

Soleil, éclipses et phénomènes astronomiques

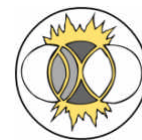
**Dossier subventionné par le Ministère des Transports, de la Mobilité et de l'Énergie
de la Région Wallonne (Belgique)**

Avec la collaboration du Secteur de l'environnement
de l'Enseignement primaire du canton de Genève (Suisse)

Mai 2003

Table des matières

NOTICE THEORIQUE	3
Nuit polaire et saisons	3
Les cycle astronomiques	4
Les aurores polaires	5
Les éclipses de soleil.....	6
NOTICE DIDACTIQUE	7
OBJECTIFS	7
PROPOSITION D'ACTIVITES	8
Dossier « expériences en sciences de la Terre »	8
Questions de recherche et pistes de travail	8
EXEMPLE DE SEQUENCE D'ENSEIGNEMENT/APPRENTISSAGE.....	10
Le mouvement apparent du soleil	10
1. Situation de départ (30 min.)	10
2. Récolte des représentations (45 min.).....	10
3. Mise en place d'une méthode de recherche (30 min.)	10
4. Phase expérimentale (8 x 5 min.)	10
5. Exploitation du relevé (90 min.).....	10
6. Analyse (90 min.).....	11
7. Prolongement (90 min.).....	11
RESSOURCES	12
Sites WEB.....	12
Bibliographie	12
Moyens d'enseignement	12



Notice théorique

Nuit polaire et saisons

La Terre est animée de deux mouvements simultanés : elle tourne sur elle-même et elle tourne autour du soleil.

La Terre tourne sur elle-même avec un axe de rotation légèrement incliné par rapport à la verticale. La rotation s'effectue en 23 h 56 min. 4 s., c'est le « *jour sidéral* », mais on considère comme égal à 24 h le jour solaire moyen. Sur Terre, cette rotation provoque une alternance entre le jour et la nuit, et donne au soleil un mouvement apparent d'Est en Ouest.

La Terre tourne autour du soleil en 365,25 jours, c'est « *l'année sidérale* », sur une ligne imaginaire appelée orbite. Sa révolution a la forme d'une ellipse et le plan de l'orbite est appelé « *plan de l'écliptique* ».

La distance entre le soleil et la Terre n'est pas constante, elle varie de 147 100 000 km (« *périhélie* » le 2 janvier) à 152 100 000 km (« *aphélie* » le 5 juillet).

On appelle « *obliquité de l'écliptique* », l'angle d'inclinaison de $23^{\circ} 26'$ entre l'axe de rotation de la Terre et la verticale par rapport au plan de l'orbite de la Terre.

Cette inclinaison est à l'origine de la variation de la durée du jour et de la nuit au cours de l'année. Elle est donc aussi responsable de l'existence des saisons.

S'il n'y avait pas d'angle d'inclinaison, il n'y aurait pas de saisons et les jours et les nuits auraient toujours une durée de 12 h.

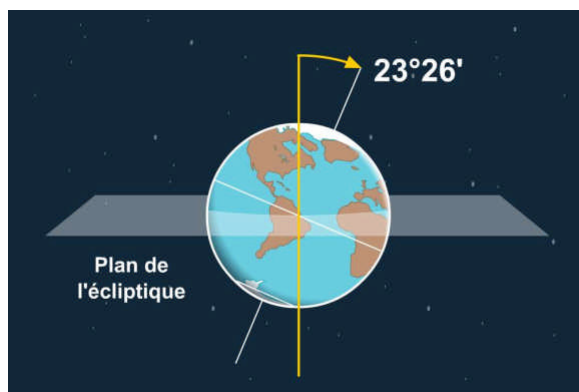


Figure 1 – Ecliptique¹

Les 21 décembre et 21 juin sont les deux jours de l'année où l'axe incliné de rotation de la Terre est le plus dirigé vers le soleil.

Dans l'hémisphère Nord, le 21 juin (« *solstice d'été* ») correspond donc au jour le plus long de l'année tandis que le 21 décembre (« *solstice d'hiver* ») correspond au jour le plus court. Dans l'hémisphère Sud, c'est le contraire, les saisons sont donc inversées entre les deux hémisphères.

