

## ASTRONOMIE – APPORTS DIDACTIQUES ET PEDAGOGIQUES

### I. Les programmes (cycle 3)

L'objectif est en tout premier lieu d'observer méthodiquement les phénomènes les plus quotidiens et d'engager les élèves dans une première démarche de construction d'un modèle scientifique.

Entamée au cycle 2, l'étude des ombres est prolongée au cycle 3 avec notamment l'objectif de fournir une interprétation élémentaire des phases de la Lune et des éclipses.

Le maître n'est pas tenu de chercher à justifier la propagation rectiligne de la lumière.

Compétences spécifiques	Commentaires
<p>Etre capable de constater qu'un objet opaque éclairé par une source de lumière présente une partie lumineuse et une partie sombre (ombre propre), et que la partie éclairée se présente sous différentes formes en fonction de la perspective sous laquelle elle est observée.</p> <p>Dans le cas d'un objet opaque éclairé par une source de lumière, être capable de déterminer dans quelles positions l'observateur peut voir (totalement ou partiellement) la source qui l'éclaire.</p>	<p>Cette situation permet d'interpréter les éclipses (dans le cas d'une éclipse de Lune, il faut alors prendre le point de vue d'un observateur fictif situé sur la Lune). C'est la seule interprétation des phases de la Lune que l'on mène à l'école. La délimitation des zones d'ombre et de pénombre n'est pas au programme.</p>

- Les points cardinaux et la boussole

Compétences spécifiques	Commentaires
<p>Etre capable d'utiliser les points cardinaux pour repérer une direction à partir d'un lieu Sur Terre. Savoir utiliser une boussole pour repérer une direction ou pour progresser dans une direction donnée.</p> <p>Savoir que ces repérages sont relatifs : tel lieu est à l'est (ou au nord) de tel autre mais à l'ouest (ou au sud) d'un troisième.</p>	<p>Le travail est mené en liaison avec la géographie (utilisation d'une carte) et l'EPS (orientation).</p> <p>Une exception peut être signalée : les pôles Nord et Sud sont respectivement au nord et au sud de tous les autres lieux.</p> <p>Il n'est pas utile, à l'école, de distinguer les pôles magnétiques et les pôles géographiques. La notion de déclinaison magnétique n'est pas au programme.</p>

<p>Savoir qu'il existe un pôle Nord et un pôle Sud (points de la surface terrestre par lesquels passe l'axe de rotation de la Terre et en direction desquels s'orientent approximativement les boussoles) mais, en revanche, qu'il n'existe pas de « pôle Est » et de « pôle Ouest ».</p> <p>Mettre en évidence qu'une boussole est une aiguille aimantée qui s'oriente approximativement dans la direction nord-sud pour peu qu'elle ne subisse pas d'interaction avec d'autres aimants ou avec des objets constitués de fer.</p>	<p>Les activités réalisées peuvent donner l'occasion d'aborder les propriétés élémentaires des aimants.</p>
--	---

- Le mouvement apparent du Soleil  
La durée du jour et son évolution au cours des saisons

Compétences spécifiques	Commentaires
<p>Etre capable de représenter qualitativement la trajectoire apparente du Soleil dans le ciel et son évolution au fil de l'année.</p> <p>Savoir qu'elle est la plus courte à la date du solstice d'hiver (le soleil est alors bas sur l'horizon) et la plus longue à la date du solstice d'été (le soleil est alors haut dans le ciel).</p> <p>Savoir que, dans l'hémisphère Nord, elle est parcourue de gauche à droite pour un observateur tourné vers le Soleil.</p> <p>Etre capable de mettre en évidence, par une observation directe, que le Soleil n'apparaît pas et ne disparaît pas tous les jours à la même heure ; mettre en relation cette évolution avec celle du mouvement apparent du Soleil.</p> <p>Etre capable d'exploiter un calendrier pour déterminer les caractéristiques de chaque saison et les dates (solstices, équinoxes) qui marquent le début de chacune d'entre elles.</p>	<p>Tout en étant attentif aux dangers pour la rétine de l'observation directe du Soleil, il est toutefois possible de se rendre compte des évolutions du mouvement apparent du Soleil, lequel peut être représenté Sur une feuille plane comportant le profil de l'horizon du lieu d'observation. L'étude est utilement complétée par celle de l'évolution, au fil de l'année, des ombres portées sur les sols par un bâton vertical (gnomon).</p> <p>L'enseignant est attentif à quelques idées reçues : dans les régions tempérées le Soleil ne passe jamais à la verticale ; dire qu'il se lève « à l'est » et qu'il se couche « à l'ouest » est très approximatif (cela serait vrai aux équinoxes Sur un horizon fictif parfaitement horizontal). On se contente d'une définition approchée : la durée de la journée est maximale (minimale) au solstice d'été (d'hiver) ; la durée de la journée est égale à celle de la nuit aux deux équinoxes.</p>

Savoir que la Terre, en plus de sa rotation sur elle-même, effectue une révolution autour du Soleil en environ 365 jours et 6 heures.	On est attentif à la confusion de vocabulaire entre les mots « jour » et « journée ». A l'école primaire, le maître n'est pas tenu de donner l'explication des saisons par l'inclinaison de l'axe de la Terre, non orthogonal au plan de Sa trajectoire.
---	--

