

S'ATTACHER À UN BÂTON...



Chinook Trail sundial © J. Carmichael
<http://advanceassociates.com/Sundials/COSprings>

Rassurez-vous, cet article n'était nullement destiné à une revue sadomasochiste, mais que ne ferais-je point pour attirer votre attention ! Peut-être qu'après avoir lu ces quelques lignes, vous, observateur attentif des astres, aurez une toute autre considération pour cet objet apparemment si banal.

Les membres de la Commission des cadrans solaires de la SAF ne s'y seront pas trompés : à travers ce titre, ils auront remplacé d'office le mot "bâton" par "gnomon" ; ils le voient déjà planté bien verticalement sur un plan parfaitement horizontal ; ils savent pertinemment qu'en observant la projection de son ombre durant une année, ils obtiendront plusieurs renseignements sur la relation Terre-Soleil, relation parfois tourmentée il est vrai, comme nous le verrons plus loin.

Afin de rendre hommage aux ancêtres de Copernic comme Ptolémée (II^e siècle ap. J.-C.), et par souci de commodité, nous opterons pour le système géocentrique en considérant les mouvements apparents du Soleil.

Le déplacement de l'ombre d'un gnomon se décompose en deux facteurs :

- la longueur de l'ombre projetée qui permet de mesurer la hauteur de notre astre.
- la direction de cette ombre qui en donne l'azimut.

Un faux cadran solaire ?

Au risque de décevoir certains lecteurs, il faut préciser d'emblée que ce système ne nous présente qu'un cadran solaire peu crédible car, étant donné que la position du Soleil varie au cours des mois, l'ombre portée pour une certaine heure n'aura ni la même direction, ni la même longueur d'un jour à l'autre. On aura compris que cette ombre ne peut indiquer un intervalle de temps (une durée), mais plutôt

des instants en fonction de la hauteur et de l'azimut du Soleil.

Sur la figure 4, le gnomon g (PB) fait partie intégrante d'un cadran solaire horizontal lorsqu'il est considéré comme le côté vertical du triangle rectangle SBP où l'hypothénuse PS est parallèle à l'axe de la Terre. L'angle S est égal à la latitude du lieu (ϕ). En gnomonique, ce "bâton" est dénommé style droit, et son ombre dépend de l'azimut du Soleil. Quant au segment PS, il est appelé style polaire. Parallèle à l'axe de la Terre, il donne l'angle horaire exprimé en degrés. La rotation de la Terre se faisant en un temps moyen de 24 heures, soit 360° , une heure vaudra donc 15° sur le plan équatorial. Ce cadran solaire "classique" est apparu au V^e siècle av. J.-C.

Le cadran-araignée

Au cours de l'année, les heures vont se déplacer le long des lignes de l'azimut solaire. Ces

en examinant la figure 1, on remarque que ce cadran solaire à gnomon n'est valable que pour 12 jours de l'année. On renoncera bien vite à réaliser un tel cadran pour chaque jour de l'année, cette exigence nécessitant 184 cercles !

Ce n'est qu'au XVII^e s. qu'on lui préférera un autre cadran d'azimut : l'analemmatique qui lui se caractérise par un style mobile.

Déterminer le méridien

En relevant des points d'ombre projetés par l'extrémité du gnomon à différentes heures du jour, on arrive à repérer l'ombre la plus courte qui marque l'axe nord-sud au midi solaire du lieu. Fort de cette ligne, il n'y aura plus qu'à tracer la perpendiculaire passant par le pied du gnomon (B) pour avoir l'est et l'ouest. C'est le long de cette ligne que le soleil se lève et se couche lors des équinoxes de printemps et d'automne.

Trouver des éléments d'astronomie

- **La hauteur de la culmination du Soleil (h)** – Elle sera calculée à l'heure du midi vrai, c'est-à-dire au moment où l'ombre coïncidera avec le méridien. La formule à utiliser est $\tan h = g/o$ avec g la hauteur du gnomon et o la longueur de l'ombre (fig. 2).

- **La latitude du lieu (ϕ)** – Connaissant h , on

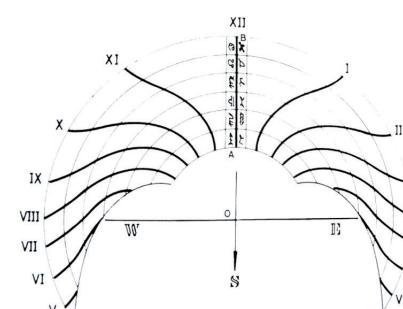


fig. 1

courbes identifiées par certains à des pattes d'araignée, devront être sectionnées par des cercles concentriques au gnomon, indiquant chacun une date précise. Ils sont le reflet de la déclinaison du Soleil.

