

OMBRE, PÉNOMBRE ET PRÉCISION

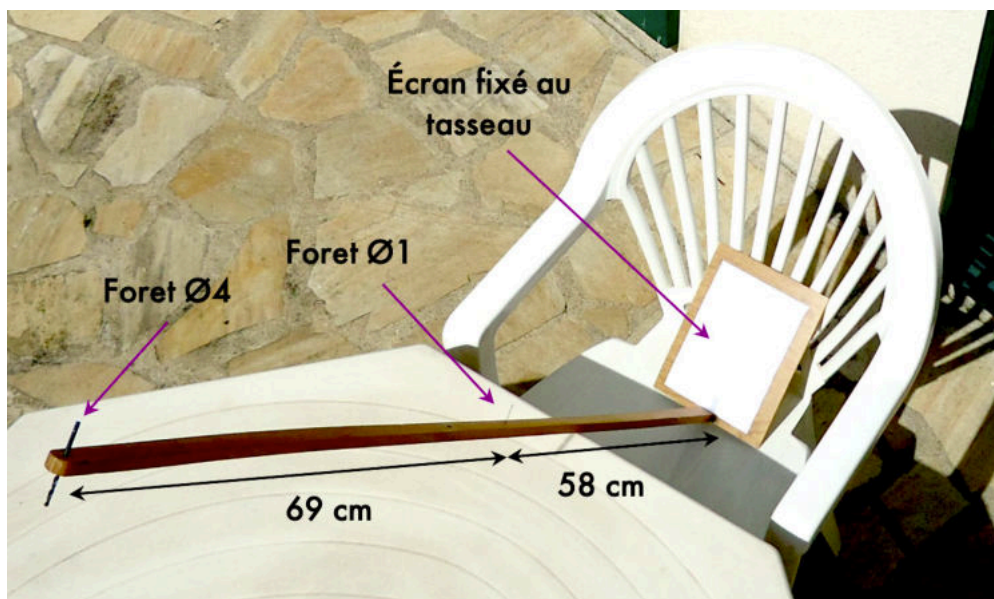
Yvon Massé

Les cadrans solaires, ou plutôt les méridiennes (cadrans solaires simplifiés qui n'indiquent que l'heure de midi), ont accompagné l'horlogerie pratiquement jusqu'à la fin du XIX^e siècle. En effet, c'était un moyen simple de régler la marche des horloges et il était d'usage de placer dans les manuels d'horlogerie¹ un chapitre concernant la réalisation d'une méridienne.

Une des principales problématiques de cet instrument, quelle que soit la grandeur du dispositif et à cause de la surface du Soleil qui n'est pas ponctuelle, est que l'ombre reste toujours diffuse. Ainsi, elle ne permet pas véritablement de marquer un instant précis. La solution généralement retenue est l'utilisation d'un œilleton et de composer avec la symétrie de la tâche lumineuse qui correspond à l'image du Soleil². Même dans ce cas, il est difficile d'apprécier à 10 secondes près l'instant de la coïncidence. Pour s'en convaincre il suffit de se rappeler que le déplacement d'un dixième du diamètre du Soleil s'effectue en 13 secondes.

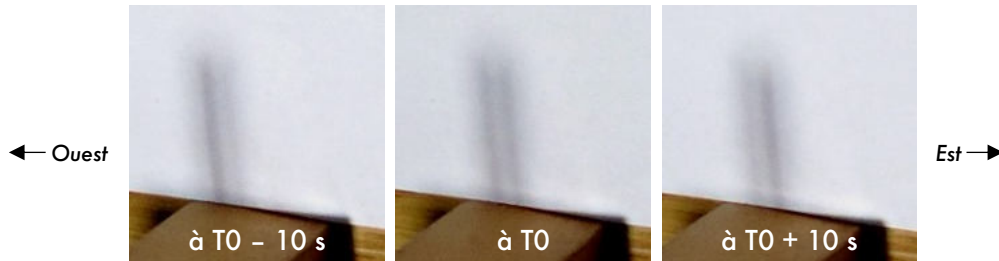
J'ai toutefois trouvé dans un manuel d'horlogerie³ une configuration bien documentée, proposée par un horloger de Paris, qui permet d'apporter une solution originale à ce problème. Elle consiste à observer sur un écran l'ombre de 2 fils à plomb placés dans le plan du méridien. Ce qui m'a particulièrement intrigué c'est que l'ombre doit présenter une symétrie, ce qui paraît logique, mais avec une partie plus lumineuse au centre ! L'explication du phénomène est encore plus mystérieuse, l'horloger affirmant même : « L'effet est ici produit non par des ombres directes, mais uniquement par les interférences des rayons lumineux, question d'une théorie élevée dont il faut chercher l'explication dans les traités de physique » !

Pour mettre en œuvre simplement cette astuce et constater ce phénomène mystérieux, j'ai transposé la configuration des fils à plomb le long d'un tasseau de bois en considérant que la hauteur du Soleil au méridien était de 41°, hauteur moyenne observée à la latitude de notre horloger, Paris. Voici le dispositif que j'ai réalisé.