- La rotation de la Terre sur elle-même et ses conséquences

Compétences spécifiques	Commentaires
<p>A partir d'une modélisation matérielle élémentaire du système Terre-Soleil (une boule et une source de lumière), être capable d'examiner différentes hypothèses destinées à expliquer l'alternance des journées et des nuits et conclure qu'aucune observation familière ne permet de les départager entièrement.</p> <p>Savoir que la Terre tourne sur elle-même d'un tour en vingt-quatre heures.</p> <p>Etre capable de retrouver le sens de rotation de la Terre sur elle-même à partir de l'observation du mouvement apparent du Soleil.</p>	<p>Travail à mener en liaison avec l'histoire et particulièrement l'histoire des idées sur le système solaire (géocentrisme, héliocentrisme). C'est le raisonnement à mener qui est important et non la mémorisation du sens.</p> <p>Une représentation simplifiée de la Terre rendant compte de quatre périodes (matin, après-midi, début de nuit, fin de nuit) est suffisante.</p> <p>Le détail des fuseaux horaires et la ligne de changement de date ne sont pas au programme. C'est l'occasion de distinguer l'instant (identique sur toute la Terre) et l'heure (dépendant du lieu).</p>

- Le système solaire et l'Univers

Compétences spécifiques	Commentaires
<p>Savoir que la Terre, vue du Soleil, décrit une trajectoire qui est pratiquement un cercle centré sur celui-ci et que, de même, les trajectoires des planètes autour du Soleil sont assimilables à des cercles centrés sur le Soleil.</p> <p>Savoir que la Lune tourne autour de la Terre.</p> <p>Etre capable de réaliser représentation à l'échelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- des dimensions des planètes ;</li> <li>- des dimensions des orbites.</li> </ul>	<p>Il est inutile et dommageable à ce niveau de scolarité d'expliquer le caractère elliptique des trajectoires des planètes. Inutile car la différence est très faible pour la plupart des planètes. Dommageable car cela conforterait les élèves dans leur conception selon laquelle la distance Terre-Soleil expliquerait les saisons.</p> <p>En revanche, il est nécessaire de réfléchir sur la représentation d'un cercle en perspective de manière à ce que les élèves comprennent les schémas des livres</p>

<p>Savoir qu'il n'est pas possible d'utiliser la même échelle dans les deux cas.</p>	<p>documentaires ou des manuels scolaires qui représentent les trajectoires sous la forme d'une ellipse (il s'agit bien sûr d'un cercle en perspective). Chaque fois que ceci est possible, il faut saisir l'occasion de faire observer le ciel étoilé aux élèves. Le recours à des maquettes et à des documents divers est indispensable, mais vient seulement en complément de l'observation directe des astres.</p> <p>Sans chercher à introduire des compétences exigibles, on n'hésite pas à profiter des questions des élèves et de toute autre occasion pour approfondir tel ou tel sujet.</p> <p>Les exemples donnés ci-dessous ne sont ni obligatoires ni exhaustifs :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- observation de la Lune : phases, position dans le ciel ;</li><li>- éclipses en liaison avec les phénomènes d'ombres ;</li><li>- distinction entre étoiles et planètes ;</li><li>- activités documentaires permettant de prendre connaissance des caractéristiques propres de chaque planète.</li></ul>
--	--

## II. Fiches connaissances

### 1. Points cardinaux et boussole

- Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Le terme « nord » est utilisé pour indiquer le pôle Nord ou le point cardinal, mais on dit aussi que l'on peut perdre le nord ou être déboussolé.

L'expression consacrée « points cardinaux » peut prêter à confusion, dans la mesure où il s'agit en fait de directions.

Le phénomène physique appelé magnétisme n'est pas à confondre avec le supposé magnétisme d'une personne évoqué par les sciences occultes.

Sur une girouette (ou une carte) sont indiqués les quatre points cardinaux, ce qui peut laisser penser que les points est et ouest sont des pôles comme le sont le nord et le sud, ce qui n'est pas le cas.

- Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Les élèves disent parfois que l'aiguille d'une boussole est attirée vers le nord à cause du froid, de la température ou du vent.

Les élèves pensent qu'une boussole permet de savoir où on est et de retrouver son chemin lorsqu'on est perdu, ce qui n'est pas le cas non plus.

Les élèves, jusqu'en cycle 3, éprouvent des difficultés à utiliser d'autres repères que leurs « repères égocentriques » (devant, derrière, à droite, à gauche). Ils cherchent souvent à mémoriser la direction des points cardinaux par rapport à ceux-ci (« le nord est devant ou en haut », « l'ouest à gauche », ...). Lorsqu'ils y parviennent, ils ont tendance à accorder aux points cardinaux un caractère absolu sans se rendre compte que le repérage d'un lieu ne peut être indiqué que par rapport à un autre. Par exemple, ils ont tendance à affirmer que « tel lieu est au nord » au lieu de « tel lieu est au nord de tel autre ». De même, ils éprouvent des difficultés à comprendre que tel lieu, situé par exemple au nord de tel autre, peut en même temps être à l'ouest d'un troisième et au sud d'un quatrième.

- Connaissances

L'aiguille aimantée d'une boussole (éloignée de toute substance magnétique) s'oriente approximativement selon une direction nord-sud, le nord étant en général indiqué par la partie colorée de l'aiguille. La propriété fondamentale de la boussole est que l'aiguille garde une même direction lorsqu'on tourne son boîtier.

