

MAQUETTE « LIMITE JOUR/NUIT » David Alberto

L'auteur nous a déjà proposé dans ce magazine différents cadrans solaires à imprimer puis monter soi-même. Ici il nous invite à réaliser une maquette représentant la limite jour/nuit sur notre planète. Pour imprimer les éléments de cette maquette : <https://www.astrolabe-science.fr/maquette-limite-jour-nuit/>

LE TERMINATEUR

On trouve sur Internet¹ des animations montrant un planisphère sur lequel passe une zone d'ombre, pour montrer les zones éclairées par le Soleil et les zones plongées dans la nuit.



Fig. 1 : Une représentation de la limite jour/nuit sur Terre.

En astronomie, la limite d'ombre sur un astre éclairé par le Soleil s'appelle le terminateur. Presque tous les jours, nous pouvons contempler le superbe terminateur lunaire. Quant au terminateur terrestre, il faut prendre de la hauteur pour l'observer (Fig. 2).



Fig. 2 : Terminateurs sur la Lune et sur Terre.

Sur un astre sphérique, le terminateur a la forme d'un cercle. Mais une fois tracé sur une carte, il est nécessairement déformé par la projection de la sphère sur le plan, ce qui donne la courbe sinueuse visible sur la Fig. 1.

Dans une carte animée, les zones de lumière et d'ombre se déplacent de droite à gauche, puisque le Soleil se déplace d'est en ouest en l'espace d'une journée. Le point de la carte situé au centre de la zone éclairée se trouve exactement sous le Soleil, et ses habitants le voient au-dessus d'eux, au zénith.

ÉLÉMENTS DE LA MAQUETTE

La maquette proposée ici consiste à imprimer un planisphère sur papier, et à lui superposer une feuille transparente comportant la zone d'ombre délimitée par le terminateur. En faisant glisser le transparent de droite à gauche, on recrée l'alternance jour/nuit.

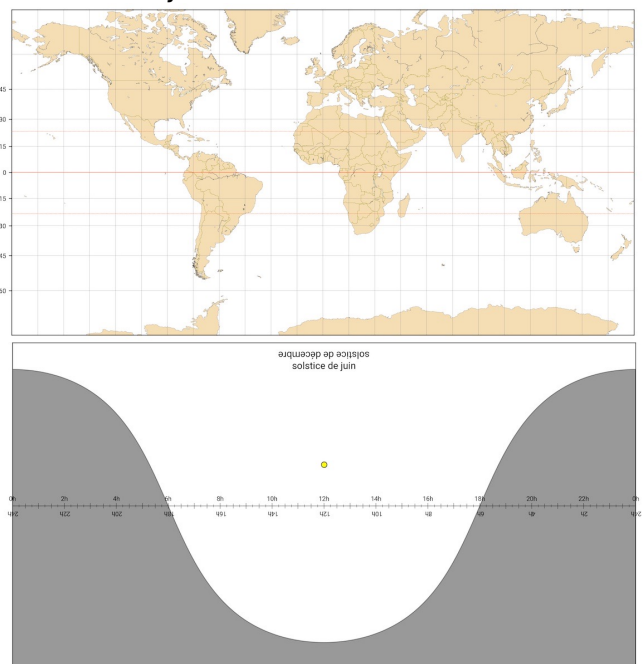


Fig. 3 : Le planisphère et un calque à superposer. Le planisphère est gradué en latitude du nord au sud. Les tropiques sont en pointillés. Sur le calque, le point jaune au milieu de la zone blanche repère le point à l'aplomb du Soleil. Sur l'équateur, le calque est gradué en heure solaire, midi correspondant au méridien où se trouve le Soleil.

Le calque de la Fig. 3 est légendé « solstice de juin » car la position du Soleil varie au cours de l'année. Sa distance angulaire au plan de l'équateur est la déclinaison, valeur que l'on peut lire en superposant le calque sur le planisphère : la latitude survolée par le point solaire est aussi la déclinaison.

Pour bien faire, il faudrait donc un calque différent chaque jour ! Mais il suffit de retourner le calque de la Fig. 3 pour obtenir la situation du solstice de décembre, où le Soleil se trouve au sud de l'équateur éloigné du même angle.

¹ Par exemple ici <https://apps.microsoft.com/detail/9wzdncrdc2pt?hl=fr-fr&gl=CF>

Aux équinoxes, le Soleil se trouve dans le plan de l'équateur (Fig. 4). Cette configuration se produit deux fois dans l'année. Nous voici donc avec 2 calques et 4 dates.

Pour compléter la maquette, j'ai réalisé un dernier calque pour une situation intermédiaire, où la déclinaison du Soleil est de 16° 20'. Ce calque sert pour 4 dates (Fig. 4).

