

Module de formation à destination des équipes

Ciel et Terre : La rotation de la Terre sur elle-même

Enseignement des sciences
et de la technologie
à l'école primaire

Cycle 3

Attendus en termes de programme et acquisitions préalables

➤ **Programmes du cycle 3 (BO hors-série n° 3 du 19 juin 2008)**

Le ciel et la Terre

Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du Soleil, la rotation de la Terre sur elle-même ; la durée du jour et son changement au cours des saisons.

➤ **Socle commun, compétence 3**

Grilles de références pour l'évaluation et la validation au palier 2 (janvier 2011)

L'élève est capable de rendre compte de la rotation de la Terre sur elle-même et autour du soleil (sens et axe de rotation), du mouvement de la Lune autour de la Terre. Il est capable d'expliquer le cycle jour / nuit, la durée du jour et son évolution au cours des saisons en s'appuyant sur les schémas qu'il a produits ou les schémas non légendés qui lui sont fournis.

➤ **Progressions pour le cours élémentaire deuxième année et le cours moyen – Sciences expérimentales et technologie (janvier 2012)**

Cours élémentaire deuxième année	Cours moyen première année	Cours moyen deuxième année
<p>Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du Soleil</p> <ul style="list-style-type: none"> Mettre en lien l'évolution de la durée du jour au cours de l'année et les saisons. Définir les termes équinoxes, solstices. Savoir que le Soleil est une étoile, centre d'un système solaire constitué de planètes dont la Terre. Différencier étoile et planète, planète et satellite (exemple : la Lune, satellite naturel de la Terre). 	<p>Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du soleil</p> <ul style="list-style-type: none"> Repérer et comprendre le mouvement apparent du soleil au cours d'une journée et son évolution au cours de l'année. Connaître le sens et la durée de rotation de la Terre sur elle-même. Savoir interpréter le mouvement apparent du Soleil par une modélisation. Connaître la contribution de Copernic et Galilée à l'évolution des idées en astronomie. 	<p>Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du soleil</p> <ul style="list-style-type: none"> Différencier les planètes du système solaire (caractéristiques, ordres de grandeur)
<p>Vocabulaire : saison, planète, étoile, système solaire, satellite naturel, rotation, révolution.</p>	<p>Vocabulaire : solstice, équinoxe, sens et axe de rotation, inclinaison, points cardinaux.</p>	<p>Vocabulaire : planète gazeuse / rocheuse.</p>

Les préalables

- Connaître les conditions d'obtention d'une ombre
- Connaître les points cardinaux
- Structuration du temps
 - connaître les unités de mesure du temps
- Structuration de l'espace :
 - situer un objet par rapport à soi et par rapport à ce qui est observé
 - savoir lire des cartes

Les liens avec les autres disciplines, les autres notions liées

Histoire : Travail à mener en liaison avec l'histoire et particulièrement l'histoire des idées sur le système solaire (géocentrisme, héliocentrisme / Ptolémée, Copernic et Galilée).

Géographie : Lire une carte (S'orienter sur une carte, localiser des lieux les uns par rapport aux autres, prélever des informations.)

Mathématiques : Connaître et utiliser les unités usuelles de mesure de temps et de durées

Français : Rédiger des écrits scientifiques

Littérature : Romans « *Le petit prince* » A de St-Exupéry ou « *Le Tour du monde en 80 jours* » de Jules Verne

Représentations et obstacles

👉 Du côté des élèves

Les obstacles sont dus à des aspects finalistes persistants (c'est fait pour...) voir animistes (liées au mouvement), à des problèmes de situation dans l'espace (latéralisation) et dans le temps (alternance des jours et des nuits, confusion jour/ journée, à des difficultés de décentration (la position de l'observateur conditionnant l'interprétation de l'observation). Les obstacles sont également inhérents à la modélisation.

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 »).

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 (1/24 du jour).
- 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.