La boussole permet de s'orienter même en présence de brouillard. Elle est en revanche perturbée par la proximité d'un orage. Lorsqu'on est perdu, une boussole permet de ne pas tourner en rond et de tenir une direction choisie sur une carte.

Il existe à la surface de la Terre deux pôles (Nord et Sud) et l'axe de rotation de la Terre passe par ces deux pôles. Il n'y a pas de pôle Est ni Ouest.

## 2. Mouvement apparent du Soleil

- Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Le fait de dire que le Soleil « se lève » et « se couche » correspond à une conception anthropomorphe<sup>1</sup> du Soleil.

Dans le langage courant, le mot « jour » signifie aussi bien clarté, jour de la semaine, durée de 24 heures, période pendant laquelle il « fait jour » (et pas nuit). Dans le contexte astronomique, un jour correspond à la durée séparant en un lieu donné deux culminations successives du Soleil.

Cette durée varie un peu au cours de l'année, sa valeur moyenne est de 24 heures. La période pendant laquelle le Soleil reste au-dessus de l'horizon, c'est-à-dire, pratiquement, pendant laquelle il « fait jour » est appelée journée.

Dans le langage courant, le mot « hauteur » désigne une longueur. En revanche, dans le contexte de l'astronomie, la « hauteur » du Soleil (ou d'un autre astre) désigne l'angle que font la direction dans laquelle on peut l'observer à un instant donné d'une part, et le plan horizontal d'autre part. Cela conduit à des expressions comme « le Soleil est haut (ou bas) dans le ciel » dans lesquelles les termes « haut » et « bas » ne désignent pas des longueurs mais des angles. Si l'on n'y prend pas garde, les élèves peuvent assimiler à tort « haut » à « loin » et « bas » à « proche ».

Le mouvement observé du Soleil dans le ciel est qualifié d'apparent, ce qui ne signifie pas qu'il s'agit d'une illusion. Il est tout à fait correct, avec les élèves, d'employer des expressions comme « mouvement du Soleil par rapport à l'horizon ».

- Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Au cycle 3, de nombreux élèves pensent que la durée du jour (qu'ils n'ont pas différencié de la journée) allonge en été et diminue en hiver.

- Connaissances

Chaque jour, les habitants de la Terre constatent que le Soleil apparaît vers l'est, monte dans le ciel, culmine (est au plus haut au-dessus de l'horizon) en passant au-dessus du sud (dans l'hémisphère Nord), redescend et disparaît vers l'ouest (cette affirmation n'est pas vraie dans les régions polaires). En Europe, la trajectoire du Soleil est parcourue de gauche à droite pour un observateur situé face à lui.

La trajectoire apparente du Soleil dans le ciel se modifie au cours des saisons. Aux latitudes de l'Europe, elle est la plus courte au solstice d'hiver (le Soleil se lève alors pratiquement au sud-est et se couche

---

<sup>1</sup> Anthropomorphe : dont la forme rappelle l'homme.

pratiquement au sud-ouest) et la plus longue au solstice d'été (le Soleil se lève pratiquement au nord-est et se couche pratiquement au nord-ouest). Ce n'est qu'aux équinoxes de printemps et d'automne que le Soleil se lève exactement à l'est et se couche exactement à l'ouest (sur un horizon parfaitement horizontal).

Quand il reste longtemps levé et culmine haut dans le ciel, le Soleil chauffe davantage le sol : c'est la saison chaude. A l'inverse, quand les journées sont courtes et que le Soleil reste assez bas, c'est la saison froide. La durée de la journée évolue au fil de l'année. Dans les régions tempérées, elle est la plus courte à la date du solstice d'hiver et la plus longue à la date du solstice d'été. À la date des équinoxes, la durée de la journée (mesurée entre le coucher et le lever du Soleil sur un horizon fictif parfaitement horizontal) est pratiquement égale à 12 heures. Il y a alors égalité entre la durée de la journée et celle de la nuit, c'est l'origine du mot « équinoxe ».

Les dates des solstices et des équinoxes changent légèrement d'une année à l'autre. Dans l'hémisphère Nord, elles se situent autour des dates suivantes : 21 septembre (équinoxe d'automne) ; 21 décembre (solstice d'hiver) ; 21 mars (équinoxe de printemps) ; 21 juin (solstice d'été).

### 3. Rotation de la Terre sur elle-même

- Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Certains ouvrages expliquent que « la rotation de la Terre s'effectue d'ouest en est ». L'expression laisse croire que les points cardinaux permettent de repérer des positions et des mouvements dans l'espace alors qu'ils sont exclusivement des repères terrestres destinés à repérer des positions et des déplacements sur Terre. Le mot « heure » est utilisé pour désigner un moment du temps (« quelle heure est-il ? ») qui peut être qualifié en fonction d'une règle (heure légale, heure d'été), mais également une unité de durée (11/24 du jour).

- Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Certains élèves se représentent le monde suivant le modèle géocentrique, selon lequel la Terre est immobile, le Soleil, et éventuellement les étoiles, tournant autour d'elle en un jour.

D'autres élèves, qui ont eu l'occasion de remettre en cause cette dernière idée, expliquent alors le jour et la nuit par le fait que la Terre « tourne autour du Soleil » (au lieu de « tourne sur elle-même »).

