

Style vertical ou style incliné ? Une maquette pour constater

Laurence Portier

L'étude de la trajectoire apparente du Soleil par l'intermédiaire des ombres d'un bâton est un classique dans l'enseignement de l'astronomie à l'école primaire. Cette étude est souvent prolongée par un travail sur les cadrans solaires. Pourtant, le problème n'est pas simple et, lorsque l'on demande à de futurs professeurs des écoles la raison de l'inclinaison du style des cadrans solaires, les réponses sont rares.

Aussi, il nous est apparu important de clarifier ce domaine de connaissances dans le cadre de la formation initiale des professeurs des écoles. Même si rien ne remplace l'observation directe, les contraintes de temps sont incontournables et la mise en place d'observations sur la journée, sur l'année, sont difficilement réalisables dans ce cadre. Nous avons donc conçu une maquette permettant de reproduire le mouvement apparent du Soleil aux solstices et équinoxes à la latitude de Cergy, environ 49° de latitude Nord.

1 - Description

Cette maquette est composée de :

- un disque de bois, sur lequel sont repérés les points cardinaux, représentant l'horizon local en un lieu. Au centre de ce disque est placée une fine tige métallique dépassant de 1 cm qui peut être soit verticale, simulant ainsi un gnomon, soit inclinée en direction de la polaire, faisant alors office de style de cadran solaire ;
- trois anneaux en fer qui représentent la trajectoire du Soleil, vue depuis un lieu à la latitude de Cergy, aux solstices et équinoxes. Ces anneaux sont gradués, chaque anneau ayant 24 graduations régulièrement espacées, correspondant aux heures ;
- un pied adapté ;
- une lampe de poche sans couvercle qui permet de simuler le Soleil dans la position qu'il a à une heure donnée, soit aux solstices, soit aux équinoxes .

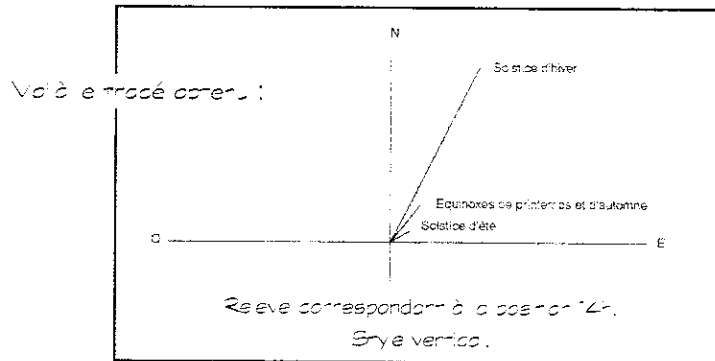
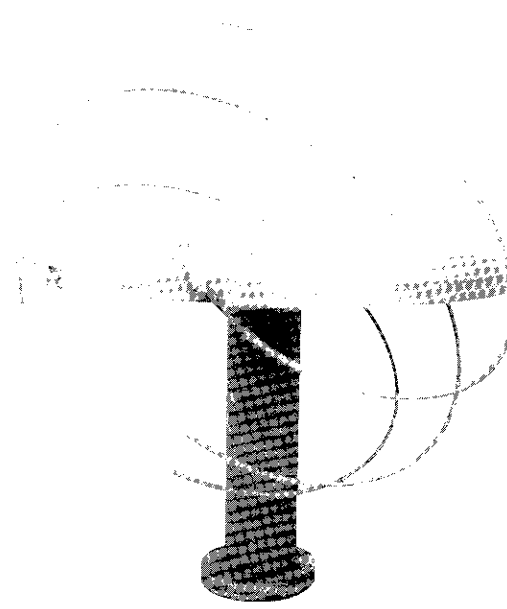
Cette maquette a été conçue de façon à être la plus fidèle possible à la réalité. Ainsi, la hauteur du Soleil sur l'horizon pour chacune des dates est respectée ainsi que l'azimut de lever et de coucher du Soleil.

