AVEC NOS ÉLÈVES

Nous avons tracé « le » méridien du collège

Chantal et Georges Lecoutre Collège Gérard-Philippe, Saint-Priest

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.

Les objectifs

- 1) à partir du relevé d'ombres d'un gnomon déterminer la direction « Nord-Sud géographique », le Méridien local ainsi que le Midi Solaire local.
- 2) ayant déterminé le Midi Solaire local, estimer la Latitude du lieu à partir d'un relevé de Hauteur Solaire : directement si le relevé est fait un jour d'équinoxe en utilisant la déclinaison solaire fournie par l'IMCCE, les autres jours.
- 3) à partir de la détermination de l'heure de passage du Soleil au Méridien Local, et en utilisant le Midi Solaire à Greenwich, essayer d'approcher la Longitude du lieu.
- 4) manipuler des instruments proches des instruments de mesures historiques utilisés au XVI^e siècle (Altesolle) et au XVII^e siècle (Quadrant de Copernic).

Prérequis

- 1) **Relevés d'ombre** : mesures de longueurs; tracés de cercles; tracés de perpendiculaires; construction de médiatrices; symétrie; proportionnalité
- 2) **Hauteur solaire** : lecture d'une mesure d'angle; proportionnalité; mesure angulaire du cercle.
- 3) **Latitude et longitude** : lecture de tableaux de données; mesure angulaire du cercle ; proportionnalité.

Manipulations ; observations Les Relevés d'ombre

Le matériel. On dispose pour cela d'une planchette 24x32 cm sur laquelle est fixée une feuille blanche (collage le long des bords avec du ruban adhésif par exemple). Cette feuille doit pouvoir être récupérée en fin de manipulation. Le gnomon est constitué d'un socle carré en bois à travers lequel passe un clou de 10 cm. Le clou n'a pas été enfoncé à travers le socle mais celui-ci a été percé (diamètre égal à celui du clou) glissé et collé

(penser à chasser la tête du clou pour un bon équilibre).





Au milieu d'un grand bord de la feuille on place le gnomon (le support du gnomon est dessiné en position et le support fixé sur la feuille (ruban adhésif). Le centre du socle est déterminé précisément; il doit correspondre au centre du gnomon.

La feuille de relevés sur sa planchette est installée sur un support horizontal (vérification au niveau à bulle) et le gnomon est placé approximativement dans la direction du sud (avec une boussole).

Manipulation. La direction Nord-Sud magnétique de la boussole est repérée très précisément et est tracée dans un coin de la feuille. Cette direction permettra de tout remettre en place ultérieurement pour d'autres mesures (relevés à des dates

16 CC N°124 hiver 2008

différentes) ou de rectifier l'ensemble qui aurait bougé. Les relevés sont effectués d'heure en heure jusqu'à 12h, puis toutes les demi-heures jusqu'à 14 heures, si cela est possible, et d'heure en heure ensuite.

À chaque relevé, une croix indique sur la feuille la position de l'ombre de la pointe du gnomon; l'heure correspondante est notée (heure de la montre toujours lue sur la même montre). Au cours de chaque relevé, il faut veiller à ne pas déplacer le support; une vérification régulière à la boussole est nécessaire. Il faut aussi veiller à ne pas fausser l'horizontalité de l'ensemble pour que la longueur de l'ombre ne soit pas modifiée en inclinant légèrement le support (le relevé du 27/04/2000 est un exemple de perte de l'horizontalité).

La mesure de la hauteur du soleil

Le matériel. Pour chaque mesure nous utiliserons simultanément le « Quadrant de Copernic » et « l'Altesolle » dont les descriptions complètes sont dans : Les Cahiers Clairaut n°28 printemps 1985 et les Documents de l'Observatoire de Lyon, respectivement.



Image 3 Quadrant de Copernic



Image 4 Altesolle

Manipulation.

Chaque relevé de la longueur de l'ombre est accompagné de la mesure de la hauteur du soleil. Ces mesures doivent être faites en vérifiant chaque fois l'horizontalité du support. Dans notre cas nous avions une plaque de béton, dans la cour du collège, qui répondait à notre attente et toutes les mesures

ont été faites en posant les instruments sur cette plaque. Le Quadrant permet, si l'ombre du style est parfaitement rasante, d'obtenir une précision au demi degré. Les mesures de hauteur sont notées dans un tableau en fonction de l'heure des relevés.

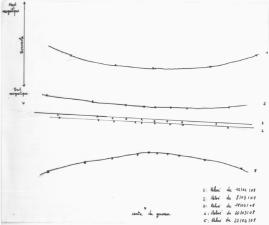
Interprétation des observations Relevés d'ombre

Au cours de la journée, la longueur de l'ombre varie :

- elle est longue le matin et orientée vers l'ouest
- elle passe par un minimum et indique la direction du nord
- elle grandit à nouveau au cours de la journée et est orientée vers l'est.

Afin d'avoir une image du travail sans faire de constructions sur la feuille de relevés, appelée à être réutilisée, on décalque les points obtenus sur le relevé d'ombre (feuille de calque) en indiquant aussi la direction de la boussole et la position exacte du centre du gnomon.