Beaucoup d'élèves croient que le phénomène des saisons est dû au fait que la distance Terre-Soleil varie au cours de l'année (explication incompatible avec l'inversion des saisons entre l'hémisphère Nord et

l'hémisphère Sud), alors que l'explication (qui sort du cadre du programme) réside dans le fait que l'axe de rotation de la Terre est « penché », « incliné » (non perpendiculaire) par rapport au plan contenant sa trajectoire autour du Soleil.

- Connaissances

L'alternance du jour et de la nuit en un lieu de la Terre correspond au passage de ce lieu successivement dans la zone de l'espace éclairée par le Soleil et dans la zone d'ombre portée par la Terre.

La trajectoire « apparente » du Soleil s'effectue de la gauche vers la droite pour un observateur situé face à celui-ci. La rotation de la Terre sur elle-même s'effectue donc de la droite vers la gauche, c'est-à-dire dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, si on la regarde depuis l'espace en un point situé au-dessus du pôle Nord.

#### 4. Système solaire et Univers

- Difficultés provenant des liens avec le vocabulaire courant

Les noms des planètes peuvent avoir été rencontrés dans le cadre de rubriques astrologiques, de même l'expression « être né sous une bonne étoile » peut entretenir la même confusion.

Des œuvres de fiction de qualité variée peuvent avoir familiarisé les élèves avec un vocabulaire mais ne donnent pas de garanties sur le sens qui y est associé.

L'acception du mot « satellite » est souvent limitée à un objet construit par l'homme et non à la Lune, par exemple.

- Difficultés provenant des idées préalables des élèves

Les élèves confondent souvent étoiles et planètes. Ils ne sont pas a priori conscients que le Soleil est une étoile, car celles-ci apparaissent dans le ciel comme des points minuscules très différents de l'aspect du Soleil vu depuis la Terre.

Les élèves pensent souvent que les planètes sont beaucoup plus volumineuses que les étoiles : en effet, ils ont souvent observé des photos de planètes où celles-ci ont une taille importante ; du fait de leur distance considérable, malgré leur taille, les étoiles n'ont pas de surface apparente (aspect d'un disque) ni pour l'œil, ni pour la plupart des télescopes (leur image apparaît comme une tache lumineuse sans aucun détail).

Les élèves attribuent souvent les phases de la Lune à l'ombre portée de la Terre sur la Lune : ils confondent ainsi l'origine des phases avec celle des éclipses de Lune. Parfois, ils expliquent que la surface de la Lune n'est pas totalement visible à cause des nuages.

Le Soleil (ou une étoile) est qualifié de « boule de feu », ce qui laisse penser que sa lumière provient d'une combustion.

Les dimensions dans l'Univers sont toujours très sous-évaluées. Si de nombreux termes sont connus des enfants (étoiles, planètes, galaxies, satellites, comètes...), ils n'ont aucune idée de la structure de l'Univers, ni des distances.

La notion de « haut » et « bas » est liée à la pesanteur terrestre. Dans l'espace, on ne peut s'orienter (navigation des vaisseaux) qu'à partir de la direction des étoiles.

- Connaissances

Le système solaire est constitué en son centre d'une étoile, le Soleil, et de neuf planètes qui gravitent autour de lui sur des trajectoires pratiquement circulaires. Le Soleil est beaucoup plus gros que les planètes (son diamètre est 100 fois plus grand environ que celui de la Terre.) Ces planètes sont au nombre de neuf : les quatre premières à partir du Soleil (Mercure, Vénus, la Terre et Mars) sont de plus petite taille, ce sont des planètes solides, ayant un sol, et relativement proches du Soleil ; les quatre suivantes (Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune) sont des planètes de plus grande taille, gazeuses et nettement plus éloignées du Soleil.

La plupart des planètes ont des satellites, des corps qui gravitent autour d'elles suivant des orbites à peu près circulaires ; la Terre a un seul satellite naturel : la Lune.

Certaines planètes géantes ont des anneaux faits de roches et de glaces ; les plus importants, visibles sans difficulté depuis la Terre dans une lunette ou un télescope, sont ceux de Saturne.

Le système solaire est minuscule à l'échelle de notre Galaxie qui est elle-même minuscule à l'échelle des distances séparant les milliards de galaxies qui peuplent l'univers.

Les étoiles sont des boules de gaz à très haute température qui émettent leur propre lumière. Les planètes gravitent autour du Soleil : les planètes du système solaire ne sont visibles que parce qu'elles sont éclairées par le Soleil. De la même façon, la Lune n'est visible que parce qu'elle est éclairée par le Soleil. Une moitié de la sphère lunaire est toujours éclairée par le Soleil, mais la Lune tournant autour de la Terre, l'observateur terrestre ne voit pas toujours entièrement cette zone éclairée ; il n'en voit qu'une partie, ne présentant pas toujours le même aspect : ce sont les phases de la Lune vues de la Terre.

### III. Exemples d'activités

#### 1. Construction d'un gnomon

Un gnomon est instrument astronomique simple constitué d'une tige verticale plantée dans le sol projetant une ombre sur une surface plane.

C'est le premier instrument utilisé en astronomie. C'est une simple tige verticale (style) plantée sur un plan horizontal. Il est connu depuis la plus haute antiquité (égyptiens, grecs). Le gnomon est l'ancêtre du cadran solaire.



Pour fabriquer un gnomon, planter verticalement, un piquet qui ne dépasse pas un mètre au-dessus du sol.

