



La main à la pâte
Nogent-sur-Oise

[POURQUOI Y A-T-IL DES SAISONS ?]

GUIDE PÉDAGOGIQUE POUR LE CM1

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
CRÉDITS	3
MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE	4
LETTRE AUX PARENTS	6
PROGRESSION DU MODULE	7
MATÉRIEL NÉCESSAIRE	8
SÉANCE 1 : COMMENT SE REPERER SUR LA TERRE ?	9
SÉANCE 2 : LA DURÉE D'UNE JOURNÉE EST-ELLE PARTOUT LA MÊME ?	13
SÉANCE 3 : LA DURÉE D'UNE JOURNÉE EST-ELLE TOUJOURS LA MÊME AU COURS DE L'ANNÉE ?	19
SÉANCE 4 : COMMENT EXPLIQUER LES SAISONS ?.....	25
SÉANCE 5 : SAISONS ET TEMPERATURES (1) LA HAUTEUR DU SOLEIL A L'HORIZON.....	33
SÉANCE 6 : SAISONS ET TEMPERATURES (2) QUID DE LA CHALEUR ?.....	35

CRÉDITS

Ressources utilisées :

<http://www.fondation-lamap.org/fr>

Dossier pédagogique « Astralala »

<http://www.cap-sciences.net/sites/default/files/kcfinder/files/dossier-pedagogique-astralala.pdf>

Les Cahiers Clairault – (Revue du CLEA, Comité de Liaison Enseignants Astronomes)

Grand N, Jean-Michel Rolando - Académie de Grenoble

L'astronomie à l'école : construire des compétences et des savoirs au cycle 3

Delagrave, Jean-Michel Rolando

"La démarche d'investigation, comment faire en classe ?" par Edith Saltiel

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe>

Stellarium, logiciel de simulation du ciel

<http://stellarium.org/fr/>

Académie de Nantes

Ce document a été réalisé par le Centre pilote La main à la pâte de Nogent sur Oise à partir de ces ressources.

La mise en œuvre de ce sujet d'étude dans des classes de Nogent sur Oise permet sa réécriture progressive afin d'en proposer une version actualisée.

Un travail collectif mené par

Jérôme SZERWINIACK (élève polytechnicien)

Virginie VITSE (Enseignante référente Maths/Sciences)

Nicolas DEMARTHE (Coordinateur du Centre pilote)

Edition revue et augmentée en 2022 par

Quentin BODINI (élève polytechnicien)

MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE

Planification

Ce sujet d'étude représente environ 10 séances. On pourra au choix mener une ou deux séances par semaine afin d'assurer une continuité dans la construction des connaissances.

Le rôle du maître

L'objectif principal du maître est d'aider les élèves dans la construction d'une attitude scientifique et l'acquisition progressive d'une démarche : se poser des questions, émettre des hypothèses, faire des expériences, relever des données, discuter des résultats et des conclusions possibles. Le travail de groupe et les échanges constituent une base essentielle à la construction des connaissances des élèves. Il n'est pas nécessaire d'agir en expert scientifique pour diriger les séances ; faire acquérir cette démarche signifie plutôt :

- l'avoir acquise soi-même,
- se permettre et permettre aux élèves de tâtonner, voire de faire des erreurs et montrer comment elles peuvent être utiles,
- accepter de ne pas tout connaître et habituer les élèves à chercher une information auprès d'autres personnes, de livres, à reprendre des explorations,
- poser des questions et accepter de prendre en compte toutes les réponses,
- remettre en question ses propres représentations si nécessaire.

Organisation des séances

Chaque séance est organisée sensiblement de la même manière :

Travail en groupe classe :

Rappeler le fil conducteur du sujet d'étude, les réponses déjà apportées, les questions en suspens, poser le problème du jour.

Travail en petits groupes :

Les élèves cherchent et découvrent des solutions possibles au problème proposé. Ils discutent de leurs idées, confrontent leurs représentations à la réalité, essayent de se mettre d'accord pour proposer à la classe un compte rendu commun.

Le maître veille au partage des tâches : il peut proposer aux élèves des rôles définis au sein du groupe.

Au cours de l'activité, le maître observe les élèves, facilite les échanges, relance le travail par le questionnement. Il permet à chaque groupe d'aller jusqu'au bout de ses investigations en gardant à l'esprit le sens de l'activité.

