

GNOMONIQUE ET PRÉCISION

Yves Opizzo

Un cadran solaire peut-il atteindre une précision de l'ordre de la seconde ? La réponse est clairement oui, et pour plusieurs raisons. Tout d'abord, comme un cadran solaire est en fait une représentation de la Terre dans l'espace, sous quelque forme que ce soit - donc des milliers de variantes et variations - il est possible d'affirmer que la précision théorique d'un cadran solaire est absolue.

Ce point, hélas !, se voit infirmé par les nouvelles mesures prises internationalement, qui font que les variations naturelles de la durée du jour, en plus ou en moins, ne seront plus prises en compte officiellement, pour ne plus perturber les satellites artificiels. Cela peut paraître anodin, voire sans aucun fondement, mais aller à l'encontre de la Nature ne peut guère être productif à long terme. La revue « L'Astronomie » (Société astronomique de France) de février 2023 parle du problème, sous la plume de Denis Savoie.



Méridienne du Près-la-Rose

En second lieu, la seconde est largement atteinte dans de nombreux cadrans solaires « hors normes », comme la fantastique méridienne du docteur Becker à Montbéliard (parc du Près-la-Rose), qui toutefois ne donne l'heure que sur une plage de temps restreinte. Le mot méridienne fait d'ailleurs sur-le-champ penser aux fameuses « méridiennes de passage », qui étaient jusque dans les années 1950 le moyen le plus précis pour contrôler les « garde-temps ».

Un tel objet (en fait une lunette astronomique) doté d'une lentille de 30 cm de diamètre, ou davantage, parfaitement aligné sur le méridien local - d'où le nom - est en mesure de déterminer le passage d'une étoile au méridien au centième de seconde près, voire mieux encore. Pour cela il faut un système optique spécial automatisé, car l'œil humain est bien incapable d'une telle performance.

Un cadran complet devrait toutefois donner l'heure tout au long de la journée, ou au moins quelques heures. Mon cadran de Balingen en Allemagne, dénommé Apolyciel, utilise une petite lentille, qui renvoie l'image du Soleil (sans aucun échauffement externe) sur un écran spécial. Le Soleil dans le ciel se déplace de son diamètre en environ deux minutes. Son diamètre apparent est de 32' (signe ' pour minute d'arc et '' pour seconde d'arc) en moyenne, or $1^\circ = 4$ minutes (ou $360^\circ = 24$ heures). Il s'ensuit que $1 \text{ min} = 15'$ et $1 \text{ sec} = 15''$.

L'image du Soleil sur l'écran en question mesure un peu plus de 20 mm de diamètre. Cette image se déplace donc de 1 mm en 5 secondes environ. Il est facile de contrôler le bord du disque solaire à la seconde près, dès que le Soleil illumine la lentille, donc du lever au coucher, hors gros nuages évidemment.

Mais est-il possible d'aller au-delà sans lentille ?

La question est intéressante, parce que travailler avec une lentille impose des précautions sérieuses. N'oublions JAMAIS que la température théorique obtenue au point focal est celle du Soleil, soit plus de $5\,000^\circ \text{C}$! LE MOINDRE PROBLÈME PEUT COÛTER UN ŒIL, VOIRE LES DEUX, ET CE N'EST PAS DU TOUT UN JEU.



L'Apolyciel

Et bien oui, cela reste atteignable pour les fanatiques du travail délicat.

Examinons un peu plus le principe de base. Le Soleil nous envoie une lumière immense qui passe par les interstices les plus fins. Nous venons de voir qu'une seconde d'heure (sec) est équivalente à un angle de 15". La formule $\tan \alpha = a / b$ peut déjà paraître rébarbative, mais elle est simple et permet de calculer notre équipement nécessaire. L'angle α doit être de 15" (ou moins encore), soit $0,004166^\circ$ et $\tan \alpha = 0,00007272$. C'est un angle déjà très petit, puisque si le « viseur solaire » qu'il nous faut construire, une sorte d'instrument d'astronomie sans miroir ni lentille, mesure 1 000 mm de long (la longueur b de la formule), alors la longueur a doit être de 0,072 mm (ou encore 7 mm pour $b = 100$ m). Il faut encore diviser par deux, car le Soleil n'est pas un point dans le ciel, et la fente entre les deux feuilles de métal doit être de l'ordre de 0,035 mm, ou environ 0,05 mm si le viseur solaire mesure environ 150 cm.

Ce n'est pas à la portée d'un travailleur manuel occasionnel, mais avec de bonnes barres d'aluminium ou mieux de laiton (qui noircira de lui-même, ce qui évitera les réflexions à l'intérieur du système), cela reste accessible, avec beaucoup de doigté et de finesse. Pour atteindre cette mini ouverture, j'ai employé cinq ou six « cales » de 0,05 mm utilisées en mécanique, par exemple pour régler les bougies de moteurs à explosion.

Et le miracle se produit ! Mon prototype, baptisé Mariposa, est fonctionnel et ne demande qu'à être encore un rien amélioré, pour obtenir un véritable chronomètre solaire ! Cela donnera peut-être lieu à un autre article, tellement c'est passionnant, et complexe, il faut le dire.

La ligne ci-dessus est en fait double ! Elle donne un angle de 15", invisible à cette échelle. Mais vous pouvez relever le défi. Il vous faudra beaucoup de patience, de persévérance et de calme, pour réaliser ceci, ou mieux encore...



Le cadran Mariposa, en hommage à Hans-Jürgen Müller, Ténériffe

Yves Opizzo yves@opizzo.de est astronome amateur depuis toujours et se consacre professionnellement depuis 1987 à la gnomonique, la science des cadrans solaires. En 2008, il a publié son quatorzième livre sur les cadrans solaires. Il est également l'auteur de nombreux articles sur la gnomonique. Pour plus de détails : <http://opizzo.de/>