Connaissances des enseignants et trace écrite des élèves

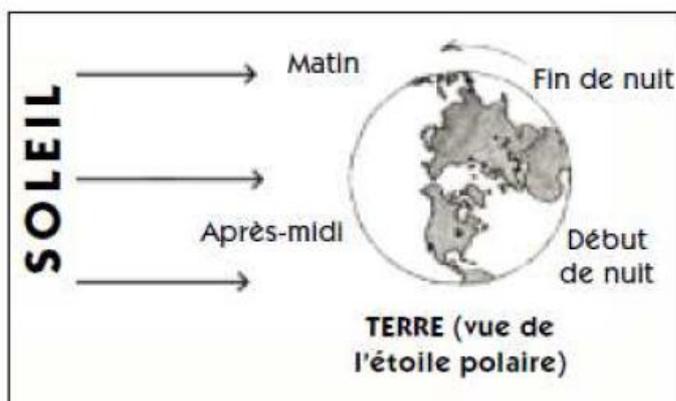
↳ Connaissance des enseignants

Quelques écueils à éviter lors des observations et des manipulations

Lors de la réalisation ou de l'utilisation d'une maquette du système Soleil-Terre, il convient d'insister sur le fait que les proportions ne sont pas respectées. De même, l'utilisation presque inévitable d'une source lumineuse directive (projecteur, spot...) pour représenter le Soleil ne doit pas faire perdre de vue aux élèves que celui-ci rayonne également dans toutes les directions.

Des 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, comme l'indique la représentation simplifiée suivante :



Pour en savoir plus

Il peut être utile de faire appel à l'histoire des sciences : passage d'une conception où la Terre était le centre du monde au modèle de Copernic (qui met le Soleil au centre et possède une plus grande portée explicative) ; rôle de Galilée dans cette évolution vers une conception où le mouvement du Soleil est qualifié d'apparent. Aucune expérience ou observation adaptée à l'école ne permet de prouver que la Terre tourne sur elle-même. Cependant, en fin d'école primaire, les élèves ne doivent pas l'ignorer. L'enseignant devra donc leur indiquer (directement ou en prévoyant des activités documentaires).

La durée de la rotation de la Terre sur elle-même

Le mouvement du Soleil que l'on observe dans le ciel s'explique par le fait que la Terre tourne sur elle-même autour de l'axe des pôles (rotation). Par rapport au Soleil, cette rotation s'effectue en un jour. Par rapport aux étoiles, et non plus par rapport au Soleil, la Terre fait un tour sur elle-même en un peu moins d'un jour (environ 23 heures et 56 minutes). Cela tient à ce qu'en un jour, la Terre s'est légèrement déplacée dans son mouvement de révolution autour du Soleil.

Le site LAMAP propose des connaissances complémentaires et des animations sur ce sujet.

http://www.lamap.fr/?Page_Id=16&Action=1&Element_Id=352&DomainScienceType_Id=2&Referrer_Id=1053

Les fuseaux horaires

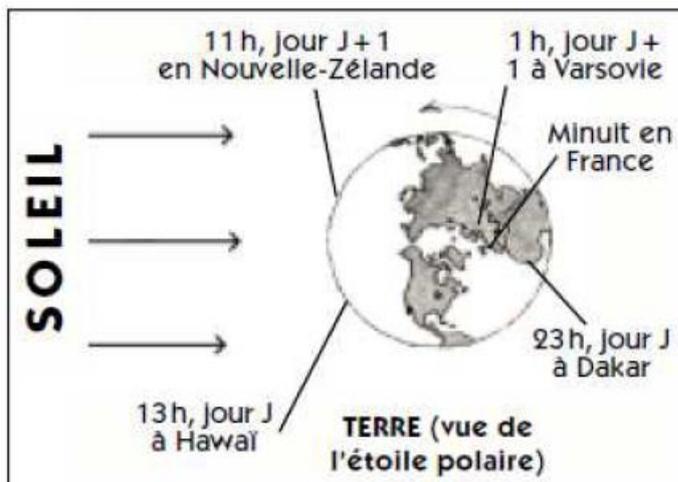
Ils ont été imaginés pour assurer un repérage de l'heure valide (en un lieu donné, le «midi » des horloges doit correspondre approximativement au moment où le Soleil est à sa culmination) et un certain côté pratique (le repérage de l'heure doit être partout fondé sur les mêmes principes et permettre ainsi les échanges).