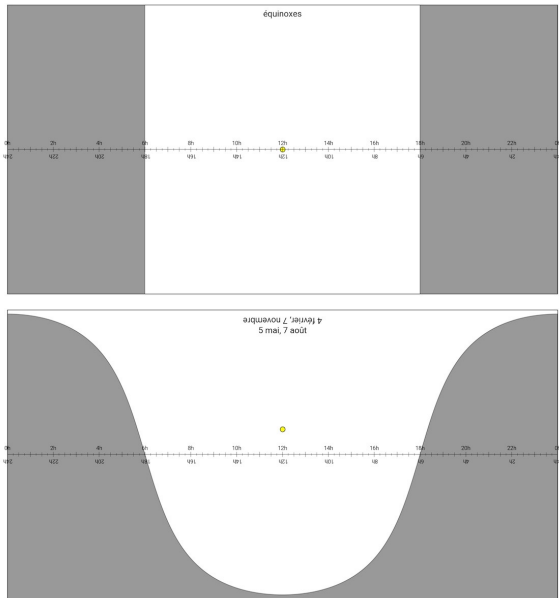


Fig. 4 : Calques des 2 équinoxes (haut) et des 4 dates intermédiaires (bas). Pour ce dernier, suivez le sens de lecture des dates pour le positionner correctement sur la carte.

Pour la maquette complète, il vous faut donc :

- une feuille de papier pour imprimer la carte,
- 3 feuilles de transparents pour les calques,
- éventuellement une pochette transparente dans laquelle placer la carte, pour faire coulisser les calques facilement.

LECTURE DES HEURES

Pour connaître la situation d'éclairément de la Terre lorsqu'il est 17 h (solaire) à Londres, on amène le méridien « 17 h » du calque jusqu'au méridien de Londres (Fig. 5).



Fig. 5 : Lecture des heures. Il est 17 h à Londres, midi à New York et au Pérou, 18 h en Sicile, 19 h au Caire.

HEURE DE LEVER ET DE COUCHER DU SOLEIL

La partie du terminateur située à l'arrière du point jaune (heures après midi) indique les lieux où le Soleil est en train de se coucher. Pour connaître l'heure de coucher en un lieu donné, on glisse le calque (de la date choisie) jusqu'à ce que la courbe passe par le lieu voulu. En suivant une ligne verticale depuis ce lieu jusqu'à l'équateur, on lit l'heure de coucher. Par exemple sur la Fig. 5, la courbe passe par le Caire (Égypte), où le Soleil se couche à 19 h. L'équateur des calques est gradué tous les quarts d'heures.

TERMINATEUR BALAYANT UN PAYS

Observez de quelle manière le jour se lève sur la France, avec cette maquette : avec un calque de printemps ou d'été, les régions au sud du pays seront éclairées après les régions du nord, et la nuit les atteindra plus tôt. Cela est dû à la position du Soleil dans l'hémisphère Nord, à cette époque de l'année, ce qui se traduit par la forme de la zone éclairée, évasée vers le haut. La situation serait évidemment inversée en automne ou en hiver.

Le long d'un parallèle de latitude donnée, la largeur de la zone de jour reflète la durée de la journée.

Pour obtenir la courbe, on se fonde sur la relation donnant l'arc semi-diurne H_0 :

$$\cos H_0 = -\tan d \cdot \tan L$$

où d est la déclinaison solaire et L la latitude du lieu.

On fait varier l'abscisse H_0 de -180° à 180° , et on calcule l'ordonnée L par la formule :

$$\tan L = -\cos H_0 / \tan d$$

$$\text{ou encore } L = \arctan(-\cos H_0 / \tan d)$$

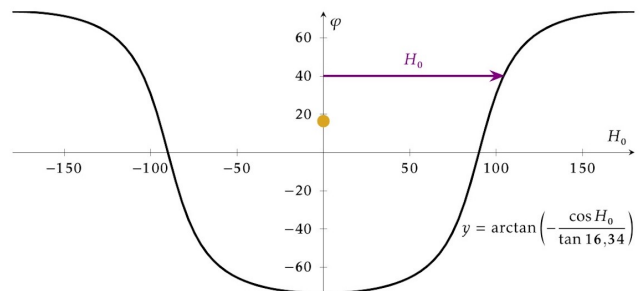


Fig. 6 : Principe du calcul de la courbe. Ici, la déclinaison du Soleil (point jaune) est de 16,34°.

David Alberto, professeur de physique-chimie en lycée, s'est lancé dans l'astronomie à l'occasion d'une école d'été du CLEA. Pour plus de détails sur ses activités, voir <https://www.astrolabe-science.fr/>