Lors du travail de groupe, le maître gardera en mémoire les réflexions des élèves susceptibles de construire et structurer la synthèse. En effet, nombreux sont les élèves qui, au moment du bilan, ont oublié comment ils en sont arrivés à leur conclusion et les arguments qu'ils avaient proposés pour convaincre.

Synthèse collective :

Les comptes rendus de groupe et les discussions qui en résultent ont pour rôle d'aider les élèves à identifier les concepts scientifiques et les articuler entre eux. En tant qu'animateur du débat, le rôle du maître est de guider les élèves pour clarifier leurs idées, organiser leur pensée et comparer les différentes solutions, analyser et interpréter les résultats.

Le cahier d'expériences

Le cahier d'expériences est une mémoire individuelle de l'enfant ; c'est pourquoi chacun a son propre cahier dont le contenu varie d'un élève à l'autre.

Quel contenu possible ?

- Des comptes-rendus des modélisations : problème posé, schémas, tableau des correspondances objet réel/objet dans la modélisation, conclusions momentanées, nouvelles questions...
- Des bilans de classe qui sont le résultat de la synthèse collective. Ces synthèses pourront également donner lieu à l'élaboration d'affiches et/ou d'un cahier de classe.
- Un lexique individuel.

À quoi sert-il ?

Pour l'enfant :

- À **se souvenir** (pour poursuivre son exploration, pour communiquer avec ses pairs ou sa famille)
- À **structurer sa pensée**
- À **comprendre** l'importance de la trace écrite et de son utilité dans d'autres domaines que celui de la langue.

Pour le maître, c'est :

- Un regard permanent sur le cheminement de l'enfant.
- Un outil d'aide à l'évaluation au niveau de la maîtrise de la langue, des connaissances scientifiques, du raisonnement.
- une ressource pour l'élaboration des écrits collectifs.

Comment le faire évoluer ?

- Inciter les élèves à s'y référer (pour poursuivre le travail, pour communiquer...).
- Mettre en valeur les notes importantes et pertinentes.

L'évaluation

Il est important de distinguer trois domaines d'évaluation : celui de l'évolution des comportements sociaux inhérents au travail de groupe et aux échanges entre les élèves, celui de l'acquisition de la démarche scientifique et celui des connaissances.

Au cours des séances :

La structure des séquences permet un travail approfondi de certaines compétences transversales et de compétences relevant de la maîtrise de la langue. On pourra observer leur évolution tout au long du travail : l'enfant s'inscrit-il dans l'activité ? Trouve-t-il sa place dans le groupe ? Produit-il un écrit ? Est-il capable de communiquer (qualité d'expression, prise de parole...) ?

Plus spécifiquement, le maître sera en mesure d'apprécier si les élèves tendent vers l'acquisition d'une véritable attitude scientifique.

L'évaluation finale :

Elle permet d'évaluer de façon formelle, les connaissances scientifiques et méthodologiques et d'apprécier le niveau de développement de la démarche scientifique de chaque élève.

LETTRE AUX PARENTS

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de l'enseignement scientifique, votre enfant participera dans les semaines à venir à des activités concernant **l'étude du cycle des saisons en astronomie**. Ce projet lui permettra d'apprendre à observer, réaliser des expériences, faire des recherches documentaires, questionner, résoudre des problèmes...

Au cours des séances, je serai accompagné(e) par **nom de l'accompagnant (PDM ou stagiaire polytechnicien)**.

La **recherche** a un rôle particulier pendant lequel les élèves écrivent eux-mêmes ce qu'ils font et ce qu'ils pensent. Ce travail est réalisé sur des feuilles de couleur (**au gré de l'enseignant**) qui volontairement ne sont **pas corrigées** par l'enseignant pour respecter ses écrits personnels. Il est important que l'enfant s'exprime librement avec ses mots à lui. Cela lui permettra également de mesurer ses progrès. Ce **cahier** comprend quant à lui des activités de recherches individuelles, de travail de groupe (ex : protocoles d'expérience), de synthèse...

Votre enfant aura quelquefois des travaux ou des recherches à faire à la maison, et c'est pour cela que je souhaite votre contribution. En effet, si l'on veut que les sciences deviennent concrètes, il est nécessaire de faire un lien avec la maison. C'est une façon d'aider votre enfant à étendre et appliquer ce qu'il apprend en classe.