La Terre est donc fictivement découpée en 24 fuseaux horaires. La limite entre deux fuseaux suit un méridien. Lors du passage d'un fuseau à un autre, l'heure augmente, arbitrairement mais de façon cohérente, d'une unité en allant vers l'est et diminue d'une unité en allant vers l'ouest¹. De plus, un pays impose avec encore plus d'arbitraire la même heure (heure légale d'été, d'hiver) dans toute une région, voire dans tout un pays s'il n'est pas trop étendu comme c'est le cas par exemple de la France métropolitaine. Ainsi deux lieux situés dans le même fuseau horaire mais dans des pays différents peuvent-ils avoir des heures légales différentes.

La ligne de changement de date

Tout comme l'heure, la date ne peut pas être identique au même instant en tout lieu de la Terre. En un lieu donné, en France par exemple, la date change à minuit (24 h du jour J et 0 h du jour J+1).

À ce moment (voir figure ci-dessous), il est déjà 1 h du matin du jour J+1 à Varsovie et encore 23 h du jour J à Dakar. En poursuivant cet examen des fuseaux horaires vers l'est, puis vers l'ouest, on voit qu'il est déjà 11 h du jour J+1 en Nouvelle-Zélande et encore 13 h du jour J à Hawaï. On constate qu'il est inévitable d'avoir sur Terre des régions voisines pour lesquelles la date n'est pas identique. Il a été convenu de façon internationale de tracer une ligne fictive, dite «ligne de changement de date », qui va du pôle Nord au pôle Sud à travers l'océan Pacifique, c'est-à-dire en passant par des régions inhabitées.



Il y a ainsi deux façons de changer de date : d'une part en restant « chez soi » et en attendant qu'il soit minuit ; d'autre part en franchissant la ligne de changement de date. Dans ce dernier cas, lors de son franchissement vers l'est, la date diminue d'une unité (voir *Le Tour du monde en 80 jours* de Jules Verne ou *L'Île du jour d'avant* d'Umberto Eco), lors de son franchissement vers l'ouest, elle augmente d'une unité.

L'heure solaire, l'heure légale

Celle qui est indiquée par un cadran solaire porte le nom «d'heure solaire vraie ». Pour passer à l'heure légale (indiquée par nos montres), il y a lieu d'opérer plusieurs corrections.

a- Ajouter une heure (horaire d'hiver) ou deux heures (horaire d'été).

b- Tenir compte du décalage en longitude entre le lieu où est installé le cadran et le méridien origine de Greenwich.

c- Opérer une troisième correction, donnée par des tables ou des courbes dans les documents spécialisés, dont le rôle est de compenser les variations régulières de la trajectoire apparente du Soleil. Ainsi, le passage de l'heure solaire à l'heure légale est-il une opération compliquée qui ne se réduit pas, contrairement à une idée répandue, à la correction légale d'une heure (en horaire d'hiver) ou de deux heures (en horaire d'été). En particulier, lors de l'étude de la variation de l'ombre d'un gnomon, il ne faut pas s'attendre à obtenir l'ombre la plus courte à 13 h (horaire d'hiver) ou à 14h (horaire d'été). En revanche, il est juste de dire qu'il est «midi solaire» à cet instant.

↪ Traces écrites des élèvesExemple de traces écrites au **CM1**

- *Journées et nuits se succèdent en un même lieu car la Terre tourne sur elle-même autour d'un axe de rotation (Axe des pôles). Lorsque ce lieu passe dans la zone éclairée par le soleil, il y fait jour. Lorsqu'il passe dans la zone d'ombre de la Terre, il y fait nuit.*
- *La Terre réalise un tour complet en un jour (24 heures).*
- *La rotation de la Terre se fait dans le sens inverse des aiguilles de la montre si on la regarde depuis l'espace en un point situé au-dessus du pôle Nord,.*
- *C'est Nicolas Copernic qui, au début de la Renaissance, a découvert cette rotation. Le « système Copernic » a mis longtemps à s'imposer. Galilée en a été un grand défenseur.*