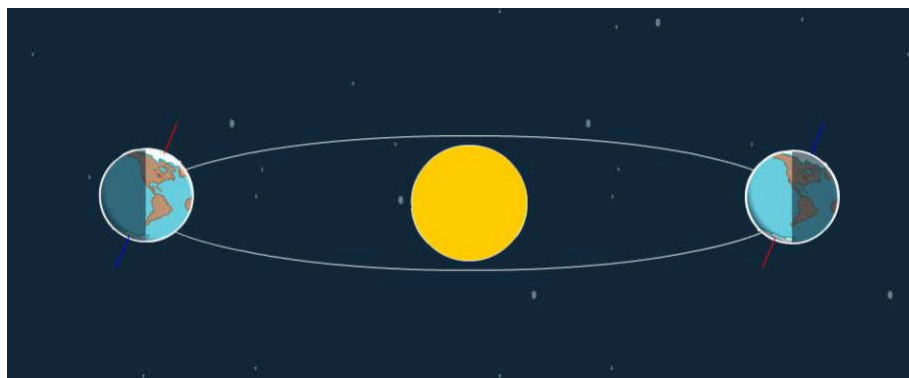
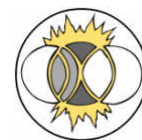


Figure 2 – Solstices

¹ Toutes les illustrations de ce dossier sont tirées des animations du site Educapoles : www.educapoles.org



Pour les régions polaires, l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre a une conséquence bien connue : le soleil de minuit et la nuit polaire.

En effet, cette inclinaison conserve pendant 6 mois alternativement un des deux pôles tout le temps dirigé vers le soleil. Malgré la rotation de la Terre il y fait donc toujours jour, alors que l'autre pôle est plongé dans la nuit continue.

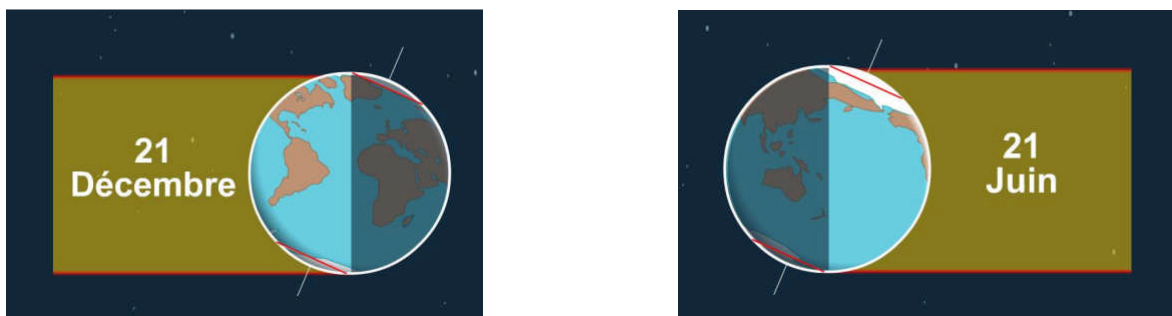


Figure 3 – Extension maximale des zones éclairées ou dans l'obscurité 24 h/24.

L'extension des zones soit éclairées, soit dans l'obscurité 24 heures sur 24, est maximale aux solstices, les rayons du soleil qui frôlent la Terre y dessinent alors les « cercles polaires ».



Figure 4 – Cercle polaire arctique.



Figure 5 – Cercle polaire antarctique.

Le « cercle polaire arctique » ($66^{\circ} 33'$ Nord), est ainsi un cercle au-delà duquel le soleil ne se couche pas le 21 juin et ne se lève pas le 21 décembre.

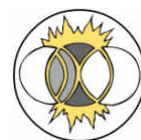
Au pôle lui-même, le soleil reste visible durant les 6 mois de l'été arctique. Plus on se rapproche du cercle arctique, plus la période de *soleil de minuit* est courte.

