

HEURE SOLAIRE SANS LA LATITUDE

Henri Gagnaire

Et si vous réalisiez un dispositif vous permettant de déterminer l'heure solaire quelle que soit la latitude du lieu où vous vous trouvez ? Un « cadran solaire universel » en quelque sorte... L'auteur nous en détaille le principe et nous guide dans sa réalisation.

PRÉSENTATION

L'heure solaire est la même pour tous les habitants d'un même méridien terrestre. Parmi toutes les relations dont disposent les gnomonistes, l'une d'entre elles traduit ce fait. En effet, la relation suivante (où A , h , δ sont respectivement l'azimut, la hauteur et la déclinaison du Soleil et H l'angle horaire) est indépendante de la latitude φ :

$$\sin A \cdot \cos h = \sin H \cdot \cos \delta$$

Le lecteur pourra vérifier que l'azimut et la hauteur du Soleil (à même heure, même date) sont différents en deux lieux dont les latitudes sont très différentes (par exemple : Toulon en France et Stavanger en Norvège qui sont presque sur le même méridien) mais que les produits $\sin A \cdot \cos h$ sont égaux.

Cette relation est valable également si le Soleil est en-dessous de l'horizon. De plus, la fonction cosinus étant paire, $\cos \delta$ a le même signe si la déclinaison du Soleil est positive ou négative. Chacun des deux membres de cette relation est un produit dont la valeur commune sera notée P . Certains auteurs ont mis à profit cette relation pour proposer des cadrans, très ingénieux mais difficiles à reproduire, pour déterminer l'heure quelle que soit la latitude du lieu^{1 2 3}.

Le dispositif décrit ici est très simple. Il présente un certain intérêt pédagogique. Par contre, le prix à payer est de lire deux graduations particulières, de faire une multiplication et d'utiliser un abaque. Cela peut paraître complexe mais ces différentes opérations sont faciles à réaliser. L'abaque est présenté sur la figure 1 ci-contre. En abscisse est la valeur absolue de la déclinaison : à chaque point de cet axe on pourrait faire correspondre quatre dates, deux pour la déclinaison positive, deux pour la déclinaison négative. En ordonnée est portée, pour différentes heures solaires, la valeur absolue du produit $|P| = |\sin H| \cdot \cos \delta$. L'abaque ne peut être utilisé que lorsque $\sin A$ d'une part, $\cos h$ d'autre part et le produit P des deux ont été déterminés. Connaissant la déclinaison, le report sur la figure de la ligne horizontale d'ordonnée $|P|$ permet d'estimer l'heure solaire par interpolation. L'examen de la figure 1 montre que les différentes courbes sont suffisamment espacées, sauf autour de 6 h ou 18 h, pour permettre la détermination correcte de l'heure solaire à quelques minutes près.

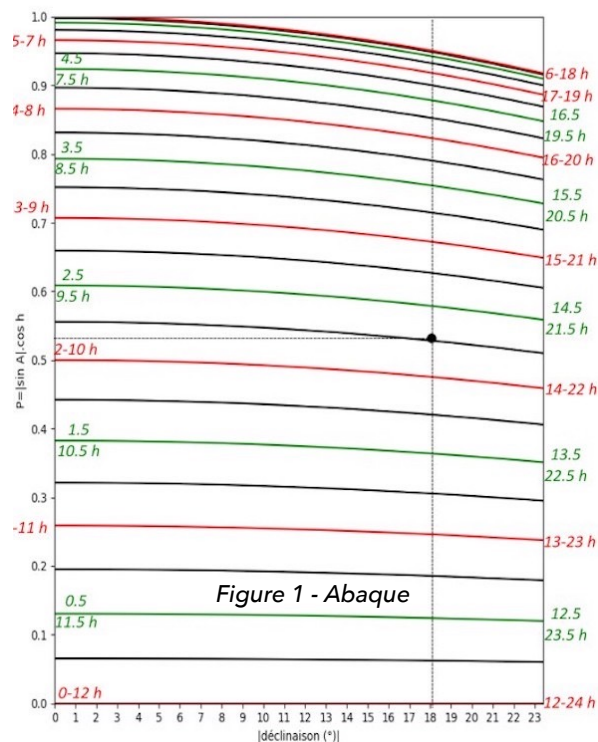


Figure 1 - Abaque

Elles sont quasiment horizontales. Il n'est donc pas nécessaire de connaître la déclinaison avec une très grande précision.

DISPOSITIF

Quel est le dispositif qui permet de déterminer $\cos h$ et $\sin A$? Il doit être à la fois un cadran de hauteur et un cadran d'azimut. Pour déterminer la hauteur, on peut utiliser le cadran de hauteur plan présenté en référence⁴. Il est constitué par une planchette verticale et un gnomon perpendiculaire à la planchette, de longueur d et d'extrémité G (voir figure 2).

Lors d'une mesure, la planchette doit être orientée afin que l'ombre M de G soit positionnée sur la ligne verticale passant par le point K . La distance $OK = a$ est choisie de manière arbitraire. Le triangle MKG est rectangle en K et l'angle KGM de sommet G est égal à la hauteur h du Soleil. Ainsi la distance KM vaut $L \cdot \tan h$ (figure 2) où L est mesurée directement sur le dispositif. De la valeur de KM , on peut déduire la valeur de $\cos h$ qui est ensuite inscrite sur la ligne verticale KM au niveau du point M .

On obtient ainsi la graduation particulière montrée sur la figure 3.