Les ombres projetées auront des directions et des longueurs significatives. La longueur de l'ombre portée permet de mesurer la hauteur de l'astre.

#### Utilisation possible du gnomon :

- Placer le gnomon à un endroit bien ensoleillé tout au long de la journée.
- Orienter le gnomon à l'aide de la boussole.
- Tracer l'ombre du clou sur la feuille à différents moments de la journée. Si possible d'heure en heure, du lever au coucher du soleil (noter ces heures en heure d'hiver par exemple).
- Relier l'extrémité des ombres.
- Mesurer éventuellement l'angle entre l'ombre du lever et l'ombre du coucher.
- Faire le lien avec la durée d'ensoleillement.

#### 2. Rotation de la Terre

- Niveau : CM
- Objectif

Conduire l'élève à :

- prendre conscience que la Terre tourne sur elle-même ;
- comprendre la notion de modèle explicatif.

- Situation de départ

Préalable : Mesure des durées et Rotondité de la Terre.

L'observation de la variation de l'ombre d'un piquet conduit au problème suivant : pourquoi l'ombre du gnomon varie-t-elle au cours d'une journée ?

Beaucoup d'enfants du CM savent que la Terre tourne sur elle-même, mais, en général, ils n'exploitent pas cette connaissance pour expliquer les variations de l'ombre du gnomon ; ils font plutôt référence au mouvement du Soleil, conditionnés par le langage habituel et l'apparence des phénomènes (le Soleil se lève, se couche, tourne, ...). Il semble donc intéressant de leur demander d'exprimer, individuellement et par écrit, leur propre réponse au problème.

A partir de 9 ans, la mise en commun des idées permet de ne retenir que les deux modèles explicatifs suivants :

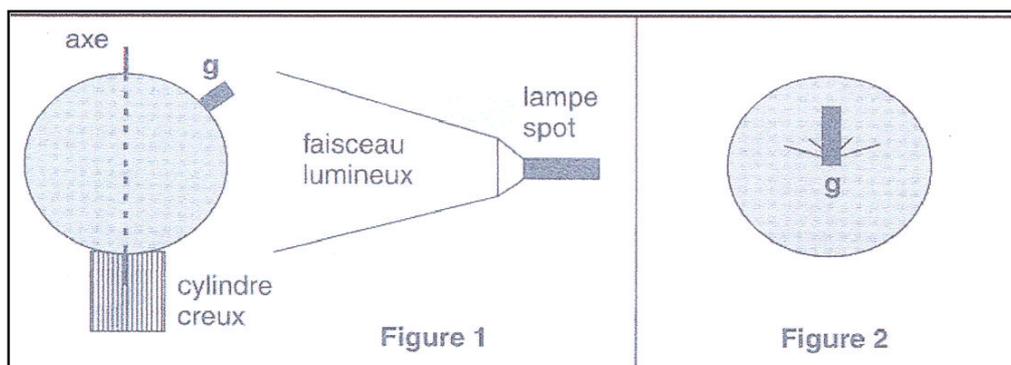
Modèle A : La Terre est immobile et le Soleil tourne autour d'elle.

Modèle B : Le Soleil est immobile et la Terre tourne sur elle-même.

- Activités, méthodes, Savoirs

- Activité

Dans la figure 1, un ballon symbolisant la Terre est posé sur une boîte cylindrique sans couvercle ; il est donc stable et peut tourner sur lui-même autour de son axe. La figure 2 indique ce que verrait un élève situé à la place de la lampe, après le relevé des ombres du gnomon g dans les tests suivants.



Un clou long de 2 cm environ, fixé sur ce ballon à l'aide d'un adhésif, représente le gnomon g. Un projecteur (ou une lampe torche puissante) remplace le Soleil.

- Test du modèle A

Dans une salle obscure, on fait tourner le projecteur autour du ballon. Pour trouver le sens de ce mouvement, il est possible d'imaginer un individu à la place du clou regardant vers le pôle Nord de la Terre. Pour lui, le Soleil se lève à sa droite, c'est-à-dire vers l'est, et l'ouest est alors à sa gauche. Les mots est et ouest sont donc inscrits sur le ballon et le sens du mouvement du Soleil se trouve ainsi déterminé : d'est en ouest.

Lorsque la lampe tourne autour du ballon (au voisinage du plan de l'équateur), l'ombre du clou se déplace et reproduit le phénomène réel observé dans la cour à l'aide du gnomon. Quelques ombres caractéristiques sont alors tracées à la craie sur ce ballon.

- Test du modèle B

La lampe est tenue immobile et l'on fait tourner le ballon sur lui-même dans le sens inverse de celui du Soleil. Si la lampe est bien placée (en restant dans le plan de l'équateur), l'ombre du clou repassera sur celles relevées lors du test précédent.

- Conclusion

Ces tests montrent que les deux modèles expliquent, de façon satisfaisante, les variations de l'ombre du gnomon, mais le premier ne correspond pas à la réalité.

Si une manipulation aussi simple pouvait permettre de choisir entre ces deux explications, les savants de l'Antiquité l'auraient déjà fait. Ceci fait comprendre que l'humanité est restée dans l'erreur pendant plus de vingt siècles, entre Pythagore (VI<sup>ème</sup> siècle av. J.C.) qui a déclaré que la Terre est ronde et immobile, et Copernic (XVI<sup>ème</sup> siècle) qui l'a mise en mouvement. C'est bien la Terre qui tourne sur elle-même.