2 - Utilisation

L'enjeu de cette maquette est de montrer la variation de direction de l'ombre d'un bâton vertical à une même heure (solaire) de la journée au cours de l'année, donc de comprendre la nécessité d'une certaine orientation du style pour réaliser un cadran solaire.

2.1 - Dans un premier temps, constatons ce qui se passe lorsque le style est vertical

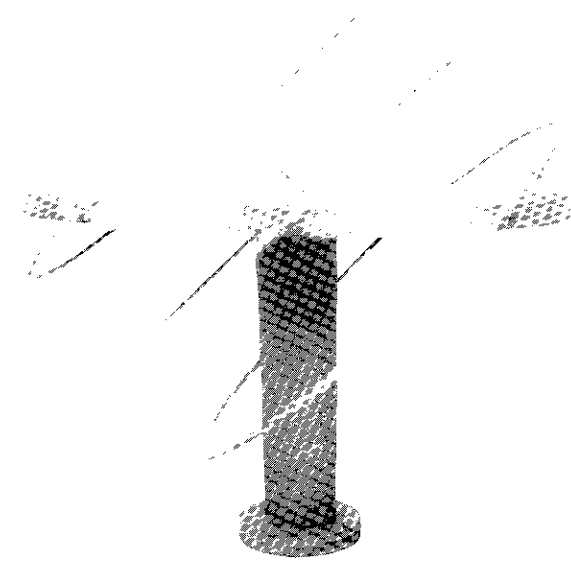
Pour ce faire, il suffit de placer la lampe-Soleil à une certaine heure de la journée, par exemple deux heures après midi, sur l'anneau correspondant au solstice d'hiver, de repérer la direction de l'ombre du gnomon, de procéder de la même façon avec les anneaux correspondant aux équinoxes et au solstice d'été.



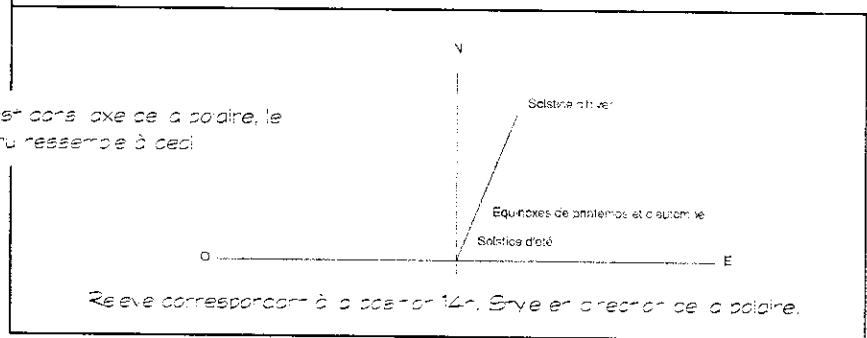
La précision de ce système est suffisante pour mettre en évidence et faire le constat des différences de direction des ombres en fonction de la période de l'année, et donc de réaliser une des contraintes à prendre en compte lorsque l'on veut faire un cadran solaire.

2.2 - La question qui se pose alors est : " Comment réaliser un instrument utilisable toute l'année pour donner l'heure ? "

Il y a toujours dans un groupe des personnes pour qui le cadran solaire est un objet familier, et qui proposent alors d'incliner le style " vers le Nord ". Comment précisément incliner ce style ? Les réponses sont alors variées, c'est donc un point intéressant à discuter. Des essais, avec un style orienté selon les différentes propositions, peuvent être réalisés en suivant la même démarche que précédemment.



En inclinant le style sur l'axe de la pointe, le relevé obtenu ressemble à ceci :



A une heure donnée, la direction de l'ombre du style est conservée quelle que soit la période de l'année.

2.3 - Conclusion

Bien que n'étant pas explicative –l'explication est là du domaine de la géométrie sphérique–, cette maquette permet de clarifier une des difficultés souvent rencontrée lorsque l'on aborde les cadrans solaires.