Vocabulaire : Rotation / axe de rotation-axe des pôles / Jour-journée

Situations de départ, propositions d'activités et de séquence

👉 **Objectifs**

- À partir d'une modélisation matérielle élémentaire du système Terre-Soleil, 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.
- Savoir que la Terre tourne sur elle-même d'un tour en vingt-quatre heures.
- Être capable de retrouver le sens de rotation de la Terre sur elle-même.
- Connaître la contribution de Copernic et Galilée dans l'évolution des idées en astronomie.
- Pratiquer une démarche d'investigation :
 - Savoir observer, questionner ;
 - Manipuler et expérimenter, formuler une hypothèse et la tester, argumenter ;
 - Mettre à l'essai plusieurs pistes de solutions ;
 - Exprimer et exploiter les résultats d'une recherche en utilisant un vocabulaire scientifique à l'écrit et à l'oral.

👉 **Les investigations possibles**

1- Les questionnements:

La situation de départ

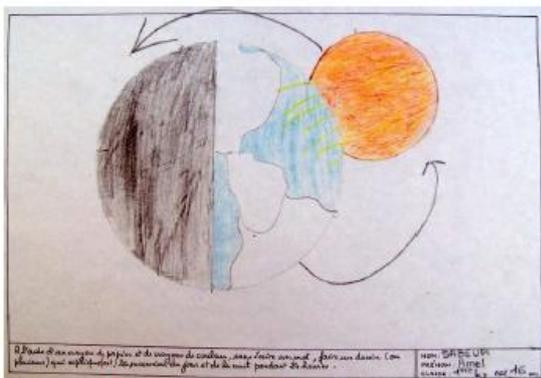
Elle est induite par les observations des élèves (alternance jour/nuit), des émissions de télévision (transmission en direct de rencontres sportives), des thèmes d'actualité, des lectures comme par exemple « Le petit prince » de A. De St-Exupéry (chapitre XIV), des sujets d'étude liés à d'autres domaines disciplinaires (Histoires / Ptolémée, Copernic et Galilée) ou même un rappel des connaissances acquises précédemment (L'étude du mouvement apparent du soleil, l'évolution de l'ombre d'un piquet vertical au fil de la journée peuvent faire émerger des questions liées à la rotation de la Terre sur elle-même).

La question scientifique

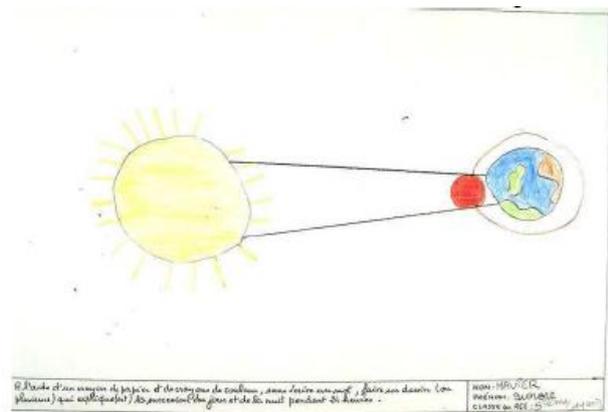
L'émergence des représentations initiales et la confrontation des idées des élèves doivent aboutir à la formulation d'une première question scientifique :

Comment peut-on expliquer l'alternance Journée/nuit en un même lieu?

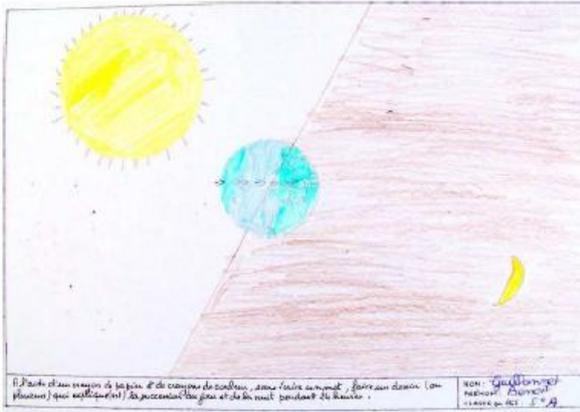
Le recueil des conceptions initiales se fait de façon individuelle par écrit (texte, dessin ou schématisation). Voici quelques représentations possibles :