De même au Sud, le « cercle polaire antarctique » ($66^{\circ} 33'$ Sud), est un cercle au-delà duquel le soleil ne se lève pas le 21 juin et ne se couche pas le 21 décembre.

Les cycle astronomiques

La mécanique astronomique de la Terre n'est pas figée, elle suit des cycles de périodes différentes, dus aux attractions des autres planètes du système solaire.

Ces cycles expliquent en partie la succession sur Terre de périodes glaciaires et de périodes plus chaudes :



- La variation de l'excentricité de l'orbite terrestre autour du soleil : période de 100 000 ans.
- La variation de l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre : période de 40 000 ans.
- La variation de la « *précession* », c'est à dire le changement de la direction de l'axe de rotation de la Terre : période 20 000 ans.

(Voir les animations du site Educapoles : www.educapoles.org)

Les aurores polaires

La Terre se comporte comme un aimant bipolaire dont l'axe serait incliné de 11° par rapport à l'axe de rotation terrestre.

Les points où l'axe de l'aimant sortirait de l'écorce terrestre constituent les « *pôles magnétiques* ». Ces pôles sont distincts des pôles géographiques et ils se déplacent d'environ 8 km par an, c'est la variation séculaire. Ainsi, le pôle Sud magnétique est situé actuellement à 2800 km du pôle Sud géographique, au large de la Terre Adélie, alors qu'en 1909 l'explorateur Douglas Mawson l'avait trouvé en Terre Victoria sur la calotte glaciaire.

Cet *aimant* géant génère autour de la Terre un champ magnétique, dont les lignes de force tendent à être verticales au niveau des pôles. La plus grande action de ce champ magnétique se situe dans la magnétosphère, couche de l'atmosphère au-dessus de l'ionosphère, au-delà de 800 km d'altitude.

Bien que l'on n'en soit pas complètement certain, on pense aujourd'hui que le champ magnétique terrestre est créé par les mouvements rapides de magma riche en nickel et en fer dans le noyau externe de notre planète (la couche de matière en fusion située entre 2 800 et 5 000 km sous l'écorce terrestre).



Figure 6 – Le champ magnétique terrestre

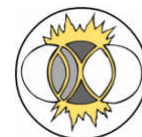
Le soleil émet des particules électriquement chargées, à grande vitesse et dans toutes les directions (essentiellement des électrons et des protons) : c'est le « *vent solaire* ».

Le vent solaire interagit avec le champ magnétique terrestre, déforme ses lignes de force et le rend asymétrique. En effet, la Terre est placée dans le vent solaire comme une pile de pont dans le courant : les lignes de force du champ magnétique sont comprimées côté jour (vers le soleil), alors que côté nuit, elles forment une longue traînée (plus 50 millions de km, contre 70 000 km côté jour) similaire à la queue d'une comète.

Le champ magnétique terrestre guide aussi les particules du vent solaire vers l'atmosphère terrestre, créant des phénomènes particulièrement spectaculaires : les aurores.

Des protons émis lors d'éruptions solaires (une ou deux fois par an) suivent les lignes de force du champ magnétique jusqu'aux pôles. Les particules pénètrent jusqu'à une altitude d'environ 40 km, où elles ionisent les molécules de l'atmosphère et créent temporairement une couche atmosphérique qui absorbe les ondes radio. A l'époque où la radio était le moyen commun de communication, ce phénomène pouvait complètement bloquer les contacts avec les hivernants en Antarctique.

Des électrons sont captés par la magnétosphère et sont stockés dans la queue du champ magnétique, jusqu'à ce qu'ils se précipitent occasionnellement dans des zones restreintes des régions polaires (les « *zones aurorales* »), principalement côté nuit. Les électrons entrent alors en collision avec les molécules de la très haute atmosphère (100 à 400 km d'altitude), qui passent dans un état



excité plus énergétique et instable. En repassant à l'état stable, elles perdent de l'énergie en émettant un photon. Ces photons provoquent des phénomènes lumineux aux formes et couleurs variées (selon les longueurs d'onde) : les « *auroras australes* » (hémisphère Sud) et les « *auroras boréales* » (hémisphère Nord).

