

les cadrans solaires

par Delsy Bensaid, Chiraz Chaaouria, Dorothée Grobost et Julien Urbe, Atelier scientifique du lycée Jean Macé de Vitry (94)

Nous tenons à remercier Madame A. M. Divetaïn, grâce à laquelle nous avons pu connaître la plupart des ouvrages indiqués en fin d'article.

A la recherche du temps perdu.

Le premier cadran solaire a été l'homme et son ombre: l'homme est le " gnomon ", la terre est la " table " et les variations de la longueur de l'ombre marquent les différents moments de la journée.

La gnomonique (science des cadrans) est une invention venue de l'Orient (Chaldée) En Egypte, elle est science sacrée (culte du dieu Râ, dieu soleil).

Chez les Egyptiens, à propos d'une éclipse de soleil, on lit: " on ne distingue plus l'heure de midi, on ne compte plus l'ombre ".

En Grèce, on se saluait de cette question: " où en est l'ombre? " (quelle heure est-il?)

Cette science se perpétue et progresse dans le monde arabe vers l'an mille. Elle se répand en Occident et devient pratique courante (traité des horloges solaires; Strasbourg, 1568). Au Moyen Age, la moindre rue dispose d'un cadran solaire. Aujourd'hui encore, on trouve des cadrans solaires, et particulièrement dans le Sud de la France.

Voici quelques exemples de devises inscrites sur les cadrans solaires. Certaines sont d'inspiration religieuse, d'autres philosophique, ou poétique ... ou même pratique ...

" Je mesure le temps, image mobile de l'immobile éternité "

" Passant, qui que tu sois, arrête toi et bois "

" Au fond du pot git la vérité "

" Tempus fugit "

" Carpe diem "

" Il est plus tard que vous ne croyez "

ou bien encore

" Le soleil se lève pour tous "

Le principe d'un cadran solaire est de mesurer le temps à l'aide du déplacement de l'ombre (gnomon) d'un bâton ou d'une tige (le style), sur une surface plane (la table).

Le cadran équatorial.

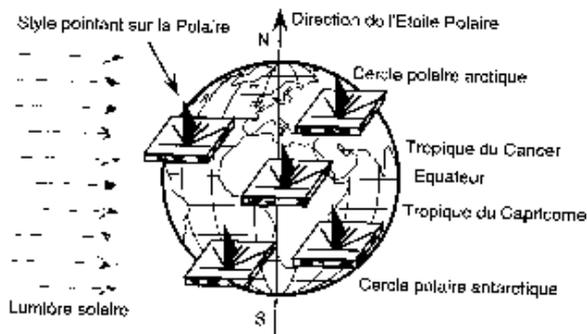
Le principe d'un cadran équatorial est de reproduire en un point quelconque du globe la situation d'un cadran situé au pôle, dont la table est parallèle à l'Equateur (d'où son nom), et dont le style suit l'axe de rotation de la Terre.

• le cadran au pôle :

Le style, perpendiculaire à la table, suit l'axe des pôles, et garde donc la même direction pendant la révolution de la Terre. Un jour, soit 24 heures, correspond à une rotation complète de la Terre autour de son axe, c'est à dire 360° au sol : une heure sera donc représentée par un secteur de $360/24 = 15^\circ$ sur le sol, au pôle.

• un cadran équatorial :

En un autre point du globe, le style doit encore être parallèle à l'axe des pôles et la table doit être perpendiculaire au style pour que la situation soit la même qu'au pôle.



(schéma d'après Y. Opizzo)

Pour orienter le style d'un tel cadran, **il est nécessaire :**

- **de savoir la latitude du lieu**, ce qui nécessite de connaître quelques notions d'astronomie, ou d'avoir une bonne documentation sur le lieu où l'on est !

En effet, l'angle que doit former le style avec l'horizon du lieu doit être égal à la latitude du lieu φ et l'angle que doit former la table avec l'horizon doit être égal à : $90^\circ - \varphi$. (Au pôle, la latitude $\varphi = 90^\circ$, d'où l'angle entre la table et l'horizon vaut : $90^\circ - 90^\circ = 0^\circ$)

- **de déterminer le Nord** (ou le Sud) pour pointer le style dans la bonne direction.

En effet, le style doit être dirigé vers le Nord géographique, donc être situé dans le plan du méridien local. Le méridien local est le grand cercle passant par les pôles et le lieu considéré. Une difficulté vient de la différence entre le Nord magnétique (donné facilement par la boussole) et le Nord géographique, qu'on trouve, à peu près, avec l'étoile polaire, ou en déterminant le point le plus élevé de la trajectoire apparente du Soleil.

L'ombre d'un bâton vertical est à ce moment là la plus courte et marque le " midi ". L'ombre et le bâton donnent alors le plan du méridien local (il faut le faire au moment d'un équinoxe pour être le plus juste)

Le principe d'un cadran équatorial est donc simple, mais il donne l'heure locale, et il faut donc le corriger pour avoir l'heure légale.

De l'heure solaire à l'heure légale.

• Fuseaux horaires et méridiens.

