

Un globe spécial Saisons

Pierre Causeret

Ce n'est jamais facile d'expliquer les saisons, surtout à des élèves jeunes. Il faut pour cela exposer les variations au cours de l'année de la hauteur du Soleil au dessus de l'horizon ainsi que de la longueur de la journée¹. Pour des lycéens ou des adultes, tout ceci peut se comprendre à partir de schémas. Mais pour des élèves de collège ou d'école primaire, il n'est pas toujours facile de voir dans l'espace à partir d'une image plane. Il est alors préférable d'utiliser un globe terrestre.

Le globe que je vous propose ici permet entre autres de visualiser les différences de puissance reçue au sol et de mesurer la longueur de la journée.

A vant d'aborder le problème des saisons avec des élèves, il est préférable de faire des observations, en particulier un relevé de l'ombre d'un gnomon au cours d'une journée. Cela permettra de mieux comprendre le mouvement apparent du Soleil ainsi que la relation entre hauteur du Soleil et longueur de l'ombre. Ce relevé peut être refait à d'autres époques de l'année. Différentes activités permettront aussi de bien comprendre la rotation de la Terre avant de s'attaquer aux saisons. On pourra par exemple observer le mouvement

apparent du ciel nocturne autour de la Polaire.

On recherchera aussi avec les élèves les différences entre l'hiver et l'été (température, hauteur du Soleil, longueur de la journée, directions des levers et couchers de Soleil...).

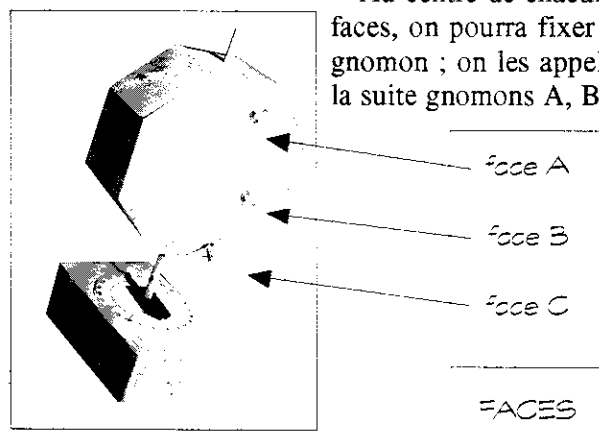
1 Description

1.1 Le globe

La Terre est représentée non plus par une sphère mais par un solide à 26 faces, 18 carrés et 8 triangles.

Le centre d'une face représente le lieu d'observation et la face elle-même simule le plan horizontal du lieu. On utilisera principalement 3 faces carrées de même longitude, la première à 45° de latitude Nord (face A), la deuxième à l'équateur (face B) et la troisième à 45° de latitude Sud (face C).

Au centre de chacune de ces faces, on pourra fixer un gnomon ; on les appellera par la suite gnomons A, B et C.



Une lampe d'une centaine de watts servira de Soleil. Elle sera placée à la même hauteur que le centre du globe (on peut la fixer sur un pied photo, facilement réglable en hauteur).

L'avantage d'un globe de cette forme sur la sphère est double : d'abord, on peut comparer visuellement l'éclairement à une même heure de deux faces adjacentes, correspondant à deux lieux de latitudes différentes : si une face est plus claire, elle reçoit davantage de lumière donc de chaleur et il doit y faire plus chaud. On voit ainsi directement les différences de puissance reçue pour 1 m² de sol horizontal. Deuxième avantage, on dispose de plans horizontaux pour mesurer la hauteur du Soleil ou pour faire des relevés d'ombres.

1.2 L'axe et son index

L'axe du globe est muni d'un index réglable pour donner l'heure solaire. Les 3 faces étant sur le même méridien, elles auront la même heure solaire, qu'on lit sur un cadran gradué de 0 à 24. On règle l'index à midi solaire ou 12h en tournant la Terre jusqu'à ce que la lampe-Soleil soit dans le plan du méridien de nos trois faces, l'ombre des gnomons suivant alors la direction Nord-Sud.

1.3 Le support

quand on le met à plat, l'axe de notre globe est vertical. Si on rajoute deux tourillons, il devient incliné de 23,5° par rapport à la verticale (voir plan).

2. Durée du jour, hauteur du Soleil à midi et puissance reçue au sol à différentes saisons

On admet que la Terre tourne autour du Soleil. Ce fait peut être justifié par l'observation des constellations qui ne sont pas les mêmes en été et en hiver.

Le plan de l'orbite de la Terre, l'écliptique, sera représenté horizontal. On déplacera notre globe sur différentes tables situées autour de notre lampe-Soleil placée à la même hauteur que le centre du globe.

2.1 Avec un axe vertical

Il est intéressant de commencer par chercher ce qui se passerait si l'axe de la Terre était perpendiculaire au plan de son orbite. On ne fixe donc pas ici les deux tourillons sur le support.

On tourne la Terre sur elle-même jusqu'à ce que l'ombre du gnomon A soit au Nord. Le gnomon B n'a alors plus d'ombre - le Soleil est au zénith - et l'ombre du gnomon C est dirigé vers le Sud. Il est alors midi au Soleil. On en profite pour régler l'index. La face B est la plus claire alors que A et C sont de même luminosité. Il doit faire plus chaud à l'équateur.

On tourne ensuite la Terre sur elle-même dans le sens trigonométrique vu du Nord. On observe que les ombres des gnomons



s'allongent jusqu'à 18 h, heure où les trois faces passent simultanément dans la nuit. En continuant de tourner, on arrive au lever du Soleil à 6 h. Ces résultats sont inchangés si on place la Terre à un autre endroit de son orbite.

