

Derrière ce titre se cache un nouveau type de cadran solaire qui bouscule bien des habitudes. Il se propose de donner l'heure de la montre directement à partir du Soleil. Chacun sait que cela n'est pas possible, quoique, en y réfléchissant...

### UNE EXPÉRIENCE DÉMONSTRATIVE

Voici une petite expérience très facile à faire mais un peu longue : elle dure un an ! Elle consiste (photo 1) à fixer sur une vitre ensoleillée toute l'année une petite feuille de papier percée d'un trou de la dimension d'un œillet. Adossée à cette vitre, se place une table horizontale portant une grande feuille de papier fixée à la table.

L'expérience consiste à repérer sur le papier, chaque journée ensoleillée, le point central de la petite tache lumineuse, à midi de la montre (ou de votre téléphone portable) et à midi solaire (que le site <https://heuresolaire.com/> pourra vous donner).

Le résultat est une grande courbe en « 8 » pour midi de la montre et une ligne droite pour midi au soleil (photo 2).



Photo 1

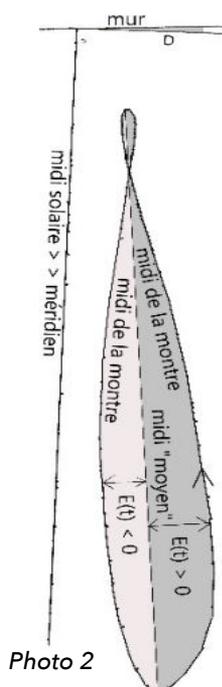


Photo 2

Ces résultats sont très instructifs.

Midi au soleil correspond au passage du Soleil dans le plan méridien du lieu de l'expérience. La ligne droite obtenue sur la feuille est donc la trace du méridien du lieu, la direction « plein sud » (accessoirement, cela donne une méthode simple pour connaître la déclinaison gnomonique D du mur où la fenêtre est percée).

Midi de la montre est décrit par une courbe se refermant sur elle-même en forme de 8 (il n'a pas été tenu compte dans cette expérience de l'heure d'été).

On en déduit que le Soleil n'occupe pas la même position relativement à la Terre chaque fois que l'aiguille de la montre s'installe sur le 12.

Or, la durée entre deux passages successifs de l'aiguille en face de ce repère est mécaniquement définie. Elle est toujours la même. C'est donc que la durée du jour selon le Soleil n'est pas la même d'un jour à l'autre, sinon la courbe serait une droite. Elle évolue en fait entre 23 h 59 min 39 s et 24 h 00 min 30 s. On l'appelle le jour solaire vrai. Un objet mécanique comme la montre ne peut donc pas l'indiquer puisque le jour solaire est évolutif. Il a fallu inventer un jour solaire moyen de 24 h 00 min 00 s sur lequel la montre se fonde.

PASSAGE DE L'HEURE SELON LE SOLEIL À L'HEURE DE LA MONTRE.

On vient de voir que l'heure donnée par le Soleil  $T(\text{soleil})$  sur la méridienne que nous avons construite (mais cela s'applique à tout cadran solaire) diffère de l'heure donnée par la montre  $T(\text{moyen})$ . Cette différence est appelée « l'équation du temps »  $E(t)$  :

$$T(\text{moyen}) = T(\text{soleil}) + E(t)$$

$E(t)$  est un terme correctif pouvant être illustré par l'écart entre chaque point de la courbe en 8 et la droite de midi moyen, représentée en position quasi axiale.  $E(t)$  est un terme variable selon la date.

Pour obtenir l'heure affichée par la montre, il faut en outre ajouter deux termes : la valeur (algébrique) du décalage en longitude (convertie en durée) entre le lieu du cadran solaire et le méridien central du fuseau horaire de référence et « l'heure saisonnière » (1 h en été). Au final :

$$T(\text{montre}) = T(\text{soleil}) + \text{Cor}(\text{longitude}) + E(t) + 1h \quad (\text{en été})$$

On observe que la présence de l'équation du temps  $E(t)$  est indispensable...

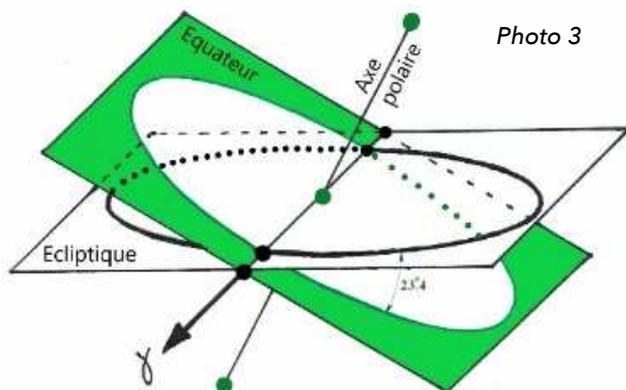
## CONTOURNEMENT DE L'ÉQUATION DU TEMPS

L'équation du temps provient de deux causes : l'orbite de la Terre autour du Soleil est une ellipse et l'axe de rotation de la Terre est incliné par rapport à son plan orbital.