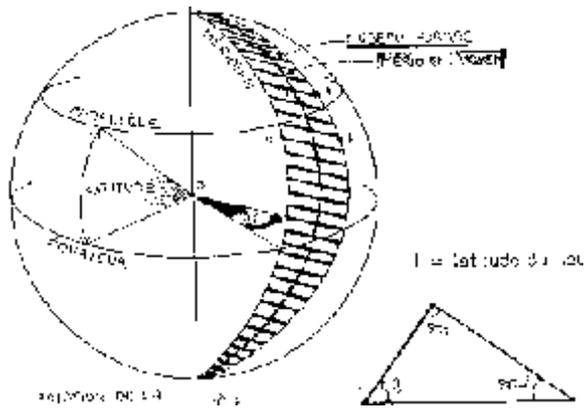
Comme nous l'avons déjà vu, le cadran solaire indique l'heure solaire locale, et non l'heure légale ou civile.

Midi (local) est défini quand le soleil passe sur le méridien local, (au plus haut de sa trajectoire apparente). Ainsi, deux points situés sur le même méridien auront la même heure. La Terre a été divisée en 24 fuseaux horaires. Un fuseau représente donc : $360/24=15^\circ$. Par convention, tous les points d'un même fuseau horaire ont la même heure légale, celle du méridien moyen.

Le méridien de Greenwich est le méridien origine. Son temps est appelé Temps Universel (T.U.).

La France est située presque en totalité à l'intérieur du fuseau dont le méridien moyen est le méridien origine.

Mais actuellement, l'heure légale en France est définie comme étant le TU + 2h (heure d'été) ou TU + 1h (heure d'hiver) : c'est le temps légal français.



• Comment passer du temps solaire au temps légal ?

D'abord, en ajoutant à l'heure lue sur le cadran 1h ou 2h selon la saison. Ensuite, il est nécessaire de connaître la longitude exacte du lieu et la longitude du méridien moyen ; on retranche alors 4 mn par degré de longitude, à l'est du méridien moyen, on ajoute 4 mn par degré de longitude ouest par rapport au méridien moyen du fuseau horaire qui nous concerne.

• Equation du temps et déclinaison du Soleil.

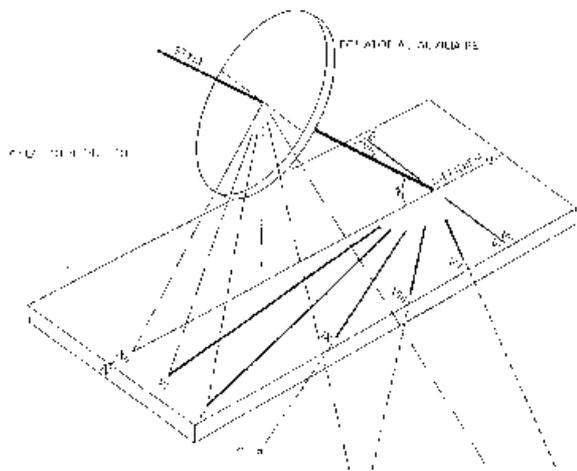
La Terre décrit une ellipse autour du Soleil (qui est un des foyers). L'Equateur terrestre fait un angle de $23^{\circ}26'$ avec le plan de l'écliptique. Cette inclinaison de l'axe de la Terre par rapport au plan de l'écliptique implique que la hauteur du Soleil dans le ciel varie avec les périodes de l'année : c'est la déclinaison du Soleil, qui est pour nous maximale (en valeur absolue) aux solstices, et minimale (nulle) aux équinoxes. La longueur de l'ombre du style sur le cadran solaire, à une heure donnée, varie donc suivant les saisons.

Mais le mouvement de la Terre autour du Soleil n'étant pas circulaire uniforme (voir les lois de Kepler), il existe une légère avance ou un léger retard du passage du Soleil au méridien. Le relevé de ces décalages s'appelle l'équation du temps. Si on représente aussi cette équation du temps sur un cadran solaire, alors la mesure de la longueur du gnomon peut nous indiquer le moment de l'année où on se trouve.

Les cadrans solaires verticaux ou horizontaux.

Les cadrans solaires sont le plus souvent réalisés sur le sol ou sur un mur (exposé au soleil) pour des questions de commodité. Si le style est cependant dirigé suivant l'axe des pôles, alors le principe du cadran équatorial est respecté.

Les lignes horaires sur une table horizontale ou verticale sont le résultat d'une projection des lignes horaires d'un cadran équatorial théorique. Les longueurs des ombres du style sont obtenues avec les règles de la géométrie descriptive.



Si le principe des cadrans solaires est simple, leur réalisation paraît pouvoir devenir très complexe, si on veut une grande précision ... mais en a-t-on vraiment besoin ?

BIBLIOGRAPHIE

- A. Chérioux, *Les cadrans solaires*.
- J. Fulcand - P. Bourge, *Midi au soleil* (Ed. Bonnefoy).
- Jünger, *Le traité du sablier*.
- Ch. Massin, *Les cadrans solaires* (Ed. Ch. Massin).
- Y. Opizzo, *Cadrans solaires de précision* (Ed. Masson).
- D. Picon, *Cadrans solaires* (Ed. Fleurus Idées).
- P. Putelat, *Cadrans solaires des Hautes Alpes* (Ed. Putelat).
- Ricou-Humet, *Cadrans du Soleil* (Ed. J. Lafitte).