

Le gnomon et la Webcam...

Philippe Jeanjacquot
Philippe.jeanjacquot@gmail.com

Résumé : Dans le cadre d'un atelier scientifique au lycée, nous avons voulu déterminer expérimentalement la hauteur et l'azimut du Soleil sur plusieurs journées. Un enregistrement automatique avec une Webcam est utilisé.

Le gnomon

Il s'agit d'une version simplifiée de cadran solaire. En effet, il consiste en une pièce longiligne fixée perpendiculairement sur un plateau horizontal.

Pour obtenir une mesure fiable il faut que le gnomon ne bouge pas pendant toute la durée des mesures et que l'opérateur vienne régulièrement relever la position du bout de l'ombre de la tige sur le plan de travail (la *base*). Il doit aussi marquer l'heure à-côté de chaque point relevé.

Ce système d'acquisition est long et fastidieux, pour le rendre plus simple, précis et attractif, nous avons utilisé une webcam. Le logiciel Cinéris nous a permis de réaliser une image de l'ombre du gnomon toutes les minutes.



Figure 1 : Installation du dispositif.

Le gnomon est perpendiculaire à la *base* dont l'un des axes est orienté nord-sud à l'aide d'une boussole. Le plan de la base est aussi positionné horizontalement grâce à un niveau et trois vis. Pour éviter que l'image soit déformée, il faut que l'objectif de la Webcam soit bien horizontal. Pour cela, il suffit de régler le pied de la Webcam pour que les bords du plateau soient bien parallèles aux bords de l'image.

Hauteur et azimut de l'ombre

On trouve l'angle h qui correspond à l'angle entre les rayons du Soleil et leur projection horizontale.

Pour calculer h , on utilise : $\tan(h) = \frac{L}{l}$

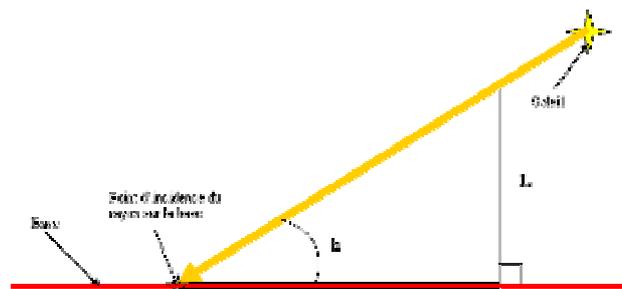


Figure 2 : Calcul de la hauteur

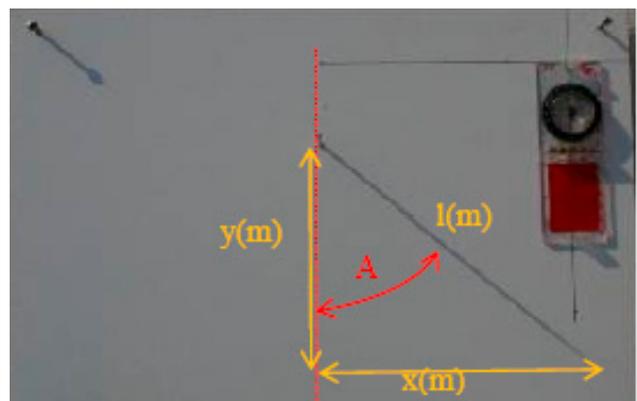


Figure 3 : Longueur et azimut de l'ombre sur une des images capturées par la webcam

Pour calculer l'azimut (A), il suffit de déterminer l'angle entre l'axe nord-sud et l'ombre du gnomon. L'axe vertical de l'image doit bien correspondre à l'axe nord sud. Ici $A = \arctan(x/y)$.

Traitement de la vidéo.

Exemple d'une mesure réalisée en continu à partir de 7h03min le 11/02/2008. Une image est enregistrée toutes les minutes. L'extrémité de l'ombre du gnomon est pointée sur Cinéris.

Les mesures obtenues sont données sous la forme d'un tableau avec les coordonnées des points x et y et la durée entre l'image et le début de l'acquisition. Elles peuvent être traitées avec tout type de tableur.