Depuis le sol, les aurores sont souvent blanches, mais elles peuvent aussi avoir des couleurs assez vives. Leurs formes peuvent être diffuses, sous la forme de voiles ou de taches, mais la plus spectaculaire (forme dite discrète) ressemble à une immense draperie lumineuse ondulant dans le ciel.

Les éclipses de soleil

La Lune est éclairée par le Soleil, elle a donc une ombre. Comme la taille du soleil est plus importante que celle de la Lune et que les deux astres sont sphériques, la forme de l'ombre est un cône.

La longueur du cône d'ombre lunaire est sensiblement la même que la distance Terre-Lune, mais pas tout à fait. La pointe du cône ne balaye donc la surface de la Terre que dans de rares occasions : lorsqu'à la Nouvelle Lune, le Soleil, la Lune et la Terre sont exactement alignés, c'est une éclipse totale du Soleil. Bien entendu, cette conjonction n'arrive pas à toutes les Nouvelles Lunes.

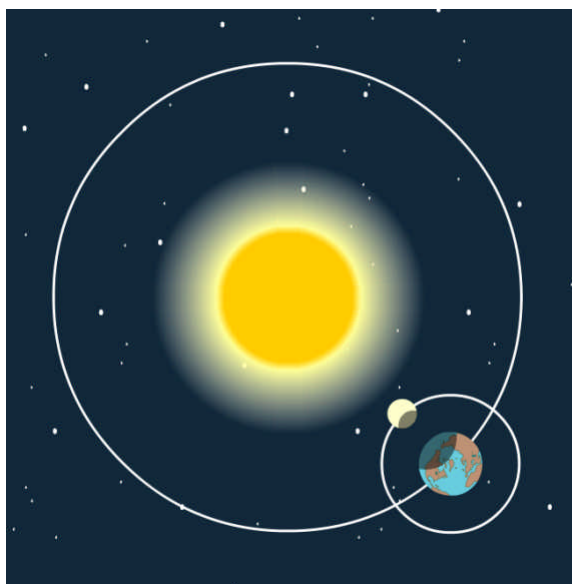


Figure 7 – Alignement de la Terre, du soleil et de la lune

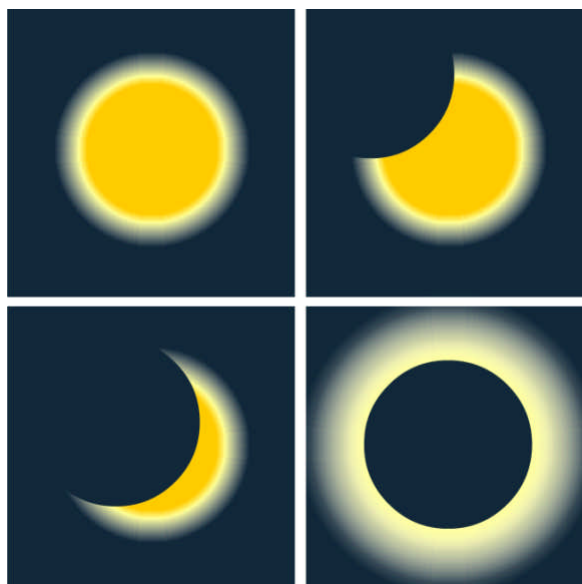


Figure 8 – La couronne solaire

Un observateur placé dans le parcours que fait sur Terre la pointe du cône d'ombre, assiste à une éclipse totale du soleil, alors que celui qui se trouve dans la pénombre lunaire, vaste zone entourant le cône d'ombre, observe une éclipse partielle.

Ce phénomène est extrêmement rare. En un lieu donné, il ne se produit en moyenne qu'une fois tous les 370 ans. Cependant, sur toute la planète, on peut observer au moins deux éclipses de soleil par an (éclipses totales ou partielles).

Pour plus d'informations : le DVD « *Tous sur Orbite* » de Nicolas Gessner aux Editions Montparnasse (Paris 1997).