Remarque : L'élimination du premier modèle peut aussi se faire par la lecture de documents bien choisis ou écrits par le maître.

### 3. Cadran solaire

- Principe de fonctionnement

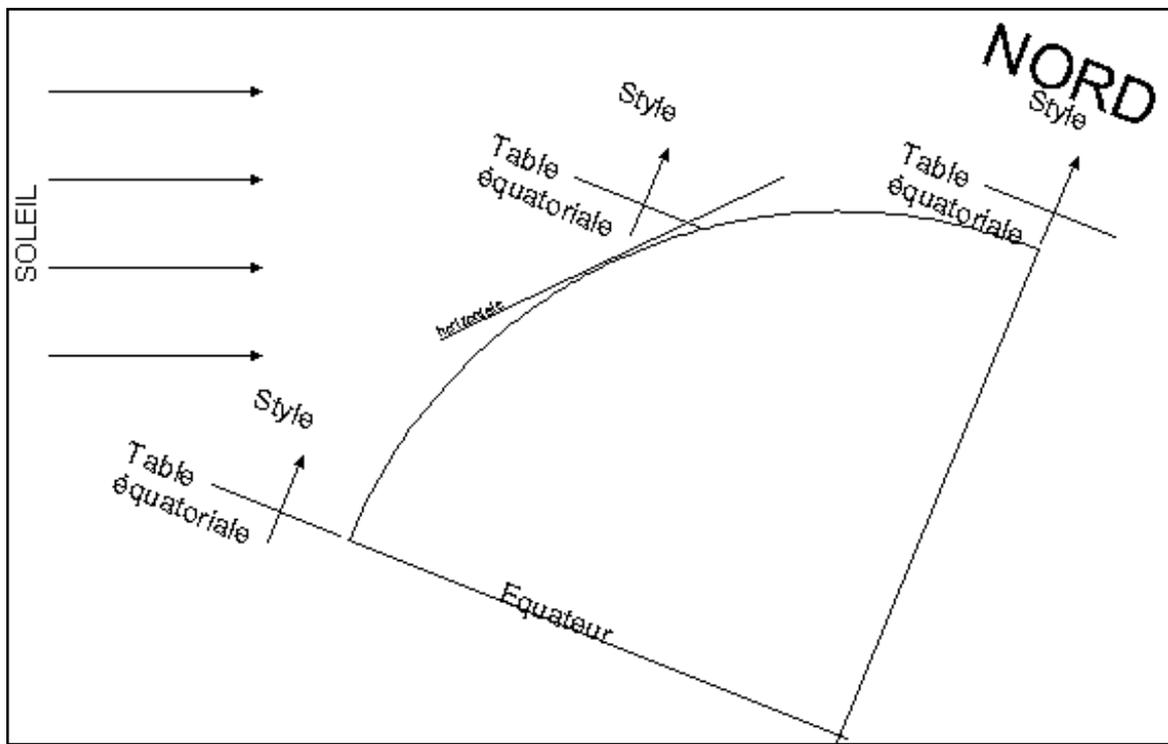
Une tige droite, le style, est dirigée selon l'axe Sud-Nord. On observe son ombre sur une table qui lui est perpendiculaire, appelée table équatoriale, puisqu'elle est alors parallèle au plan de l'équateur.

Le style pivote sur lui-même en 24 heures. Son ombre, opposée au Soleil effectue un tour en 24 heures, soit  $360^\circ/24 = 15^\circ$  par heure.

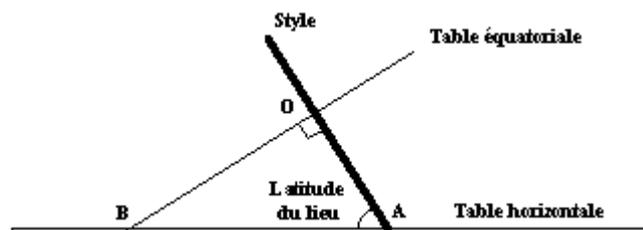
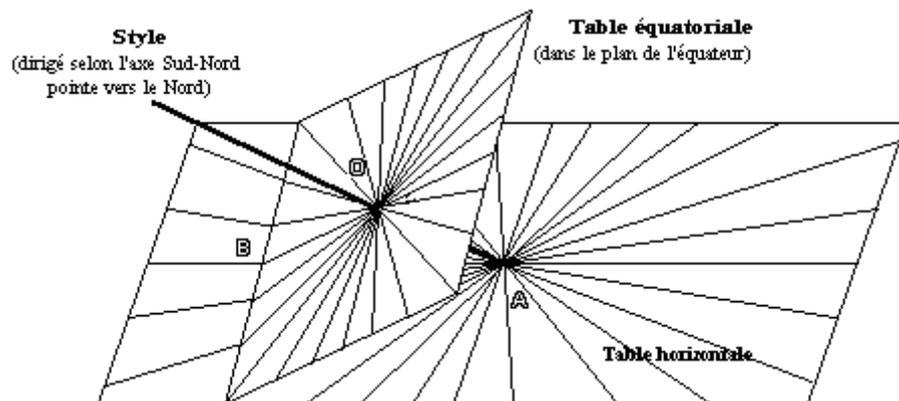
Un premier type de cadran solaire consiste donc en un style traversant une table équatoriale sur laquelle sont tracées tous les  $15^\circ$  les lignes horaires.