Cette première série de manipulations permet de conclure que, si l'axe de la Terre était perpendiculaire au plan de son orbite :

les journées dureraient toutes 12 heures

la région de l'équateur serait la plus chaude.

les latitudes 45° N et 45° S seraient également chauffées tout au long de l'année.

Bref, il n'y aurait plus de saisons.

2.2 Avec un axe incliné

Si on rajoute les deux tourillons du socle, l'axe du globe est alors incliné de 23,5° par rapport à la verticale (je parle ici de l'axe de la maquette ; dans la réalité, l'axe de notre Terre est toujours vertical puisque par définition, une verticale passe par le centre de la Terre, ce qui est bien le cas de son axe).

On refait les mêmes manipulations que précédemment.

Au solstice d'hiver (Pôle Nord dans l'ombre) :

- à midi solaire, l'ombre du gnomon A est beaucoup plus longue que l'ombre de B ou C ; le Soleil est plus bas. On voit aussi que la face A est plus sombre que les faces B et C. Elle reçoit donc moins de lumière et moins de chaleur, le Soleil éclairant en lumière rasante. Il fait plus froid.

- après avoir réglé l'index, on peut chercher l'heure du coucher de Soleil. On s'aperçoit que la face A est la première à passer dans l'ombre, aux alentours de 16 h. C'est ensuite le tour de B,

vers 18 h et de C, vers 20 h. Le matin, le Soleil se lève d'abord en C à 4 h, puis en B à 6 h et en A à 8 h. On en déduit la longueur de la journée :

8 h en A, 12 h en B, 16 h en C.

C'est l'hiver en A, il fait plus froid d'abord parce que le Soleil chauffe en lumière rasante mais aussi parce qu'il chauffe moins longtemps, la journée étant plus courte.

Pour le solstice d'été, 6 mois plus tard, on fait passer la Terre de l'autre côté du Soleil en gardant à son axe une direction fixe. La conservation de cette direction peut se justifier par l'observation à différentes époques de l'année de l'Étoile Polaire, au centre du mouvement apparent du ciel donc toujours dans le prolongement de l'axe de la Terre. Les distances des étoiles étant énormes, la direction de la Polaire en hiver ou en été peut être considérée comme fixe.

On recommence les mêmes manipulations en position solstice d'été, et on observe cette fois qu'à midi, la face A est la plus claire et que la journée en A dure 16 h contre 8 h en C. Il fait donc plus chaud dans l'hémisphère Nord.

Aux équinoxes, on s'aperçoit que la journée dure 12 heures aussi bien en A qu'en B ou en C. A midi, les faces A et C sont également éclairées, B étant plus lumineuse.

2.3 Compléments

- On peut aussi observer sur les faces A, B et C les directions de lever et de coucher du Soleil. On s'aperçoit ainsi qu'elles varient elles aussi au cours de l'année.

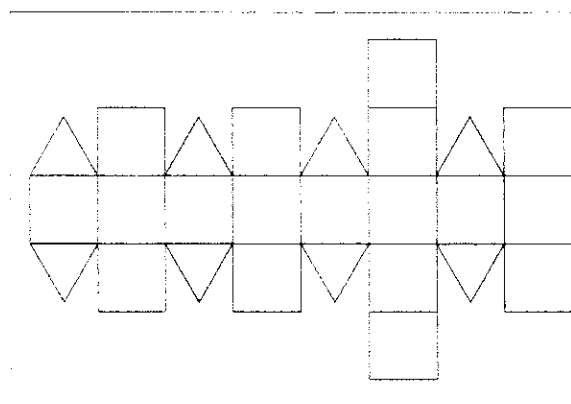
- On peut fixer sur la face A un bristol sur lequel on notera la position de l'extrémité de l'ombre du gnomon toutes les heures. On

retrouve les mêmes relevés que ceux que l'on aurait pu faire auparavant avec le vrai Soleil.

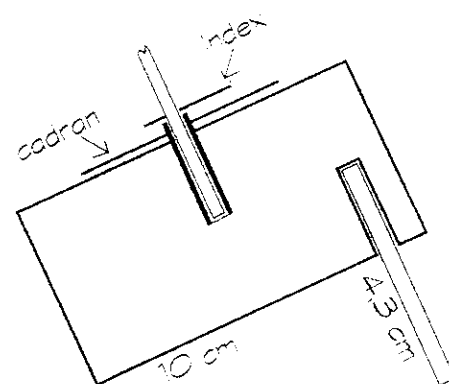
- Sur d'autres faces sans gnomon, on peut fixer un cadran solaire, le style faisant ombre étant parallèle à l'axe de la Terre. Cela permet de vérifier qu'il donne la bonne heure (solaire) en toute saison.

3. Conseils pour la réalisation pratique

- Le globe : il peut être réalisé en bristol comme celui des photos en utilisant le développement de la figure 5. On peut aussi le monter à partir d'éléments en plastique vendus pour fabriquer des solides (Clix géométrie noir et blanc. Ref 6125.8 chez Soral, 12 rue du Dr Crestin, 69362 Lyon)



- L'axe, l'index et le cadran : l'index doit être solidaire de l'axe mais réglable. Et quand celui-ci tourne, le cadran ne doit pas bouger. Pour cela, on l'isole de l'axe en utilisant un tube de crayon feutre.



- Le support : il a été fabriqué dans un tasseau de bois. La longueur des tourillons doit être calculée pour obtenir une inclinaison de $23,5^\circ$.

1 Le mot jour est ambigu dans le langage courant. Je l'utilise pour la durée de 24 heures et je préfère prendre le mot journée pour l'intervalle de temps entre le lever et le coucher du Soleil.

