Cadran solaire double d'Oughtred

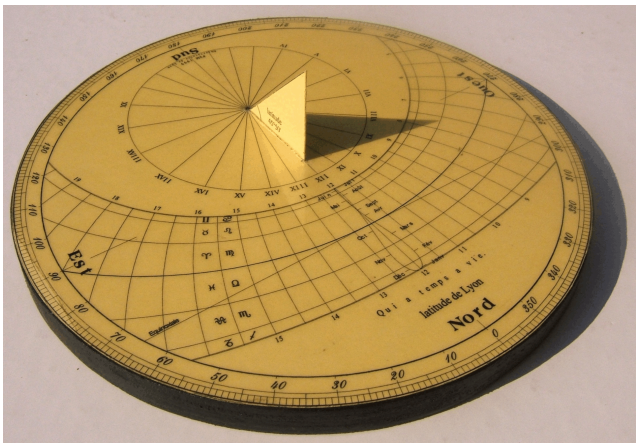
Philippe Merlin, Observatoire de Lyon

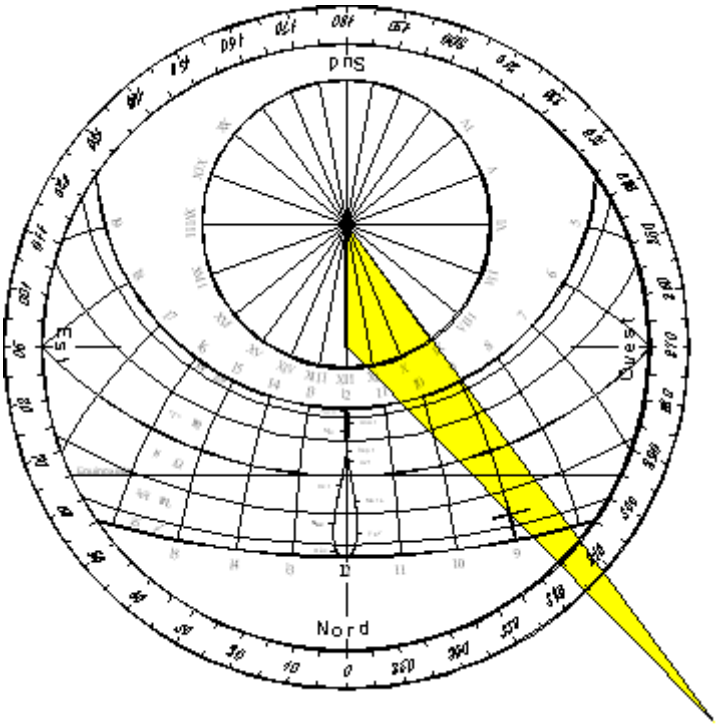
Résumé : *en un lieu de latitude connue, la mesure sur un cadran solaire du temps solaire vrai, n'est valable que si l'instrument, adapté à la latitude, est bien orienté. Voici un cadran astucieux qui permet de le mettre dans la bonne orientation par son principe même de construction.*

Introduction

Décrit par le mathématicien anglais William Oughtred (1574-1660), ce cadran solaire se compose d'un *cadran équatorial horizontal* et d'un *cadran horizontal à gnomon*. Il peut-être positionné sans boussole en l'orientant de façon que les heures lues sur les deux cadrans soient identiques. Le tracé des deux cadrans est fonction de la latitude du lieu de villégiature. Pour la latitude Lyon et les latitudes voisines, vous trouverez sous forme de fichiers PDF, le tracé du cadran à imprimer sur bristol à l'adresse :

http://www-obs.univ-lyon1.fr/fc/cdroms/docu_astro/temps/cadrans/cad_ought.pdf





Description

Le *Cadran double* comprend :

– un disque horizontal portant deux réseaux de lignes correspondants aux deux cadrans et une graduation extérieure de 0˚ à 360˚.

– un triangle rectangle servant de styles, perpendiculaire au disque et dont l'angle adjacent au disque vaut la latitude du lieu.

Le c*adran horizontal* est composé du cercle et de ses rayons horaires de la partie supérieure du disque, avec les heures gravées en chiffres romain. Son style (partie ou tige qui marque l'ombre) est l'hypoténuse du triangle rectangle. L'ombre projeté de cette arrête donne l'heure solaire du lieu.

Le *cadran de direction* est le réseau d'arcs de cercle de la partie inférieure ; son style est le côté vertical du triangle rectangle. Les arcs de cercle Est-Ouest correspondent aux cercles d'égale déclinaison : positions du Soleil aux équinoxes, solstices ainsi que les positions intermédiaires (longitude du Soleil = 0˚, 30˚,60˚, 90˚, 120˚...). Les arcs de cercle haut-bas correspondent aux repères des heures (cercles d'égal angle horaire), repérées au-dessus et au-dessous par les chiffres arabes. La projection de l'ombre de l'arrête verticale du triangle-style sur le réseau de cercles donne l'heure solaire du lieu en fonction de la date de l'année qu'il faut interpoler entre les repères des mois (au centre).

La courbe en 8 tracé sur la ligne Nord-Sud est l'équation de temps (méridienne de temps moyen). Elle donne le décalage tout au long de l'année entre le temps solaire moyen et le temps solaire vrai (voir page suivante).

Le prolongement de l'ombre de l'axe vertical du style sur la graduation extérieure donne l'azimut du Soleil (azimut des astronomes, origine au Sud).