Notice didactique

Les enfants vivent dans un environnement dicté par le temps, le soleil et les calendriers. Ils se couchent et se lèvent avec le soleil, ils vont à l'école le matin et en sortent en fin d'après-midi, ils ne travaillent pas le dimanche, ils font parfois la semaine des quatre jours, ils ont les vacances d'hiver, d'été et de Pâques ...

Tout ce vocabulaire fait partie de leur quotidien. Il cache cependant de très nombreuses notions parfois complexes inconnues des élèves. Notre objectif ici est de construire progressivement ces notions chez les élèves.

Il faut noter cependant des obstacles importants lorsqu'on aborde l'astronomie avec des élèves de l'école primaire :

- Les dimensions liées aux phénomènes astronomiques sont souvent gigantesques. Les enfants de cet âge n'arrivent pas encore à se représenter ces distances.
- Les enfants n'ont qu'une représentation partielle du temps qui passe et des durées. Certains enfants, par exemple, mélangent les mois, les saisons.

Par conséquent, il est indispensable de prévoir des activités permettant de poursuivre la construction de l'espace et du temps tout au long de la scolarité primaire.

Nous voudrions de plus que les enseignants aient la possibilité d'aborder la richesse des phénomènes rencontrés dans les sciences de la Terre.

Objectifs

Etre capable de

- Mettre en place une démarche de type expérimental.
- Découvrir des phénomènes naturels.
- Se poser des questions, s'interroger.
- Isoler des variables.
- Traiter des informations.
- Utiliser les technologies de l'information et de la communication pour échanger des données et des observations.
- Rechercher des photos et des informations sur Internet et dans une bibliothèque.
- Construire des maquettes.
- Lire une carte.
- Utiliser une boussole.

Avoir compris et retenu que

- La Terre tourne sur elle-même en 24 h (23 h 56 min. 4 s).
- La Terre tourne autour du soleil en une année.
- Il existe une inclinaison entre l'axe de rotation de la Terre et la verticale. Cette inclinaison est à l'origine de la variation de la durée du jour et de la nuit au cours de l'année, elle est aussi à l'origine des saisons.
- Dans l'hémisphère Nord, le 20 ou le 21 juin (solstice d'été) est le plus long jour de l'année, le 20 ou le 21 décembre (solstice d'hiver) est le plus court.
- Les saisons sont inversées entre les deux hémisphères.
- Le cercle polaire arctique est un cercle au-delà duquel le soleil ne se couche pas au solstice d'été et ne se lève pas au solstice d'hiver. C'est l'inverse pour le cercle polaire antarctique.
- Les aurores australes et boréales sont des phénomènes que l'on peut observer durant les nuits polaires.
- Les aurores sont provoquées par des particules venues du soleil qui entrent dans l'atmosphère terrestre.
- Une éclipse totale de soleil est extrêmement rare. Elle nécessite pendant la Nouvelle Lune que le Soleil, la Lune et la Terre soient exactement alignés.



Proposition d'activités

Dossier « expériences en sciences de la Terre »

- Le champ magnétique terrestre.
- Climat polaire et rayonnement solaire.
- Le mouvement apparent du soleil

Questions de recherche et pistes de travail

Le calendrier et le temps qui passe

Est-ce que sur la Terre tout le monde compte le temps de la même façon ? Est-ce que notre calendrier est utilisé par tout le monde ?

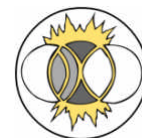
Réaliser des activités autour des calendriers :