Le soleil tourne autour de la Terre



La lune crée une zone d'ombre (la nuit) sur la Terre



La Terre tourne sur elle-même

Des élèves peuvent également donner l'explication suivante : La Terre tourne autour du soleil sans tourner sur elle-même. La présentation et la confrontation des différentes idées mènent la classe à sélectionner plusieurs hypothèses explicatives qui seront soumises à investigation :

- Hypothèse 1 : Le Soleil tourne autour de la Terre en une journée
- Hypothèse 2 : La Terre tourne autour du Soleil en une journée sans tourner sur elle-même
- Hypothèse 3 : La Terre tourne sur elle-même

2- L'investigation :

Deux modalités d'investigation sont envisageables : La modélisation et la recherche documentaire.

Premier temps : la modélisation

Les élèves élaborent un protocole expérimental qui permet de répondre à la question posée.

Deux axes de travail sont envisageables :

- Modélisation avec un globe ou tout objet sphérique représentant La Terre
- Modélisation avec une ronde d'enfants

Exemple de modélisation avec une ronde d'enfants :

- Première hypothèse : Le Soleil tourne autour de la Terre en une journée.
La ronde d'enfants représente la Terre. Le Soleil (un enfant porteur d'une source lumineuse) tourne autour.
- Deuxième hypothèse : La Terre tourne autour du Soleil en une journée sans tourner sur elle-même.
L'enfant représentant le soleil est fixe. C'est la ronde qui représente la Terre qui tourne autour. La ronde ne tourne pas sur elle-même.
- Troisième hypothèse : La Terre tourne sur elle-même.
L'enfant qui représente le Soleil ne bouge pas, la ronde « Terre » tourne sur elle-même.

Exemple de modélisation avec du matériel :

Les trois hypothèses précédentes sont mises à l'épreuve à partir de matériel à disposition : lampe de poche, globe (ou boule de polystyrène percée d'une brochette en bois représentant l'axe de rotation), gommettes ou punaises qui permettent des repérages de lieux précis sur la sphère.

Le maître précise aux élèves le rôle de la maquette et la manière dont on l'utilise. C'est un outil qui leur permet de raisonner. La boule représente la Terre, la lampe représente le Soleil. Toute observation sur la maquette peut se traduire par un phénomène dans la réalité.

Par exemple, si le point repérant Paris est dans la zone éclairée, cela se traduit dans la réalité par la proposition « Il fait jour à Paris »; réciproquement, si le point repérant Pékin est dans l'ombre, cela se traduit par « Il fait nuit à Pékin ». On ne s'occupe pas dans cette séquence de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre.

Présentation des résultats :

Les trois hypothèses mises à l'épreuve par chaque groupe d'élèves sont plausibles. On ne peut pas démontrer en classe que seule la troisième est valable. C'est la recherche documentaire qui va la valider.

Deuxième temps : La recherche documentaire :

Les élèves peuvent être troublés. Il est alors intéressant de revenir sur l'histoire des sciences et expliquer que pendant longtemps, les hommes ont pensé que le Soleil tournait autour de la Terre (Ptolémée). Il aurait fallu attendre Copernic puis Galilée pour envisager avec beaucoup de difficulté un autre modèle explicatif.

En lien avec l'histoire, ces différents personnages vont être présentés et situés dans leur contexte historique, les idées qu'ils défendaient seront étudiées. Des liens doivent être effectués avec les hypothèses retenues par la classe.

La recherche documentaire peut donc porter sur plusieurs sujets :

- Sujets en histoire :
 - Le modèle explicatif de Ptolémée
 - Le modèle explicatif de Copernic
 - Les apports de Galilée
- Sujet en sciences :
 - L'alternance journées/nuits

3- La structuration des savoirs

Après avoir présenté les résultats des différentes recherches, la classe conclut qu'être dans la nuit, c'est être dans l'ombre de la Terre, que le soleil ne disparaît pas, qu'il est fixe et que c'est la Terre qui tourne sur elle-même en 24 heures autour d'un axe de rotation (axes des pôles). Les rôles de Copernic et de Galilée sont précisés.