Il est impossible de changer cela... Changer, non, mais contourner oui !

Un cadran solaire est lié à la Terre. Il est donc obligé de se plier aux exigences de cette situation. Mais s'il est « désolidarisé » de la Terre, la raison d'être de l'équation du temps disparaît. Pour cela il faut relier le cadran à la direction du point vernal ou « point gamma » qui est un point fixe de l'espace (hors précession des équinoxes). Il correspond en effet à l'un des points de la droite d'intersection du plan de l'équateur et du plan orbital de la Terre autour du Soleil (l'écliptique), plus précisément celui occupé par le Soleil à l'équinoxe de printemps.

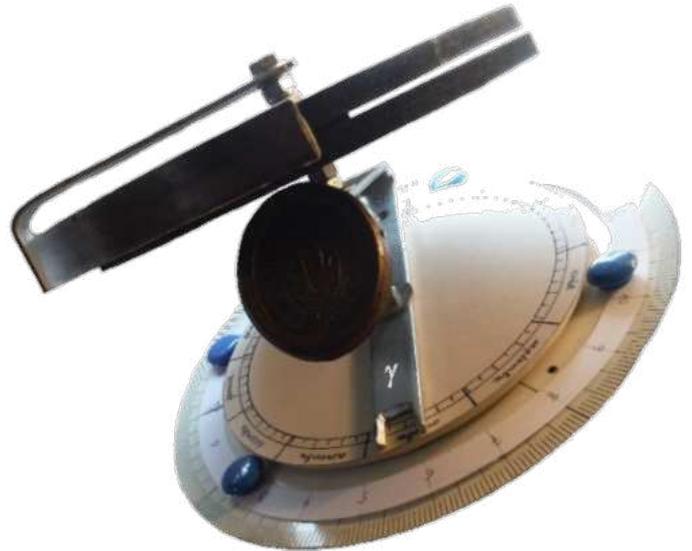
Imaginons pouvoir faire tourner cet ensemble, supposé rigide, autour de l'axe polaire (photo 3). Le plan de l'équateur reste inchangé tandis que la trace du plan de l'écliptique est modifiée. Le Soleil se trouve alors en dehors du plan de l'écliptique. Or, il est nécessairement dans ce plan. Cette pratique impossible donne une clé pour concevoir un cadran solaire lié à la direction du point vernal.



### CONCEPTION DU CADRAN « GAMMA-SOLAIRE »

Le cadran gamma-solaire est équatorial, posé sur une base liée à la Terre et mobile en rotation autour de l'axe polaire. Le plan de l'écliptique est représenté par un espace entre deux plans parallèles très proches. Il fait un angle dièdre avec le plan équatorial, égal à l'obliquité.

Le jour de l'équinoxe de printemps, à midi solaire, la direction du point gamma et le méridien coïncident. Cela sera le cas un an plus tard. Entre temps, la direction du point vernal aura tourné sur la platine équatoriale d'un mouvement régulier.



Prototype de cadran gamma-solaire

À chaque date correspond une direction prévisible du point gamma sur la platine équatoriale obtenue facilement grâce à une bague « calendrier » sur la platine équatoriale. Une autre bague « horaire » borde la platine équatoriale.

À une date quelconque, après réglage de la date sur la bague calendrier, la platine est tournée de manière à faire traverser l'espace « interplan » par la lumière du Soleil. La direction prévue du point gamma est alors réellement réalisée.

On regarde l'heure de la montre et on marque sur la base fixe un repère en face de cette heure. Le cadran gamma-solaire est alors prêt à indiquer l'heure de la montre directement.

Pratiquement, on règle la date sur la bague calendrier à la date du jour, on tourne la platine jusqu'à obtenir le filet de lumière entre les plans, on lit l'heure de la montre sur la bague horaire en face du repère fixe.

Le cadran gamma-solaire est délicat à construire. Il demande une rigueur extrême pour supprimer le moindre jeu. Il manque encore un démonstrateur sans défauts pour valider pleinement son principe.

*Le cadran gamma solaire peut fournir l'heure de la montre directement sans recourir à l'équation du temps. En cela, il est unique !*

Michel Steiner [cadranssolaires52@gmail.com](mailto:cadranssolaires52@gmail.com) est un ancien professeur auteur de livres de gnomonique dont « Cadran solaire, théâtre de l'ombre » (2017) et « Le cadran solaire sans calculs » (2020).