- Quelles sont les divers moyens de mesurer le temps ? Faire un inventaire en classe. Créer une activité pour que les enfants recherchent les repères naturels que les hommes autrefois pouvaient utiliser pour diviser le temps : jour et nuit, phases de la lune, mouvement des étoiles, variations climatiques ...
- Distribuer en classe des calendriers et interroger les enfants. Comment est fait un calendrier ? Comment est-il découpé ? Qu'est-ce qu'une année, un mois, une saison ? Demander aux élèves de trouver les équinoxes et les solstices, à quoi cela correspond ? Fournir les informations nécessaires pour faire tracer un graphique représentant la variation de l'ensoleillement dans l'année.
- A l'aide de livres, de Cd-Roms et d'Internet, les élèves effectuent en groupe une recherche historique et répondent à des questions : Quelle est l'histoire du calendrier actuel ? Sur quels phénomènes naturels est-il basé ? Pourquoi 12 mois, pourquoi des mois de longueurs variables ? Quelle est l'origine des noms des mois et des jours ? Comment a-t-on fixé la position de certaines fêtes religieuses dans le calendrier ? A-t-on perdu des jours dans l'histoire ?
Chaque groupe réalise un poster où il expose ses découvertes, puis il recoupe ses travaux avec les autres groupes.
- Fournir des livres, des Cd-Roms ou l'accès à Internet pour que les élèves recherchent en groupe des informations sur certains des anciens calendriers ou sur les divers calendriers utilisés aujourd'hui par les peuples du monde : calendriers romain, Julien, Grégorien, égyptien, grec, inca, calendrier de la révolution française, calendriers arabe, chinois, hindou, hébraïque ...
On peut alors imaginer plusieurs activités, comme de comparer les calendriers ou de déterminer une correspondance de dates.
- Le DVD Tous sur Orbite (Tous sur Orbite, Nicolas Gessner, Editions Montparnasse, Paris 1997) peut servir de support pédagogique intéressant.

Le jour, la nuit, les saisons

Pourquoi est-ce qu'il y a le jour et la nuit ? Pourquoi est-ce qu'il y a des saisons ?

- Pour introduire un travail sur les cycles du jour et des saisons, contacter par Internet une classe de la Nouvelle-Calédonie, pour lui poser une question : Quand ont lieu pour ses élèves les vacances d'été ?
- Contacter par Internet des classes aux quatre coins du monde pour leur poser quelques questions. Chez vous, aujourd'hui, à quelle heure le jour se lève et se couche-t-il ? Quelle est la température, quelle est la saison ? Dessiner une carte du monde pour y reporter toutes les informations collectées. Travailler ensuite en classe sur la carte pour isoler les paramètres qui déterminent les différences entre les pays et les régions.
- Visualiser en classe l'animation « La nuit dans les régions polaires » (à voir sur le site Educapoles : www.educapoles.org). Puis à l'aide d'un globe et d'une source de lumière, demander à des groupes d'élèves de simuler une situation : l'alternance du jour et de la nuit, le soleil de minuit au pôle Sud, les saisons, les solstices, la variation de la longueur du jour au cours de l'année ...
- Visualiser en classe l'animation « Pourquoi fait-il froid aux pôles » (www.educapoles.org). Pour que la classe assimile les notions abordées dans l'animation, les enfants fabriquent des maquettes de la Terre qui chacune explique un phénomène : la différence de parcours de la lumière entre les pôles et les tropiques, les différents étallements de la lumière, les différents



albédos. Les élèves peuvent aussi créer des maquettes qui décrivent le parcours de la lumière au cours de chaque saison dans nos régions.

Quelles sont les caractéristiques de la lumière ?

- Initier avec les enfants une réflexion sur la lumière : dans la salle de classe quelles sont les zones où il y a de la lumière, quelles sont les zones dans l'ombre ? Quelles sont les sources de lumière ? Faire la différence entre sources naturelles et artificielles.
- Inventer une expérience pour prouver que la lumière se propage en ligne droite.
- Réaliser des manipulations simples pour découvrir le principe de formation des ombres et les paramètres mis en jeu : ombres de divers objets ; faire varier la longueur d'une ombre ; faire varier l'intensité de la source de lumière ; trouver un objet en connaissant son ombre ; un objet et plusieurs ombres.

A quelle distance se trouve le soleil ? La lune ?

Cette question permettra d'aborder les notions de grands nombres et de distance. Certains moyens d'enseignement de mathématiques proposent des activités concernant la numération. Pour les distances, des activités sur les échelles permettent une première approche.

- Pour appréhender les distances entre les planètes, ou entre la Terre et la Lune, il est possible de réaliser un parcours situant différents éléments (sol, montagnes, nuages, avions, satellites, Lune) de manière proportionnelle.