Une trace écrite est réalisée collectivement. Elle fait également apparaître la démarche d'investigation suivie : la question scientifique de départ, les hypothèses, la modélisation, la recherche documentaire et le résultat des différentes recherches. L'enseignant propose quelques manipulations supplémentaires afin de faire acquérir les savoirs visés. Il privilégie l'une ou l'autre des deux modélisations présentées ci-dessus.

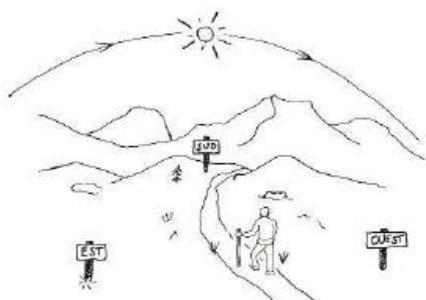
Un nouveau questionnement va alors émerger : quel est le sens de rotation de la Terre ?

4- Nouveau questionnement scientifique : Quel est le sens de rotation de la Terre ?

Objectif :

- Être capable de retrouver le sens de rotation de la Terre sur elle-même connaissant le mouvement journalier du Soleil relativement à l'horizon

Connaissances pour l'enseignant :



Depuis l'Europe, le personnage voit le Soleil se déplacer de l'Est vers l'Ouest



Depuis le voisinage du Soleil, un spationaute verra la Terre tourner sur elle-même d'Ouest en Est.

Attention, il n'existe pas pour la Terre un « Est » et un « Ouest » comme il existe un pôle nord et un pôle sud. Les points cardinaux sont définis seulement dans le plan horizontal local.

L'enseignant rappelle les conclusions de la dernière séance, la question en suspens et les deux sens de rotation possibles. Il est préférable, à ce stade, de laisser la question ouverte, sans indiquer aux élèves que la solution se trouve dans le mouvement apparent du Soleil. Il sera toujours temps de les aider un peu plus tard, s'ils ne font pas eux-mêmes cette corrélation.

5- Nouvelle investigation

Par petits groupes, les élèves cherchent. Ils peuvent s'aider de leur maquette ou reconstituer la ronde d'enfants. L'enseignant circule et veille à ce que les tâtonnements infructueux ne durent pas trop longtemps. Il fournit l'aide évoquée ci-dessus lorsqu'il l'estime nécessaire.

La contrainte suivante est rappelée : « Il faut faire en sorte que sur la boule qui représente la Terre, ou sur la ronde, le Soleil apparaisse à l'est au petit matin et disparaisse le soir à l'ouest ».



Présentation des résultats

Le maître dirige les échanges entre les différents groupes et valide la solution. Il aide à la compréhension en formulant ou en faisant formuler les raisonnements : « Si je me tiens debout sur la Terre, en Europe, et regarde le Soleil, il va, au cours de la journée, de l'Est vers l'Ouest, de ma gauche vers la droite. Si maintenant je m'imagine au voisinage du Soleil, regardant la France métropolitaine, je vois la Bretagne se déplacer vers l'endroit où était Paris, c'est-à-dire d'Ouest en Est. »

Il invite les élèves à réfléchir sur le problème général du mouvement relatif en évoquant des expériences qu'ils ont peut-être eues : train qui démarre en douceur et qui laisse croire que c'est le paysage qui se déplace dans l'autre sens ou ascenseur. Sans insister outre mesure, la conclusion suivante peut être tirée : on peut être en mouvement relatif et ne pas le percevoir.

Il est également possible de construire la maquette reproduite ci-contre (le disque représentant la Terre est mobile autour d'une attache parisienne, il peut être de grande taille pour faciliter l'observation par les élèves) puis de la faire fonctionner, toujours à partir de la question de départ : Quel est le sens de rotation de la Terre ?



La Terre est regardée depuis l'espace en un point situé au-dessus du pôle Nord. Cette modélisation évite de parler d'est et d'ouest. Elle introduit la formulation « Rotation dans le sens inverse des aiguilles de la montre ».

6- La structuration des savoirs

L'enseignant aide à conclure : « Nous avons établi que c'est la Terre qui tourne sur elle-même, elle le fait d'Ouest en Est, dans le sens inverse des aiguilles de la montre ».