Mais, il faut pouvoir poser le cadran sur le sol horizontal. Le style fait alors avec le plan horizontal un angle égal à celui de la latitude du lieu :  $0^\circ$  à l'équateur,  $48^\circ$  à Paris,  $90^\circ$  au pôle.

La table équatoriale est perpendiculaire au style et les lignes horaires font un angle de  $15^\circ$  entre elles. Il faut projeter ces lignes sur le plan horizontal.



- Fabrication



- Matériel

- Bristol ou papier à dessin blanc
- Petite tige métallique : trombone redressé, rayon de vélo...
- A défaut, petite tige de bois : tuteur de jardinier, pique à brochette...
- Papier adhésif

- Outils

- Ciseaux
- Une pince (pour tordre la tige métallique)
- Crayon noir
- Règle
- Rapporteur

- Dimensions

Le triangle OAB est rectangle en O. L'angle OAB doit être égal à la latitude du lieu (48° pour Paris) En utilisant les rapports trigonométriques,  $OB/AB = \sin(\text{latitude})$ .

Soit, pour Paris  $OB/AB = \sin(48^\circ) = 0,743$  et  $OB/OA = \tan(48^\circ) = 1,11$ .

Si on fixe  $OB = 5$  cm, alors  $OA = 4,5$  cm et  $AB = 6,75$  cm.

Pour des cadrans plus grands, multiplier toutes les dimensions par le facteur de proportionnalité.

- Traçage des lignes horaires

Sur la table équatoriale, il suffit de tracer à partir de O des rayons tous les 15° ;  $a = 0^\circ ; 15^\circ ; 30^\circ ; 45^\circ ; 60^\circ ; 75^\circ$  et  $90^\circ$

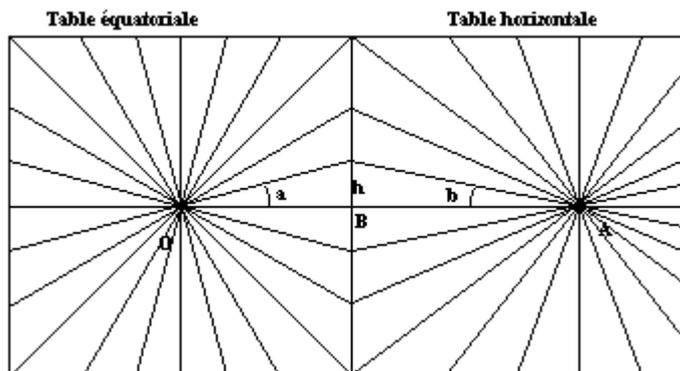
Sur la table horizontale, à Paris, il faut tracer les lignes faisant un angle  $b = 0^\circ ; 11^\circ ; 23^\circ ; 36,6^\circ ; 52^\circ ; 70^\circ ; 90^\circ$

- Explications

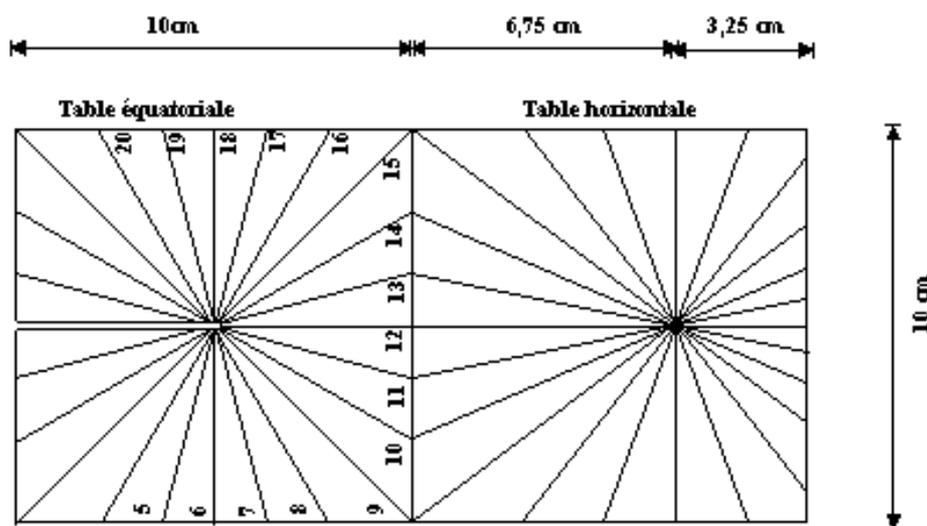
Sur la table horizontale, il faudra projeter ces lignes ; pour cela, on imagine que l'on déplie les deux tables, on obtient alors la figure ci-dessous : Sur la table équatoriale, les angles  $a$  valent successivement  $0^\circ ; 15^\circ ; 30^\circ ; 45^\circ ; 60^\circ ; 75^\circ$  et  $90^\circ$

Un petit calcul montre que  $\tan a = h/OB$  et  $\tan b = h/AB$  donc que  $\tan b = \tan a \cdot OB/AB$ .

Or  $OB/AB = \sin(\text{latitude})$  donc  $\tan b = \tan a \cdot \sin(\text{latitude})$ .