Les aimants

Connaissez-vous les aimants ? Quelles sont ses propriétés ?

- Par des expériences simples, mettre en évidence le champ magnétique créé par l'aimant. De la limaille de fer sur une feuille de papier sous laquelle on place un aimant, permettra par exemple de visualiser les lignes de force du champ magnétique de l'aimant. On peut aussi travailler avec de petites aiguilles aimantées. Changer la position de l'aimant, changer d'aimant.
- Mettre en situation les enfants pour qu'ils découvrent les propriétés d'un aimant : un aimant a un pôle sud et un pôle nord ; le fer, l'acier sont attirés par un aimant ; on peut aimanter des matériaux par frottement sur un aimant permanent ...

La boussole

Lors d'une randonnée avez-vous déjà utilisé une boussole ? A quoi sert-elle ?

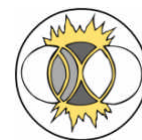
- Discuter en classe de l'utilité d'une boussole. Qu'est-ce qu'elle indique ? Est-ce qu'elle permet de savoir où l'on est ? Si l'on suit l'indication de la boussole, est-ce que l'on arrive au pôle Nord géographique ? Si l'aiguille de la boussole est libre de prendre toutes les directions, au pôle Nord magnétique, dans quelle direction va-t-elle pointer ?
- Former des groupes et à chacun distribuer une carte de la région et une boussole. Faire découvrir les points cardinaux. Chaque groupe doit ensuite essayer d'utiliser ce matériel pour déterminer la direction physique de plusieurs lieux bien connus de la région. Mettre en situation les enfants pour qu'ils se rendent compte qu'une masse métallique fausse l'utilisation de la boussole. Sur la carte la déclinaison magnétique se trouve indiquée avec une date, qu'est-ce que cela veut dire ?
- Fabriquer une boussole en classe.
- Appliquer les connaissances acquises en réalisant une sortie « orientation ».

A quoi ressemble une aurore polaire ?

- Proposer aux enfants de rechercher des images des différentes formes et couleurs que peuvent avoir les aurores australes et boréales, dans le but de créer une exposition de photos.

Quelle démarche-action entreprendre dans ma région ?

- Créer dans une école une exposition sur les phénomènes astronomiques.
- Contacter des astronomes et les inviter à venir travailler avec l'école.



Exemple de séquence d'enseignement/apprentissage

Le mouvement apparent du soleil

Objectifs

Etre capable de

- Mettre en place une démarche de type expérimental.
- Se poser des questions, s'interroger.
- Isoler des variables.

Avoir compris et retenu que

- Le trajet du soleil dans le ciel est différent selon les saisons et le lieu d'observation.
- La Terre tourne autour du soleil.
- La durée du jour varie dans l'année.

1. Situation de départ (30 min.)

Dans la classe, faire une marque au pied d'une fenêtre orientée vers le soleil. Toutes les 2 ou 3 minutes un élève différent vient noter la position du soleil.
Discussion.

2. Récolte des représentations (45 min.)

Faire dessiner aux élèves le mouvement du soleil dans le ciel.
Est-ce qu'il apparaît toujours au même endroit à la même heure ?
Est-ce que le soleil tourne autour de la Terre ?
Faire dessiner les indices et les conséquences de la variation de l'ensoleillement durant la journée, puis au fil des saisons.

3. Mise en place d'une méthode de recherche (30 min.)

Savoir commun à la classe et questions

Noter au tableau noir ce que les élèves savent sur le mouvement du soleil.
Faire ressortir des questions qu'ils se posent.

4. Phase expérimentale (8 x 5 min.)

Sur une planche, fixer une grande feuille et un bâton de 30 cm parfaitement vertical.
Placer l'ensemble une journée à l'extérieur dans un endroit tout le temps ensoleillé.
De 9 h à 16 h, chaque heure les élèves prennent 5 minutes pour dessiner sur le papier l'ombre du bâton et noter l'heure.

