

AVEC NOS ÉLÈVES

Le cadran sphère

Véronique Hauguel, Rouen

L'auteure présente ici le cadran sphère qu'elle utilise lors d'ateliers qu'elle anime avec des élèves d'écoles primaires ou de collèges. Ces ateliers sont l'occasion d'une initiation au repérage sur Terre et à l'astronomie d'une manière plus générale.

S'orienter sur Terre

Dans un premier temps, on initie les élèves à la manipulation de la boussole avec son aiguille qui est la seule à ne pas bouger ! On peut jouer à se déplacer dans l'espace dans différentes directions, dans la direction des 4 points cardinaux mais aussi dans les 28 autres directions de points cardinaux composés de la rose des vents (figure 1).

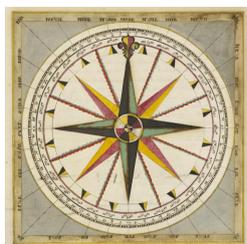


Fig.1. Une rose des vents avec ses 32 directions dans le Traité de navigation de Deno-ville. (<http://assprouen.free.fr>)

Tenir *horizontalement* la boussole fait prendre conscience du cercle horizon. Il faut préciser que le nord indiqué par la boussole est le nord magnétique, en général différent du nord géographique⁹.

Une fois que les élèves se sont repérés dans le lieu, on apporte un globe terrestre fixé sur un support, l'inclinaison de son axe étant réglable (figure 2).

On veut placer le globe tel qu'il est sous nos pieds avec un personnage dans la même position que nous, debout sur Terre et regardant vers le sud. Pour cela, on commence par repérer avec les élèves l'équateur terrestre, les 2 pôles et l'axe de la Terre ainsi que l'endroit où l'on est. On place le personnage sur le globe à l'aide de la patafix car la gravitation y est trop faible... Il y a aussi un petit problème d'échelle, le personnage a les pieds grands comme la France !

Sachant que partout sur la Terre, on se tient verticalement en position debout, on fait tourner et coulisser la sphère sur le support pour que le personnage soit vertical, tête vers le haut. On l'oriente pour qu'il regarde vers le sud du globe

terrestre. Enfin, on tourne toute la maquette pour que le personnage regarde vers le sud du lieu, en reprenant la boussole si nécessaire.

On demande alors à chaque élève de se placer vers le sud comme le personnage et on fait remarquer que l'on est placé sur la Terre exactement comme le personnage sur le globe terrestre.

Fig.2. Le globe terrestre peut coulisser sur un support. Il est incliné comme il est sous nos pieds, avec la France au-dessus.

Le petit personnage tient sur la mappemonde par de la patafix collée sous ses pieds.

L'inclinaison de l'axe est donc liée à la latitude et n'a rien à voir avec l'angle de 23° des globes de nos salles de classe.



Fig.3. Le globe est fixé sur un méridien gradué. Il est réglé ici pour la latitude de 50°.

En manipulant le personnage, on peut travailler sur la géographie en recherchant continents ou pays dans différentes directions, ou sur le climat en repérant pays chauds et pays froids. Par exemple, si on se dirige vers l'ouest, on trouve l'océan Atlantique puis l'Amérique.

⁹ L'écart actuel en France est au maximum de 3°.

Comme c'est le ciel ici qui nous intéresse, on présente la voûte céleste, l'équateur céleste comme prolongement de l'équateur terrestre dans le même plan, éventuellement le *tropique du Cancer* et le *tropique du Capricorne* qui étaient des cercles sur la sphère céleste avant de l'être sur le globe terrestre.

En prolongeant l'axe de la Terre, on repère le point où l'axe coupe la voûte céleste, endroit tout proche de l'étoile Polaire encore pour longtemps. La nuit, s'il fait beau, cette étoile indique le nord. Le cercle qui passe par les pôles et le zénith (point situé à la verticale de l'observateur) est le *méridien local*.

Pour les élèves qui connaissent la latitude et les angles, on peut montrer simplement par observation des graduations ou par dessin géométrique que la hauteur de l'étoile Polaire est la latitude du lieu.

En restant encore un petit moment sur Terre, on peut refaire la manipulation en imaginant vivre au pôle Nord ou bien dans un pays proche de l'équateur et observer dans chacune de ces situations où sont situés l'équateur et l'axe de la Terre par rapport à l'horizon.