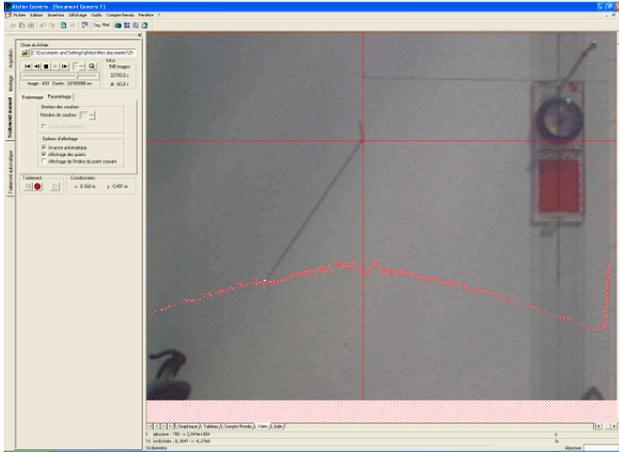


Figure 5 : Pointage sur Cinéris

A et de h en fonction du temps

Ici, les calculs sont effectués dans le tableur de Synchronie : en rouge, on visualise la hauteur et en bleu l'azimut du Soleil.

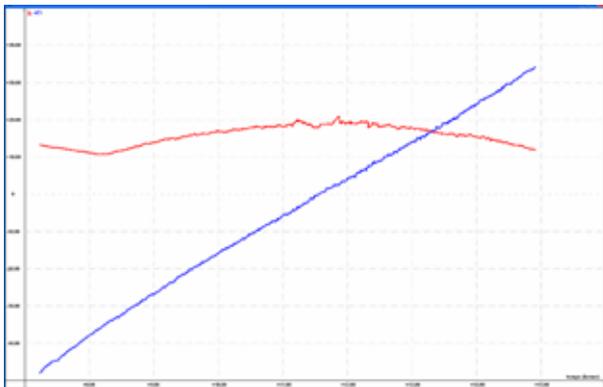


Figure 6 : Courbes de l'azimut et de la hauteur du Soleil en fonction du temps.

Dans notre cas, les premières mesures ne peuvent pas être exploitées pour le calcul de la hauteur. L'ombre est trop grande et son extrémité sort du cadre de l'image.

Le pointage sur le film peut être rendu difficile par les grandes différences de luminosité au cours de la journée. Dans notre cas, le pointage était facile en début et fin de journée mais plus difficile vers

12h. C'est pour cela qu'il y a des fluctuations sur la mesure de la hauteur aux environ de 12h.

L'image exploitée compte 640 pixels pour une longueur de 50cm. La précision de la mesure est de 0,8 mm.

Autre expérience possible, détermination du midi solaire :

Ce type d'enregistrement va également être exploité pour déterminer à différentes dates de l'année l'heure du midi solaire. A partir des mesures du 11 février 2008, il suffit de tracer l (longueur de l'ombre) en fonction du temps.

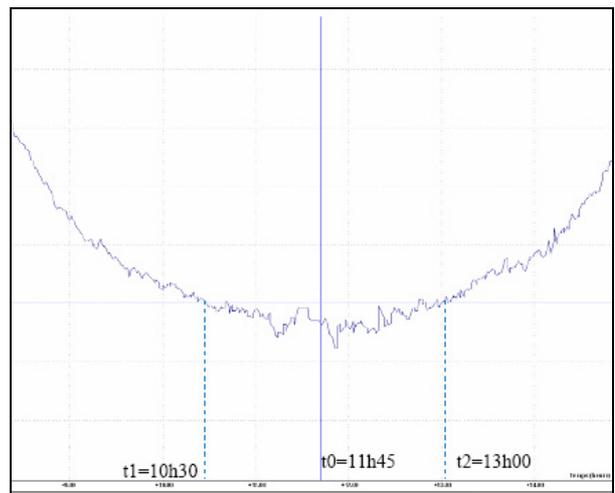


Figure 7 : Détermination du midi Solaire

Après avoir choisi une longueur de l'ombre, par exemple $l = 0,25m$, il faut déterminer les deux temps pour lesquels la longueur de l'ombre est égale à cette valeur. Ici, $t_1 = 10h30min$ et $t_2 = 13h$. Le midi solaire est le milieu de l'intervalle de temps :

$$t_o = \frac{t_2 - t_1}{2}$$

Il correspond à l'heure $t_o = 11h45$. C'est l'heure où la hauteur h est maximale. L'azimut est de 2° ouest.

En vérifiant sur les tables d'équation du temps (<http://www.imcce.fr>) nous avons constaté que pour le 11 février 2008 l'écart entre le midi solaire et 12h est d'environ 14min.

Conclusion

Ce dispositif permet de faire des relevés en continu malgré les contraintes d'emploi du temps de nos classes. Nous pouvons l'améliorer en utilisant des Webcams plus robustes, prévues pour fonctionner à l'extérieur. ■