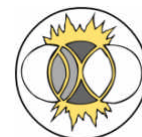
Refaire la manipulation une ou deux semaines plus tard.

5. Exploitation du relevé (90 min.)

Le relevé des ombres est utilisé ensuite en classe pour détailler le mouvement apparent du soleil.

L'ombre se déplace : déterminer la direction où se lève et où se couche le soleil. Affiner les directions à l'aide d'une boussole. A midi l'ombre indique-t-elle le nord ? Faire remarquer que la longueur de l'ombre varie au cours de la journée : c'est lié à la variation de la hauteur du soleil dans le ciel. L'ombre la plus petite doit permettre de déterminer le midi solaire. Pourquoi ne correspond-il pas au midi de notre montre ?

Utiliser aussi des relevés réalisés à des dates différentes : le tracé de l'ombre du bâton varie-t-il au cours de l'année ?



Il serait très intéressant de prendre contact par Internet avec des classes d'autres pays (ou de régions assez distantes), pour effectuer en parallèle la même activité. Cela permettrait de convenir de relevés d'ombre à heures fixes : est-ce que des classes, dont la latitude et la longitude sont très différentes, observent au même moment une ombre semblable en longueur et direction ?

6. Analyse (90 min.)

Visualiser en classe l'animation «La nuit dans les régions polaires » (www.educapoles.org). Puis former des groupes, qui, à l'aide de cette animation, tenteront d'expliquer les différentes observations réalisées lors de l'exploitation du relevé des ombres. Chaque groupe réalisera une série de dessins pour présenter leurs explications aux autres groupes.

7. Prolongement (90 min.)

Chaque élève fabrique en classe son cadran solaire.



Ressources

Sites WEB

- www.educapoles.org : Educapoles, le site éducatif de la Fondation Polaire Internationale propose des activités pédagogiques sur les régions polaires et le réchauffement climatique.
- www.inrp.fr/lamap : La main à la pâte est un réseau éducatif visant à promouvoir l'enseignement des sciences à l'école primaire.
- www.antarctica.org : Site d'Alain Hubert consacré à l'aventure polaire.
- www.ifremer.fr/ifrtp : L'Institut polaire français Paul Emile Victor est une agence de moyens pour la recherche polaire au service des laboratoires nationaux rattachés à des structures dont la vocation est la recherche scientifique : université, CNRS, CEA, INRA...
- www.antarctica.ac.uk : Le British Antarctic Survey est un institut destiné à développer la recherche scientifique en Antarctique.
- www.antdiv.gov.au : Le site du programme australien de recherche en Antarctique.

Bibliographie

- A la découverte des pôles, Jean-Dominique Porée, Flammarion, Paris, 2003.
- Les milieux polaires, Alain Godard et Marie-Françoise André, Armand Colin, Paris, 1999.
- L'Antarctique, Claude Lorius et Roger Gendrin, Dominos, Flammarion, 1996.
- Problèmes de sciences et de technologie pour le préscolaire et le primaire, Marcel Thouin, Editions Multimondes, Québec, 1999.
- Guide pédagogique, Sciences et technologie, Jack Guichard et Brigitte Zana, Les savoirs de l'école, Hachette Education, Paris.
- Les saisons et les mouvements de la Terre, Pierre Causeret et Liliane Sarrazin, Belin, Paris, 2001.

Moyens d'enseignement

- **Guide pédagogique - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 104 à 107 à 158.**
- **Livre de l'élève - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 84 à 113.**
- **Cahier d'expériences CM1 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 13 à 14, 37 à 48.**
- **Cahier d'expériences CM2 - Sciences et technologie - Les savoirs de l'école**, Jack Guichard et Brigitte Zana, collection dirigée par Jean Hébrard, Hachette Education, Paris 2002, **pp. 33 à 41.**
- **Problèmes de sciences et de technologie pour le préscolaire et le primaire**, Marcel Thouin, Editions Multimondes, Québec, 1999.
- **Tous sur Orbite** (DVD), Nicolas Gessner, Editions Montparnasse, Paris 1997.
- Les animations pédagogiques du site web Educapoles : www.educapoles.org