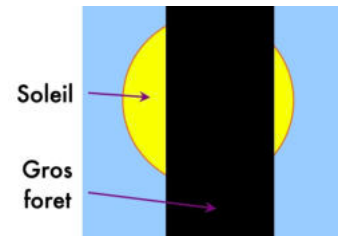
1. J'ai recensé les numérisations disponibles sur Internet de ce type d'ouvrage ici : <http://qnomonique.fr/bibli-horlo/>
2. Voir l'article Cadrans solaires à chambre obscure, téléchargeable ici <https://bit.ly/3v7hw1E>, paru dans le magazine n°3
3. Nouveau manuel complet de l'horloger, 1863 p. 313 et 314. On peut trouver une numérisation de ce manuel ici : <https://bit.ly/3vBq2VT>, les planches se trouvent ici : <https://bit.ly/3v4DqMx>

C'est presque avec étonnement que j'ai constaté que les ombres obtenues étaient bien conformes à la description (pourquoi en ai-je douté ?). Elles sont toutefois assez faibles mais bien distinctes. Voici, avec du rehaussement de contraste, les photos de ce que j'ai pu observer. La datation relative des photos permet d'apprécier la fugacité du phénomène et la précision qui peut en résulter.

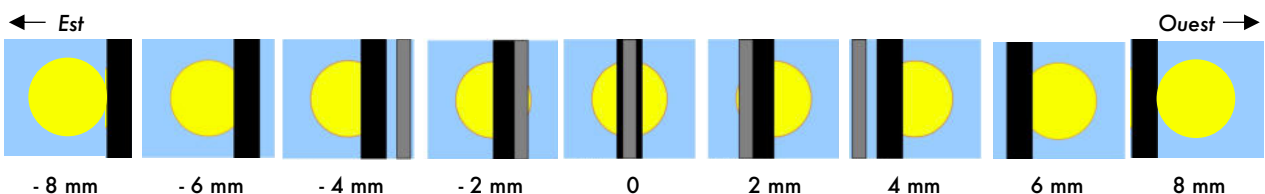


Dois-je l'avouer ? C'est grâce à cette expérimentation que j'ai pu comprendre le mystère de la bande lumineuse centrale qui, vous le constaterez, n'est pas particulièrement compliqué et relève simplement de l'optique géométrique. Le plus simple, pour l'expliquer, est de s'imaginer à la place du petit foret.

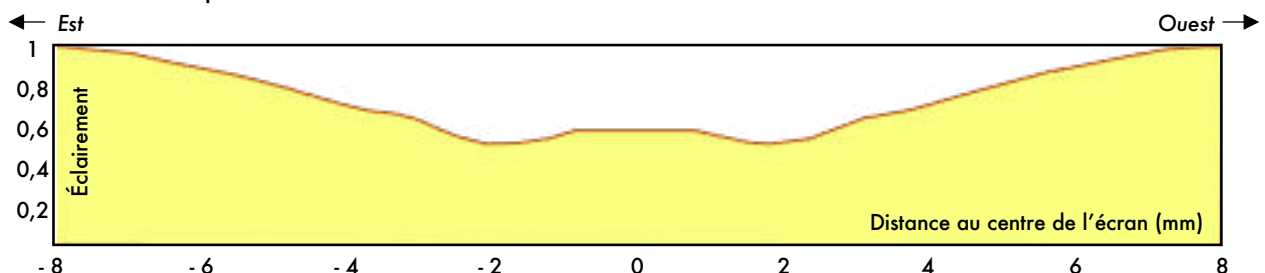
Que voit-on alors quand on regarde du côté du gros foret avec le Soleil dans l'alignement ? Quelque chose qui, à l'échelle, ressemble au schéma ci-contre. Le petit foret est donc éclairé par deux parties du Soleil et projette ainsi deux ombres distinctes. L'alignement parfait se produit quand les deux parties du Soleil sont de surface égale, c'est-à-dire quand les deux ombres correspondantes sont d'égale géométrie et de même intensité.



Pour évaluer plus précisément le phénomène « mystérieux », considérons maintenant les 9 schémas ci-dessous représentant, à l'instant précis de l'alignement, les positions relatives du Soleil, du petit foret (en gris) et du grand foret (en noir), vues depuis l'écran en se plaçant à différentes positions (notez que la taille du gros foret a diminué car on s'en est éloigné). L'éclairage de l'écran, à ces différentes positions, correspond à la surface visible du Soleil. On conçoit donc bien que l'éclairage passe par un minimum quand les forets sont vus côte à côte (à - 2 mm et + 2 mm du centre de l'écran) et qu'il augmente quand les forets passent l'un derrière l'autre, à l'endroit de l'alignement qui est pris pour origine des distances, faisant apparaître une bande plus lumineuse au centre !



On peut enfin paramétrer et tracer la courbe éclairage - distance (graphique ci-dessous) pour l'instant T_0 . Vous pouvez également observer l'évolution du phénomène, de $T_0 - 15$ s à $T_0 + 5$ s en cliquant sur <https://bit.ly/3KbcO0B> et apprécier ainsi la précision que peut apporter la configuration imaginée par notre horloger : la précision de la seconde qu'il annonce est tout à fait cohérente !



Le gnomoniste Yvon Massé yvasse2@wanadoo.fr a été présenté dans le n°2 de ce magazine. Il développe notamment le site <http://gnomonique.fr/>