Sur la figure 2, la droite Δ passant par V' est parallèle à GK . Elle montre la direction de l'ombre du bord VV' de la planchette sur un plan horizontal. Quelle que soit l'heure et puisqu'il faut orienter correctement la planchette, cette ombre fait toujours l'angle $\arctan(d/a)$ avec la planchette. Cette ombre va tourner au cours de la journée et permettre de mesurer l'azimut du Soleil sur un rapporteur placé sur un plan horizontal, dont la graduation 0° doit indiquer la direction sud-nord du lieu. Il faut placer le point V au centre du rapporteur. Ce rapporteur peut être gradué en portant directement les différentes valeurs de $|\sin A|$ plutôt que A (figure 4).

ESSAI

Le 28 janvier 2025 ($\delta = -18,08^\circ$) à 9 h 42 min (heure solaire) soit $H = 9.7$ h, le dispositif (figure 5) a permis d'enregistrer les valeurs suivantes :

$$\cos h = 0,950 \text{ et } |\sin A| = 0,560$$

D'où le produit $|P| = |\sin A| \cos h = 0,532$. Le tracé de l'horizontale d'ordonnée 0,532 et de la verticale d'abscisse 18° sur l'abaque conduit à $H = 9.75$ h environ (voir Figure 1).

À noter que pour cette heure solaire, l'application *Solar Info* donne pour la valeur de l'azimut $A = -180^\circ + 145,51^\circ = -34,49^\circ$ dont la valeur absolue du sinus vaut 0,566, et pour celle de la hauteur $h = 19,195^\circ$ dont le cosinus vaut 0,944. Ces valeurs considérées comme exactes conduisent à un produit égal à 0,534.

L'excellent accord entre les deux valeurs du produit provient du fait que la valeur de $\cos h$ a été obtenue expérimentalement par excès tandis que celle de $|\sin A|$ a été obtenue par défaut et les deux petites erreurs se compensent.

Ce dispositif rudimentaire, facile à reproduire et à transporter (l'abaque peut être fixée au dos de la planchette), permet donc de déterminer de façon satisfaisante l'heure solaire quelle que soit la latitude (autour de midi solaire, la valeur de l'azimut permet de savoir si midi est passé ou non).

Professeur de physique à l'université de Saint-Étienne, Henri Gagnaire henrigagnaire@gmail.com a découvert et s'est passionné pour la gnomonique après sa retraite. Il contribue aujourd'hui activement aux activités de l'association Recherche Midi 42 <https://sites.google.com/view/cherche-midi-42> et à la diffusion des connaissances dans le domaine.

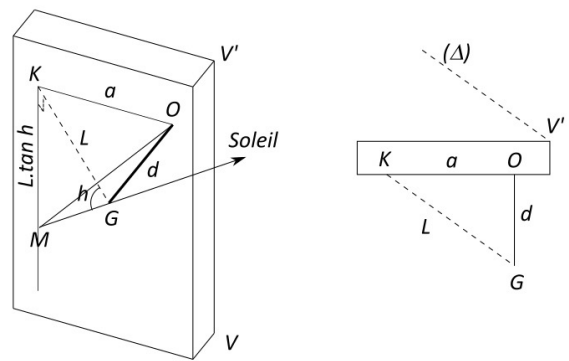


Figure 2 - Cadran de hauteur

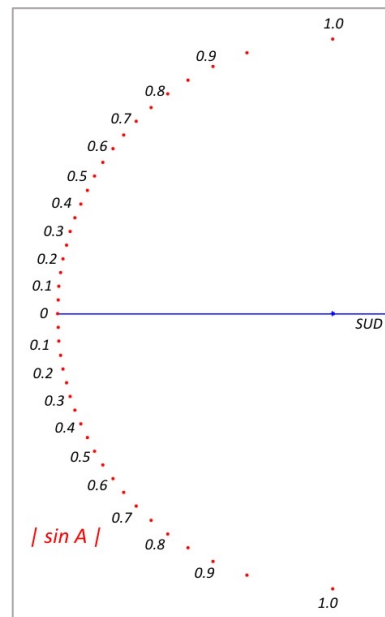


Figure 3 - Graduation Hauteur

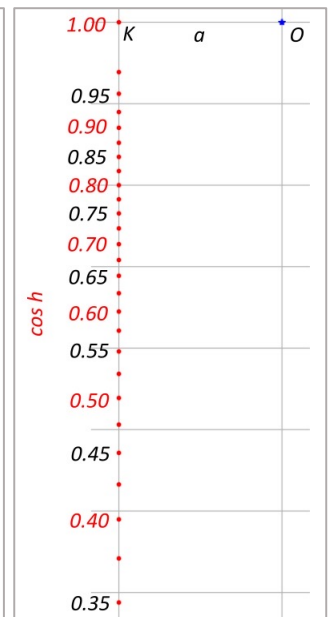


Figure 4 - Graduation Azimut



Figure 5 - Dispositif réalisé

¹ J.G. Freeman - A latitude-independent sundial - British Sundial Society - Bull 91.1 - feb 1991 - pp. 18-28

<https://archive.sundialsoc.org.uk/wp-content/uploads/bulletins/B1991/Bull091-1.pdf>

² J.A.F. de Rijk - A new latitude-independent sundial - British Sundial Society - Bull 91.3 - oct 1991 - pp. 37-40

<https://archive.sundialsoc.org.uk/wp-content/uploads/bulletins/B1991/Bull091-3.pdf>

³ J.F. Echard - Cadran de Freeman - Cadran Info n°13 - mai 2006 - pp 20-24

⁴ H. Gagnaire, P. Gagnaire - Cadres cylindriques de Hartman - Cadran Info n°43 - mai 2021 - pp. 51-72 (voir p. 61)