Fig 4. Au pôle.

On imagine que l'on est au pôle Nord. Le personnage est vertical.

Où est l'horizon, l'équateur céleste ? Quelle est la direction de l'axe de la Terre ? Où est l'étoile Polaire ?

L'axe de la Terre fait un angle de 90° avec l'horizon (latitude 90°).



Fig.5. À l'équateur :

On imagine que l'on est dans un pays situé à l'équateur (le Ghana par exemple, qui est à la même longitude que la France).

On reprend la même démarche : le personnage doit être vertical et regarder vers le Sud.

On se pose les mêmes questions : sur la position de l'horizon, de l'équateur céleste, de l'axe de la Terre et de l'étoile Polaire. L'axe polaire fait un angle nul avec l'horizon (latitude 0°).



Précisons qu'il fait jour quand le Soleil est au-dessus de l'horizon et qu'il fait nuit quand il est en dessous.

On place la lampe allumée à l'est du personnage, face à l'équateur. On lui fait faire un arc de cercle jusqu'à l'ouest, tout en restant dans le plan de l'équateur. Le Soleil se lève alors à l'est et se couche à l'ouest en passant par une position où il est au plus haut quand il passe au méridien.

Le personnage a une ombre tout au long de la journée. On peut observer comment elle évolue en taille et en direction.

On peut recommencer en prenant un Soleil plus haut dans le ciel correspondant à un jour de printemps ou d'été (sans jamais dépasser le tropique du Cancer...) puis avec un Soleil qui suit une trajectoire en dessous de l'équateur pour un jour en automne ou en hiver (sans jamais aller en dessous du tropique du Capricorne). Dans ces deux cas, on observera aussi la taille des ombres.

En extérieur un jour de Soleil, on peut faire l'expérience en observant sa propre ombre et celle du personnage sur le globe bien réglé et bien orienté.



Fig.6. Si le Soleil se déplace d'est en ouest en passant par le sud à midi solaire, l'ombre va d'ouest en est en passant par le nord à midi solaire.

Cadran sphère

Dans le système géocentrique, celui des cadrans solaires, le Soleil fait le tour de la Terre en 24 heures. Comme un tour fait 360° , on peut graduer l'équateur en 24 heures (ou deux fois 12 heures) en secteurs de 15° . Il reste à choisir où placer l'origine de la graduation.

Quand la Terre est éclairée par le Soleil, elle est partagée en 2 hémisphères, un éclairé et l'autre dans l'ombre. La limite jour-nuit est un cercle qui coupe l'équateur en 2 points diamétralement opposés. Le Soleil est dans le plan médiateur de ces deux points. Le globe terrestre réglé comme précédemment (à la bonne latitude et correctement orienté) est un cadran solaire à condition d'avoir gradué l'équateur en heures tous les 15° . Il existe deux manières de graduer.

Lumière du Soleil et ombre

La maquette est à nouveau réglée pour la France. En intérieur, il est aisé de visualiser le mouvement apparent du Soleil avec un spot ou une lampe de poche, par exemple le jour de l'équinoxe.

Méthode 1

On utilise un méridien mobile que l'on dirige vers le Soleil (figure 7). On ajuste sa position pour qu'il n'y ait pas d'ombre ni d'un côté ni de l'autre du méridien. On lit alors l'heure sur la graduation de l'équateur.



Fig.7. Cadran sphère à Vernon avec méridien mobile.

Quand le Soleil est au méridien, il est midi solaire. Il suffit donc de prendre la graduation 12 sur le plan du méridien local. On gradue ensuite vers l'est de 12 à 1 (figure 8).

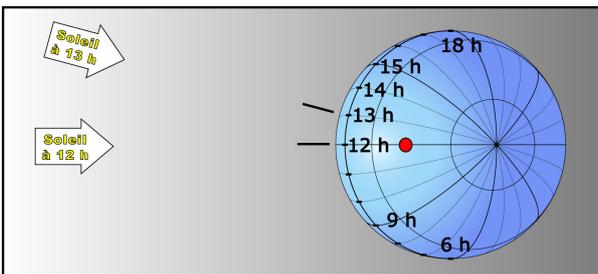


Fig.8. Les graduations sont indiquées sur l'équateur.