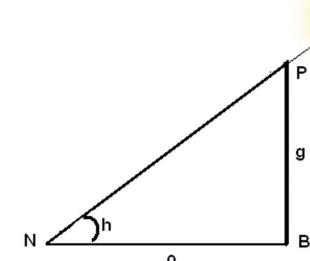
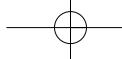


fig. 2



trouvera aisément ϕ si les mesures ont été effectuées à la date des équinoxes (21 mars, 22 septembre) et toujours au midi vrai, point de culmination du Soleil : $\phi = 90^\circ - h$.

Pour les autres jours, on fera intervenir la déclinaison du soleil (δ), soit : $\phi = 90^\circ + \delta - h$.

• La déclinaison du Soleil (δ) – C'est l'angle compris entre l'équateur (Eq) et la direction du Soleil définie par sa hauteur (h). Nous aurons donc $\delta = \phi + h - 90^\circ$ (fig. 3).

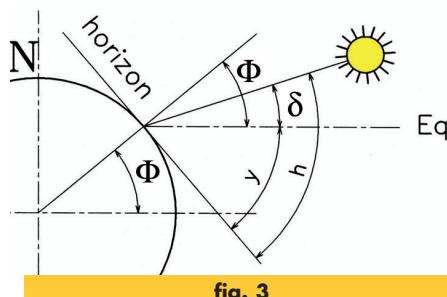


fig. 3

équinoxes, une hyperbole à la concavité tournée vers le nord le 21 décembre et une autre hyperbole, mais cette fois-ci incurvée vers le sud au 21 juin (fig. 4 et photos). L'ombre portée au midi solaire sera la plus courte de l'année au début de l'été et la plus longue au solstice d'hiver. Des mesures précises réalisées au midi vrai révéleront des saisons inégales en jours. Actuellement, l'été a 3,66 jours de plus que l'hiver dans l'hémisphère Nord. Notre

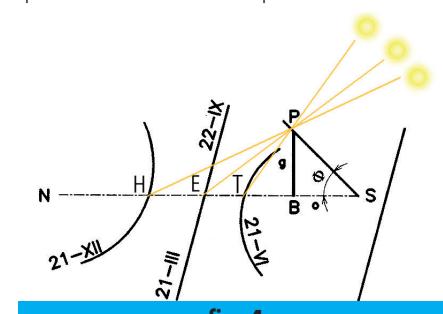


fig. 4

• L'obliquité de l'écliptique (ϵ) – En soustrayant la hauteur du Soleil au 21 juin de celle à l'équinoxe, on trouvera l'angle que fait actuellement l'équateur avec le plan de l'écliptique, soit $23^\circ 26'$. Le 21 décembre, la hauteur de S sera de $23^\circ 26'$ inférieure à celle de l'équinoxe.

Un vrai calendrier solaire...

Au cours de l'année, la hauteur apparente du Soleil à midi varie de près de 47° . Il s'agit de la variation de la déclinaison du Soleil (δ) qui, lors des équinoxes a une valeur de 0° , notre astre passant dans le plan de l'équateur. Au solstice d'été, elle sera de $23^\circ 26'$ et de $-23^\circ 26'$ au solstice d'hiver. À ces changements de saisons, l'ombre portée par la pointe du gnomon (P) se profilera variablement : ainsi, nous aurons une ligne droite aux

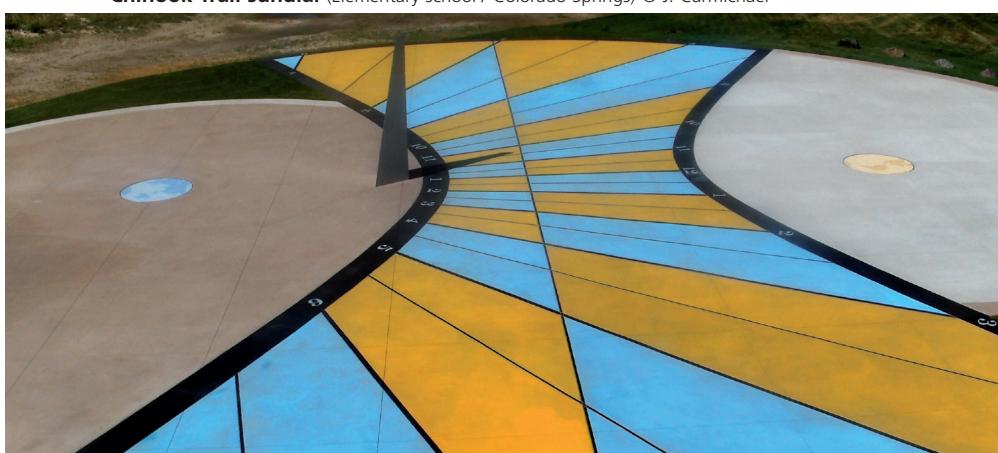
gnomon nous aura donné la preuve de l'excentricité de l'orbite terrestre (et non de l'orbite solaire comme le pensait Ptolémée) (6) !