Sur la feuille de calque on trace une courbe passant au mieux par les extrémités des ombres du gnomon.



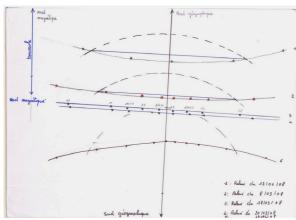
Exemple de relevés d'ombres.

Ici nous avons plusieurs courbes; les diverses courbes obtenues possèdent le même axe de symétrie; on peut le matérialiser par pliage de la feuille, le pli passant par le centre du gnomon, en superposant les deux arcs de courbe.

Pour les courbes, on trace, avec un compas, un arc de cercle ayant pour centre le centre du gnomon et qui coupe la courbe en deux points. L'axe de symétrie est la médiatrice de la corde ainsi tracée

Pour les droites (équinoxe ou autour de l'équinoxe) il suffit de tracer la perpendiculaire à la droite passant par le centre du gnomon.

Cet axe de symétrie est le **méridien local** donnant la direction nord-sud géographique.



Le tracé de la direction du méridien local

On détermine par interpolation sur l'une des courbes du relevé, ou par un calcul de proportionnalité, l'heure où l'ombre est minimum. Cette heure, qui correspond au maximum de la hauteur du Soleil, indique le moment de son passage au méridien local : c'est le midi solaire. Appelons M_s cette heure.

A Saint Priest le 20 mars 2008 on détermine $M_s = 12h46min$ (heure locale) Valeur tabulée : 12h48min.

Relevés de hauteur du Soleil

Remarque: le soleil ne passe pas au zénith en France métropolitaine; au zénith, la hauteur h du Soleil vaut 90°, et ce n'est jamais le cas à notre latitude.

Au cours de la journée l'angle correspondant à la hauteur du Soleil croît jusqu'à une valeur maximum (qui correspond au minimum de la longueur de l'ombre) puis décroît jusqu'au coucher du Soleil (cf. tableau ci-dessous).

Détermination de la latitude :

La relation qui lie la hauteur h, la latitude Φ et la déclinaison solaire δ est, pour l'hémisphère nord :

$$h = 90 - \Phi + \delta$$

Avec un relevé effectué un jour d'équinoxe la déclinaison solaire est nulle. On a donc :

$$h = 90 - \Phi \text{ ou } \Phi = 90 - h$$

On peut donc déterminer la latitude du lieu. Effectuons ce calcul pour Saint Priest :

 $\Phi = 90 - 44,4^{\circ}$ soit $\Phi = 45,6^{\circ} = 45^{\circ}36'$ La latitude donnée par l'IMCCE est de 45°42'. L'écart de 6' est tout à fait acceptable.

Pour une autre période que les équinoxes, la déclinaison devra être récupérée sur le site de l'IMCCE. Par exemple pour le 12/02/2008,

 $\delta = -14^{\circ}$, $\Phi = 90 - 30,5 - 14 = 45,5^{\circ}$ soit 45°30'. L'écart est un peu plus grand (8').

Détermination de la longitude :

Il faut rechercher sur le site de l'IMCCE le midi solaire à Greenwich. On compare avec le midi solaire local, on peut déterminer si on est en avance (à l'est de Greenwich) ou en retard (ouest de Greenwich).

On peut alors calculer la différence horaire et l'utiliser pour préciser notre position, sachant que la Terre tourne de 15° en une heure soit 0,25° par minute.

Le 20 mars 2008, Midi solaire à Greenwich: 13h07, à Saint Priest: 12h46, soit une différence de 21minutes. Le Soleil passe au méridien du collège avant Greenwich; nous sommes donc à l'est de Greenwich.

21 minutes correspondent à 5,25° soit une longitude de 5°15' est. La valeur donnée par l'IMCCE est de 4°56'. Cet écart de 19' est acceptable.

Tracé du méridien local

Le méridien local est tracé sur notre feuille. Nous retournons dans la cour du collège avec des copies de cette feuille. La feuille de relevés est repositionnée au sol avec la boussole et nous pouvons ainsi reporter au sol le nord et le sud géographique.

Nous traçons la droite joignant ces deux points et nous vérifions avec un autre relevé que ce tracé est correct. Il ne reste plus qu'à marquer définitivement cette ligne et à indiquer ce qu'elle représente. Ce qui a été fait de façon définitive dans la cour du collège, près de l'entrée principale. Depuis, les élèves traversent tous les jours, le « méridien du collège » pour entrer et sortir de celui-ci.

Bibliographie

Cahier Clairaut n°28 printemps 1985 Notice de l'Altesolle Document Observatoire de Lyon SDC, Philipe Merlin

Mesurer la hauteur du soleil. Fiche Pédagogique du CLEA

Repérage nord, sud, est, ouest Fiche Pédagogique du CLEA

Les cheveux de Bérénice Denis Guedj Points Seuil

| Heures | 10h | 11h | 11h30 | 12h15 | 12h30 | 13h | 13h32 | 14h | 15h20 | Midisolaire 12h46 | |
|---------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------------------|--|
| Hauteur | 31° | 39° | 41,4° | 44° | 44,4° | 44,4° | 43° | 37° | 34° | Maximum 44,4° | |

18 CC N°124 hiver 2008