Méthode 2

Pour éviter d'avoir un méridien mobile, ce sont les points situés à la limite ombre/lumière de l'équateur qui indiquent l'heure du Soleil. Il faut décaler la graduation de 6 heures (en plus ou en moins) par rapport à la graduation de la méthode précédente (figures 8a et 8b). En effet, le Soleil est situé sur un méridien qui coupe l'équateur à une graduation décalée de 6 heures par rapport à la graduation du cercle jour/nuit. Cette méthode est ingénieuse et très pédagogique mais moins précise.

Les cadrans sphères anciens sont des boules de pierre qui représentent le globe terrestre sans océans ni continents dessinés. Avec les matériaux actuels il est possible de faire un globe terrestre qui puisse supporter les intempéries¹⁰. Ce cadran solaire est

¹⁰ Voir l'article suivant de Daniel Toussaint

particulièrement intéressant car, en plus de donner l'heure, il montre partout dans le monde la position du Soleil à l'instant où on l'observe. On peut ainsi savoir où il fait jour et où il fait nuit, dans quels pays le Soleil se lève ou dans lesquels il se couche, etc.

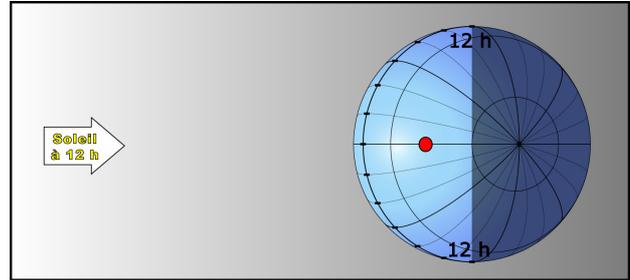


Fig.8a. Pour un personnage situé sur la tache rouge, il est midi. L'heure est indiquée à la limite jour nuit.

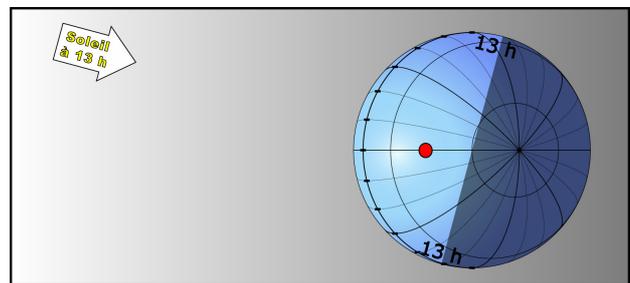


Fig.8b. Une heure plus tard, il est 13 h pour le point rouge (on note habituellement 1 h).

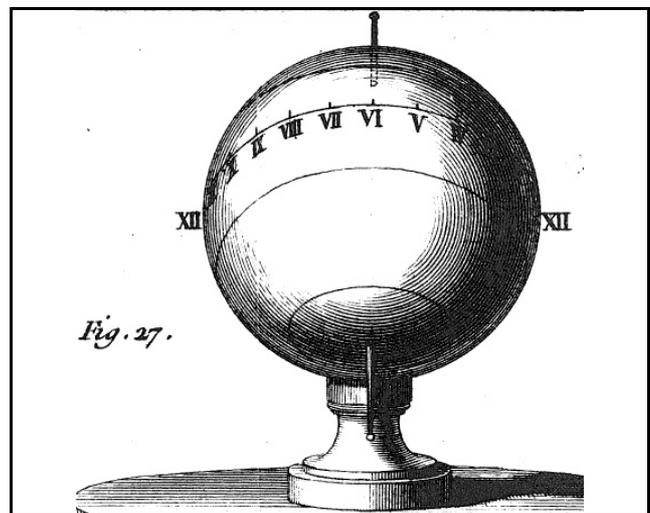


Fig.9. Figure extraite de l'ouvrage d'Ozanam "Récréations mathématiques et physiques" (1694) présentant un cadran sphère avec les graduations de la méthode 2.



Fig.10. Maquette avec les 2 graduations. On utilise celle du haut avec la ligne de l'ombre et celle du dessous avec le méridien mobile.

L'ombre de la pointe du méridien mobile permet de connaître le jour de l'année.