S'il reste encore un lecteur fidèle à ce stade de l'article, peut-être puis-je lui demander de contrôler la distance allant du pied du gnomon (B) à l'intersection de la ligne équinoxiale au midi vrai (fig. 4). C'est volontiers que je lui livre la formule : $EB = g \tan\phi$.

Profitant de notre complicité, voici les formules pour le sommet des deux hyperboles : $TB = g \tan(\phi - \epsilon)$ pour le point du 21 juin et $HB = g \tan(\phi + \epsilon)$ pour celui du 21 décembre.

En guise de feu d'artifice, il faudra s'en reporter à l'article de Francis Rocard, paru dans l'Astronomie de mars 1989. *Le Mont Solaire*

Chinook Trail sundial (Elementary school / Colorado Springs) © J. Carmichael



1 – En fait, 6 mois suffisent, d'un solstice à l'autre, si l'on accepte les superpositions des valeurs symétriques.

2 – Pour une meilleure compréhension des termes techniques, il est recommandé de consulter des ouvrages d'astronomie, de gnomonique, ainsi que des sites Internet spécialisés

3 – A ce sujet, voir une remarquable animation sur le site de l'Université de Nantes : www.sciences.univ-nantes.fr/physique/perso/gtulloue/Soleil/Heure/Gnomon.html

4 – Différentes méthodes sont applicables pour trouver le Sud géographique. Se référer à des livres de gnomonique et de cadrans solaires, ainsi qu'à des logiciels tels que Shadows. Ici, nous avons évoqué celle du cercle indien.

5 – Cette déclinaison maximale est la valeur de l'obliquité de l'écliptique (ϵ), à savoir l'angle que fait le plan de l'équateur avec le plan de l'écliptique.

6 – Rappelons que c'est grâce à la hauteur du Soleil au midi vrai, fournie par l'ombre d'un gnomon, qu'Eratosthène, vers 250 av JC, trouva le rayon de la Terre avec une étonnante précision.

7 – Editions Masson, Paris 1997

8 – La longueur de ce style est égale au rayon du cercle de 45°

9 – Je tiens à remercier tous les amis de l'Ombre qui m'ont aidé à rédiger ces lignes tant avec leurs conseils qu'avec leurs écrits

qui décrit une expérience de gnomonique des plus audacieuses où le clocher de l'église du mont Saint-Michel fait office de gnomon ! Comme quoi, des idées de grandeur peuvent être positives !

Rappelons ce qu'écrivait Michel Serres dans ses *Eléments d'Histoire des Sciences*, Le gnomon ou cadran solaire sert moins à dire l'heure dont tout le monde se moque depuis l'Antiquité jusqu'à nos grands-parents, qu'à construire un modèle géométrique de l'Univers : observatoire à la fois et schéma cosmographique du monde.

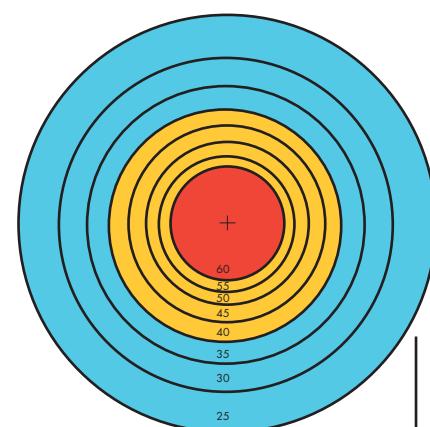


fig. 5. Style droit de longueur à respecter [8]

L'ombre du gnomon pour éviter un cancer de la peau ! – Ne souriez pas d'un sujet aussi grave ! Dans son livre *Les cadrans solaires de précision*, Yves Opizzo, un éminent gnomoniste, nous propose un moyen efficace pour éviter un mélanome sur la plage, en relevant l'ombre d'un gnomon en fonction de la hauteur du Soleil (fig.5). Dès 60° , reporter un cercle tous les 5° et cela jusqu'à 25° .

– de 90° à 60° (zone rouge), prière de se tenir à l'ombre

– de 60° à 40° (zone orange), la crème solaire est indispensable

– dès 40° (zone verte), plus aucune précaution n'est nécessaire.

La gnomonique au service de la médecine : que n'y avait-on pensé plus tôt !

Cet exposé ne présente que les applications les plus évidentes, et pourtant j'espère que vous ne passerez plus devant un piquet sans éprouver une certaine émotion, même confuse, sachant maintenant tous les secrets qu'il est prêt à vous livrer (9).