2.4 - Compléments

La variation de la trajectoire apparente du Soleil au cours de l'année est au programme de l'école primaire. Connaissant les difficultés de lecture et de production de schémas représentant des situations spatiales, situations fréquentes en astronomie même au primaire, cette maquette peut servir d'intermédiaire entre le phénomène et sa représentation en deux dimensions. Elle permet en outre de visualiser les variations de direction des lever et coucher de Soleil au cours de l'année, ainsi que celles de hauteur du Soleil lorsqu'il culmine. Elle peut aussi contribuer à réaliser qu'en France le Soleil culmine au sud, d'autres maquettes permettant alors de comprendre pourquoi.

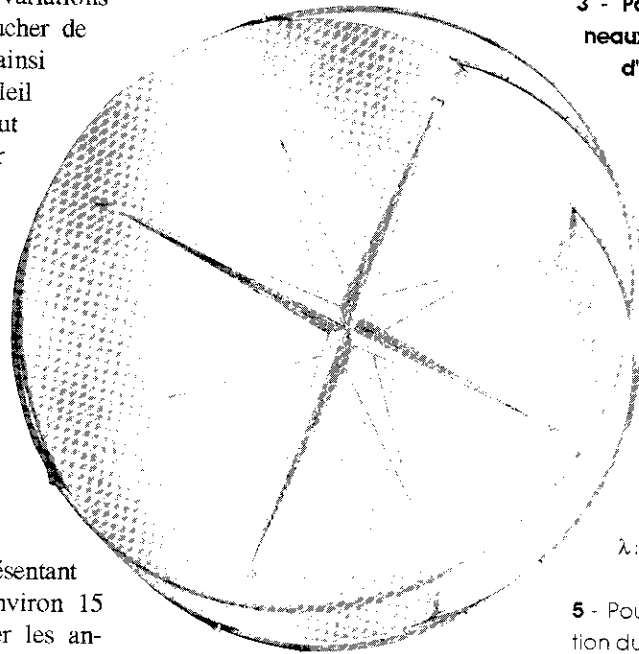
3 - Conseils de fabrication

L'épaisseur du disque représentant l'horizon local doit être d'environ 15 mm, ceci permettant de fixer les anneaux métalliques avec des crampillons.

Un diamètre de l'anneau de 25 cm est pratique dans la mesure où l'on peut trouver dans le commerce² des anneaux de ce diamètre.

Les deux anneaux correspondant aux solstices sont de diamètre inférieur à 25 cm, il faut donc couper des anneaux de 25 cm et les ressouder afin d'avoir le bon diamètre³. Attention, la soudure doit être solide (la soudure à l'étain n'est pas suffisante).

Pour positionner correctement les trois anneaux, il est utile de calculer l'azimut de lever et de coucher du Soleil⁴ et la hauteur du Soleil⁵ à midi pour chacune des situations. ■



Notes

1 - Merci à Pierre Bouteloup pour la résolution des équations reforses.

2 - Opitec, 64 rue De France, 94 307 Vincennes cedex

3 - Pour calculer le diamètre des anneaux correspondant aux solstices :

$$d' = d \cdot \cos 23,5^\circ$$

avec :

d' : diamètre des anneaux correspondant aux solstices

d : diamètre des anneaux correspondant aux équinoxes

4 - Pour calculer l'azimut des lever et coucher de Soleil aux équinoxes :

$$\cos \psi = -\sin \mu / \cos \lambda$$

avec

ψ : azimut du Soleil ($\psi = 0$ quand le Soleil est au Sud)

μ : déclinaison du Soleil

λ : latitude du lieu

5 - Pour calculer la hauteur de culmination du Soleil :

$$h = 90^\circ - |\lambda| + \mu$$

avec :

h : hauteur du Soleil sur l'horizon

μ : déclinaison du Soleil

λ : latitude du lieu