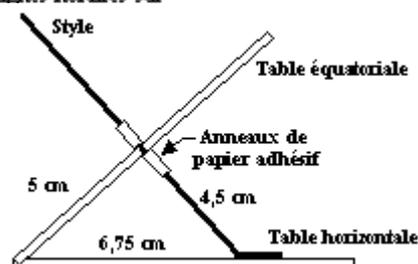


- Montage



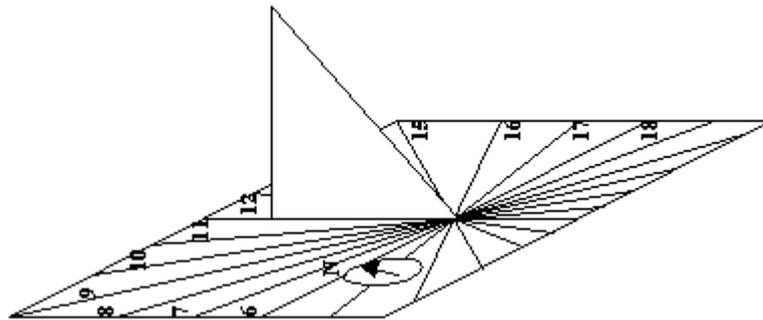
Sur cette table, les angles font tous 15°  
 Recopier ces lignes horaires sur les deux faces d

Les angles pour tracer les lignes horaires à partir de 12 heures font:  
 11°; 23°; 36,6°; 52°; 70°; 90°



- Cadran à triangle

C'est le modèle le plus simple à fabriquer. Il est cependant moins solide que le précédent, et son fonctionnement est plus difficile à comprendre. On supprime la table équatoriale ; il ne reste que la table horizontale. Le style est remplacé par un triangle rectangle dans le plan vertical, dont l'hypoténuse fait un angle avec l'horizontale égal à la latitude du lieu où l'on se trouve.



#### IV. La révolution de la Terre autour du Soleil : une démarche possible au cycle 3

##### 1. Mener des observations au cours d'une année

La trajectoire du Soleil change :

- à une heure donnée, le Soleil est plus haut en juin qu'en décembre,
- le Soleil se lève vers le nord-est et se couche vers le nord-ouest au printemps et en été,
- le Soleil se lève vers le sud est et se couche vers le sud-ouest en automne et en hiver.

La durée des jours et des nuits varie selon les saisons.

##### 2. Mettre en œuvre des activités expérimentales

- Comparer 2 relevés d'ombre faits à des dates différentes.
- Calculer la durée du jour à différentes dates.

##### 3. Emettre des hypothèses

##### 4. Modéliser

Manipuler une maquette (Terre = balle, Soleil = lampe) pour tester les hypothèses.

##### 5. Se documenter

- La date du jour le plus long correspond au solstice d'été, du jour le plus court au solstice d'hiver.
- Les dates où la durée du jour = la durée de la nuit correspondent aux équinoxes.

- En un an, la Terre tourne autour du Soleil. Son axe, incliné par rapport à la perpendiculaire au plan du mouvement garde la même direction (vers l'étoile polaire).
6. Chercher des conséquences au mouvement de révolution de la Terre autour du Soleil
- La succession des saisons.
  - On ne voit pas toujours les mêmes étoiles dans le ciel selon la saison.
  - L'existence des nuits polaires au delà du cercle polaire.

## V. La Lune : une démarche possible au cycle 3

### 1. Mener des observations au cours d'une lunaison

- La forme de la Lune change : elle présente différentes phases.
- L'heure à laquelle on peut voir la Lune varie selon la phase.

### 2. Mettre en œuvre des activités expérimentales

- Evaluer la durée d'une lunaison (à partir d'observations).
- Exploiter les données d'un calendrier

### 3. Emettre des hypothèses

### 4. Modéliser

Manipuler une maquette (Lune = balle, Soleil = lampe) pour tester les hypothèses.

### 5. Se documenter

- La Lune est l'unique satellite naturel de la Terre.
- Elle n'émet pas de lumière par elle-même, elle réfléchit la lumière du Soleil.

### 6. Chercher des conséquences au mouvement de révolution de la Lune autour de la Terre

- Les éclipses.
- Les marées.

## VI. Construire une boussole simple

**Matériels nécessaires****Matériaux :**

- une aiguille ou une épingle
- une plaque fine de polystyrène
- de la colle ou un petit morceau de scotch
- un bol avec de l'eau

**Outils :**

- un aimant aux pôles identifiés
- un compas
- des ciseaux
- un feutre

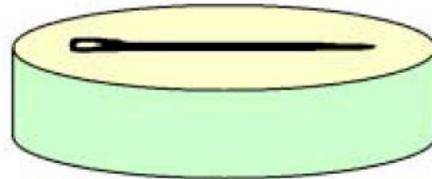
**Déroulement**

Tracer un cercle d'environ 5 cm de diamètre sur la plaque de polystyrène.

Découper le disque avec les ciseaux.

Aimanter la tête de l'aiguille en la frottant longuement contre le pôle sud de l'aimant.

Poser l'aiguille au centre du disque et la faire tenir avec un petit bout de scotch.



Ecrire N pour « Nord » au-dessus de la tête de l'aiguille.

Remplir un bol d'eau et poser l'ensemble sur l'eau.

La tête de l'aiguille doit se stabiliser en direction du nord.

Vérifier avec une autre boussole.