Montage

Découper le disque du *Cadran double* suivant les contours extérieurs et inciser le disque du *Cadran double* selon le trait pointillé gras.

Découper le triangle ou double-style du *Cadran double* suivant les contours extérieurs. Plier vers l'extérieur les pattes de fixation du triangle, rabattre les

deux volets du triangle l'un sur l'autre, et les coller.

Insérer par dessous le triangle dans la fente du disque (voir figure ci-dessus) et le coller par les pattes sous le disque.

Pour l'esthétique et la solidité, il est conseillé de coller le cadran sur une planchette.

Positionnement ou mise en station

Le *Cadran double* étant posé horizontalement, la ligne Nord-Sud doit être alignée avec l'axe Nord-Sud du lieu.

On peut l'aligner avec une boussole, mais il est plus facile de tourner le cadran sur lui-même de façon que l'heure indiquée par le cadran équatorial soit égale à celle donnée par le cadran horizontal en fonction de la date du jour. A ce moment, le cadran solaire est bien orienté par construction.

Utilisation

Le cadran doit être positionné horizontalement. On le fait tourner de façon que les heures marquées sur les deux cadrans soient identiques.

On peut alors faire la correction de l'équation du temps lue sur la méridienne ou prise dans une table.

Ainsi bien positionné, le cadran peut servir de boussole en indiquant le Nord géographique.

Exemple :

Soit le 1 février, à 9h00 au Soleil. L'ombre du style incliné marque 9h00 ainsi que l'ombre du style vertical à l'intersection avec le cercle de déclinaison passant par le 1er février.

L'azimut du Soleil est de 316°.

A la bonne heure solaire !

Bibliographie

Voir Raymond d'Hollander *L'Astrolabe, histoire, théorie et pratique* 1999 p. 283.

Oughtred (William), mathématicien, né en 1574 à Eton (Buckingham), m. en 1660, était ecclésiastique et enseignait les mathématiques tout en remplissant les devoirs de son état. Il a composé plusieurs ouvrages qui eurent du succès, et dans lesquels ils s'est appliqué à simplifier les calculs et à développer l'application de l'algèbre à la géométrie. Le principal a pour titre *Clavis mathematica ou Arithmeticæ institutio*, Londres, 1631; puis traduit par l'auteur même en anglais sous le titre de *The key of mathematics*, 1647. On y trouve un procédé de multiplication abrégée auquel est resté le nom de Règle d'Oughred.

Il s'intéressa aux travaux de Viète et contribua à l'amélioration des notations algébriques. De par ses calculs complexes, il étudia les logarithmes dont il énonça les règles fondamentales comme :

$$\log (a \times b) = \log(a) + \log(b)$$

et on lui attribue ainsi la paternité (avec son contemporain Gunter) de la première échelle logarithmique et, par là, de la règle à calcul.

Oughtred est à l'origine de plusieurs de nos notations usuelles :

On lui doit :

- en algèbre : ± pour signifier « + ou - » ainsi que x (croix de Saint André) pour désigner la multiplication
- en géométrie, il utilisa le signe ∠ pour désigner un angle dans son traité de trigonométrie (Trigonometria, 1657). Cette notation est encore utilisée par les anglais et aux USA : ∠ABC désigne ce que l'on note généralement, en France :

$\widehat{ABC}$: l'angle de sommet B, de côtés [BA) et [BC).

Cette dernière notation est due à Carnot dans sa Géométrie de position.

En outre, il semble être le premier à avoir usé de la lettre pour désigner le rapport de la circonférence à son diamètre (avant Jones, Euler et Lambert) ainsi que des abréviations trigonométriques **sin** pour le sinus , **tan** pour la tangente et **sec** pour la sécante, inusitée de nos jours, introduite par Abu Al Wafa au 10ème siècle.

http://serge.mehl.free.fr/chrono/Oughtred.html
http://www.cosmovisions.com/Oughtred.htm

Bibliographie complète :

http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/history/Mathematicians/Oughtred.html

Compléments

Relation Temps solaire local vrai, Temps solaire local moyen et Temps civil

Le cadran solaire donne l'heure solaire vraie du lieu T_{solaire}. Pour passer à l'heure du soleil moyen $T_{\text{solaire moyen}}$ et à l'heure civile T_{civil}, il faut connaître :

– l'équation du temps ΔT qui est la différence variable tout au long de l'année du temps solaire moyen et du temps solaire vrai ; elle provient de l'ellipticité de l'orbite de la Terre et de l'inclinaison de cette orbite sur l'équateur. Cette différence peut se lire sur la méridienne, la courbe en huit au milieu du cadran, où se trouver tabulée dans de nombreux livres d'astronomie où sous forme de fichier PDF à

http://www-obs.univ-lyon1.fr/fc/cdroms/docu_astro/temps/tab_equat_temps.pdf

– la longitude L du lieu exprimée en heure d'angle (longitude en degrés divisée par 15), positive à l'ouest, négative à l'est

– le décalage horaire du pays H (en France, + 1 heure l'hiver, + 2 heures l'été).

$$T_{\text{solaire moyen}} = T_{\text{solaire}} + \Delta T$$

$$T_{\text{civil}} = T_{\text{solaire}} + \Delta T + L + H$$

Le temps solaire moyen de Greenwich est le Temps Universel ou TU.