Les élèves complètent la synthèse élaborée précédemment. L'animation proposée par la faculté de sciences de Nantes permet de visualiser le phénomène étudié au cours de ce module. Elle est présentée et expliquée aux élèves. (Pour que la droite qui sépare ombre et lumière soit verticale, sélectionner la date du 21 mars)

http://www.sciences.univnantes.fr/sites/genevieve_tulloue/Soleil/Mouvement/ensoleillement.html

Prolongements possibles :

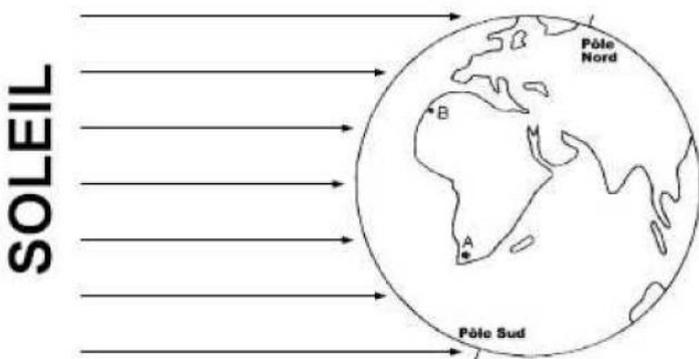
Il est envisageable de compléter le modèle en étudiant de nouvelles questions :

- Comment expliquer le décalage horaire ?
- Comment expliquer le mouvement des étoiles dans le ciel la nuit ?

Une proposition d'évaluation

Exercice 1:

Observe ce dessin de la Terre.



Colorie en gris la partie où il fait nuit.

Fais une flèche qui indique dans quel sens tourne la Terre.

Laquelle des 2 villes A ou B sera la première dans la nuit ?

.....
 .

Exercice 2:

Réponds aux questions suivantes en faisant des phrases.

1- Comment peut-on expliquer l'alternance des journées et des nuits en un même lieu?

.....

2-En combien de temps la Terre effectue-t-elle un tour complet sur elle-même ?

.....

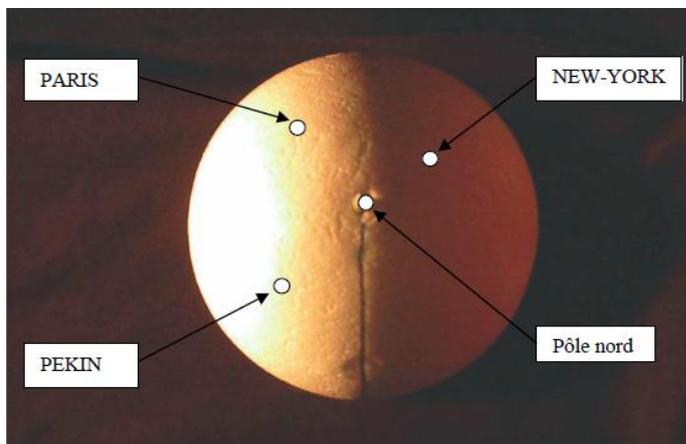
3- Dans quel sens s'effectue la rotation de la Terre sur elle-même ?

.....

Exercice 3

Observe bien cette photographie. L'orange représente la Terre vu de l'espace. On se situe au-dessus du pôle nord. Trois villes sont représentées : Paris, New-York et Pékin.

Indique, pour chacune des 3 villes, si on est le matin, le midi, l'après-midi ou la nuit



A Paris, c'est

.....

A Pékin, c'est

.....

A New-York, c'est

.....

.Sources principales :

- Fiches connaissance n°18,19 et 20, cycle 2 et 3 – Documents d'application des programmes MJENR/DESCO, CNDP (octobre 2002)
- Enseigner les sciences à l'école cycle 3 – Documents d'application des programmes MJENR/DESCO, CNDP (octobre 2002)
- Les sciences à l'école, recueil n°2 – Documents pour l'accompagnement et la formation des enseignants, Groupe de Recherche Action des maîtres animateurs en sciences de Loire Atlantique (2001-2004)
- Fiches pédagogiques du CLEA (05/1991)