se comprend assez bien car l'espace est limité sur le disque bleu. La fig.4 montre le tracé valable pour les équinoxes et une latitude de 49° . Le Soleil se lève à 6 h et se couche à 18 h. Toutefois, le réglage du cadran pour d'autres dates pose un problème, que ce cadran résout avec une approximation que nous allons évaluer.

Si l'auteur du tracé avait voulu rigoureusement positionner les graduations horaires pour toute l'année, cela impliquerait d'une part des calculs assez laborieux, mais aussi l'ajout d'un calendrier encombrant sur le quart de cercle comportant les heures. Au lieu de cela, une approximation a été faite : on suppose que la hauteur du Soleil h pour une heure et une déclinaison solaire δ données peut s'exprimer par la relation $h \approx h_0 + \delta$ où h_0 est la hauteur du Soleil aux équinoxes, pour la même heure. Si cette approximation donne des valeurs différentes des valeurs réelles, elle fournit un moyen très simple d'ajuster le cadran pour les dates hors-équinoxes. Il suffit d'incliner l'ensemble du disque portant le tracé, d'un angle égal à la déclinaison pour la date voulue.

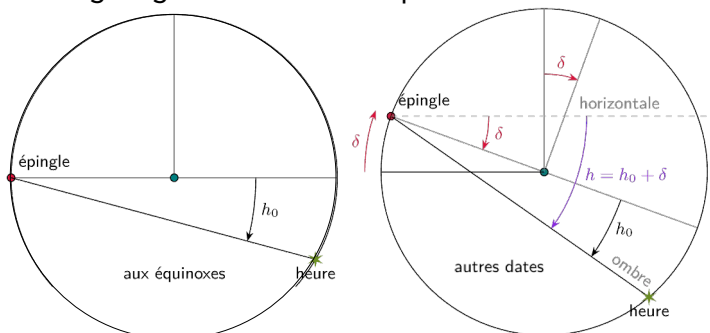


Fig.5. Par rapport à la situation aux équinoxes (hauteur notée h_0), si on fait pivoter l'ensemble du tracé d'un angle δ , l'angle formé par l'ombre de l'épingle et l'horizontale est bien égal à $h_0 + \delta$.

En plaçant en haut du disque des graduations qui associent une date à une déclinaison du Soleil, on obtient un cadran réglable pour tous les jours de l'année.

L'erreur due à l'approximation n'est nulle qu'aux équinoxes, ainsi qu'à midi pour toute l'année. Cependant les cadrans de hauteur souffrent d'une imprécision notable près de midi solaire, car à ce moment de la journée la hauteur du Soleil varie très peu.

Pour évaluer l'erreur que cette approximation engendre sur la lecture de l'heure, on a rassemblé sur la fig.6 ci-après les courbes réelles et issues de l'approximation. On constate que pour une déclinaison de $\pm 11,5^\circ$ (soit un mois avant ou un mois après les équinoxes), l'erreur maximale est de 15 min.

Aux solstices, l'erreur atteint environ 30 min. Pour les déclinaisons positives (printemps-été), le cadran est en retard ; il est en avance pour les déclinaisons négatives. Cependant ce décalage est inversé pour les heures de l'après-midi.

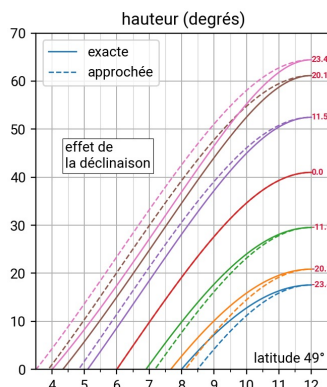


Fig.6. Effet de la déclinaison du Soleil sur l'erreur de lecture de l'heure matinale.

Je vous laisse juger si ces écarts sont acceptables. Si vous adoptez ce cadran solaire, vos amis apprendront sans doute à savoir à quel moment de la journée et de l'année vous serez en avance ou en retard aux rendez-vous...

DES ERREURS DE JEAN OURSEL

On ne peut pas dire si l'approximation de la hauteur du Soleil était utilisée par Oursel en connaissance de cause. En revanche, certains éléments laissent penser qu'il a dû reprendre un tracé d'une autre source sans en maîtriser tous les détails.

Le premier indice se trouve dans les graduations de son calendrier. Oursel présente la graduation correspondant aux équinoxes comme celle du 1er mars et du 1er septembre (au lieu du 20 mars et du 22 septembre environ), et les graduations extrêmes comme celles du 1er juin et du 1er décembre (au lieu du 21 juin et du 21 décembre). Cette erreur est surprenante, puisque l'association des dates des solstices avec les déclinaisons extrêmes du Soleil est assez connue.

De plus, ce cadran solaire est présenté comme « universel, pour servir en tous lieux, tant sur Mer que sur Terre ». Or un tel cadran n'est pas réglable en latitude. Peut-être s'agit-il d'une confusion avec le nocturlabe qui l'accompagne, ce dernier étant utilisable pour la quasi-totalité de l'hémisphère nord. Les mesures d'angles effectuées sur le tracé semblent cohérentes avec une latitude de 49° nord, soit approximativement celle de Rouen ($49,4^\circ$).

Pour vous permettre de manipuler ce cadran, une reproduction a été réalisée, téléchargeable librement sur le site de l'auteur¹. Le tracé a été fait pour les latitudes entières de 41° à 51° , couvrant la France métropolitaine, la Suisse, le Luxembourg, la Belgique et le Québec.

Un prochain article présentera le nocturlabe associé à ce cadran.

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA <http://clea-astro.eu/>. Pour plus de détails sur ses activités, voir <https://www.astrolabe-science.fr/>

¹ <https://www.astrolabe-science.fr/qnomonique-almanach-oursel/>