Cela peut se faire de plusieurs façons :

- En permettant à votre enfant d'apporter du matériel simple de la maison.
- En aidant votre enfant à observer des phénomènes liés à notre thème ou simplement en discutant avec lui de ce qu'il fait en classe.
- En relisant avec lui son cahier d'expériences. Ce sera pour votre enfant une nouvelle façon de s'approprier ce qu'il a appris au cours de ses expériences.

Je vous remercie pour votre aide.

Si vous avez des questions, faites-moi parvenir un mot par l'intermédiaire de votre enfant. J'y répondrai et nous nous rencontrerons.

Signature des parents :

PROGRESSION DU MODULE

	Séances	Objectifs	Résumé	Dispositif
1	Comment se repérer sur la Terre ? (environ 2 séances de 1h)	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir lire les coordonnées d'un point sur un planisphère ou sur un globe terrestre - Savoir retrouver, à partir de coordonnées, le point correspondant à la fois sur un planisphère et sur un globe terrestre 	Les élèves s'appuient sur un planisphère pour apprendre à se repérer sur la Terre.	Planisphères et globe terrestre
2	La durée d'une journée est-elle partout la même ? (environ 2 à 3 séances de 1h)	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir que l'axe de rotation de la Terre est incliné - Comprendre que cette inclinaison est responsable de la variabilité de la durée des jours sur Terre. 	Les élèves donnent leurs hypothèses quant à la durée de la journée puis les vérifient à l'aide de boules de polystyrènes éclairées.	Modélisation
3	La durée d'une journée est-elle toujours la même au cours de l'année ? (environ 1 séance de 1h)	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir que la durée d'une journée varie au cours de l'année 	Les élèves prennent conscience des variations de durée du jour au cours de l'année à partir de tableaux de données.	Tableaux & graphiques
4	Comment expliquer les saisons ? (environ 2 à 3 séances de 1h)	<ul style="list-style-type: none"> - Savoir que la Terre tourne autour du Soleil, et que son axe pointe toujours dans la même direction - Comprendre que cette inclinaison est à l'origine des saisons 	Une seconde séance de modélisation permet aux élèves de comprendre l'origine des saisons.	Modélisation
Pour aller plus loin : 5 & 6	Température et saisons (environ 2 séances de 1h)	<ul style="list-style-type: none"> - Comprendre l'origine des variations de température. - Invalider l'idée qu'il fait plus chaud en été parce que l'on est plus proche du soleil 	Reprise de la modélisation précédente. Expérience avec un carré de chocolat pour voir l'impact de l'inclinaison des rayons.	Lampes et carrés de chocolat.

MATÉRIEL NÉCESSAIRE

Pour une classe :

Matériel fourni :

- Un grand planisphère
- Lampes
- Boules de polystyrène
- Pics à brochettes
- Épingles

Matériel à fournir par l'enseignant :

- Des planisphères
- Un globe terrestre
- Projecteur diapo
- Punaises

SÉANCE 1 : COMMENT SE REPERER SUR LA TERRE ?

Durée : 2 séances d'une heure

Matériel :

Pour chaque groupe :

- Un planisphère (ou une photocopie)

Pour la classe :

- Un globe terrestre

Objectifs :

- Savoir lire les coordonnées d'un point sur un planisphère ou sur un globe terrestre
- Savoir retrouver, à partir de coordonnées, le point correspondant à la fois sur un planisphère et sur un globe terrestre

Lexique :

Latitude, longitude, parallèle, méridien, planisphère, hémisphère, équateur

Question initiale

Le maître interroge la classe : *d'après vous, comment fait-on pour se repérer sur la Terre ?* Après avoir recueilli les réponses, il propose aux élèves d'étudier un document et distribue à chaque groupe un **planisphère** (document en annexe), sur lequel sont tracés des méridiens et des parallèles.



Les élèves doivent dans un premier temps réfléchir à la signification des lignes qu'ils voient. L'enseignant demande aux élèves quelle peut bien être leur signification et engage une discussion collective. Afin de guider la réflexion des élèves, l'enseignant peut poser des questions comme :

Trouvez Paris sur la carte. Comment feriez-vous pour dire à votre camarade qui n'a pas le nom des villes sur sa carte où se trouve Paris ?

Au bout d'un moment, les élèves comprendront que les lignes servent à repérer des villes ou des pays sur la carte. L'enseignant explique que : « Les lignes que vous voyez sont des lignes **imaginaires**, elles ont été inventées pour découper la Terre en régions ». Puis, demande aux élèves s'ils connaissent le nom de ces différents repères.

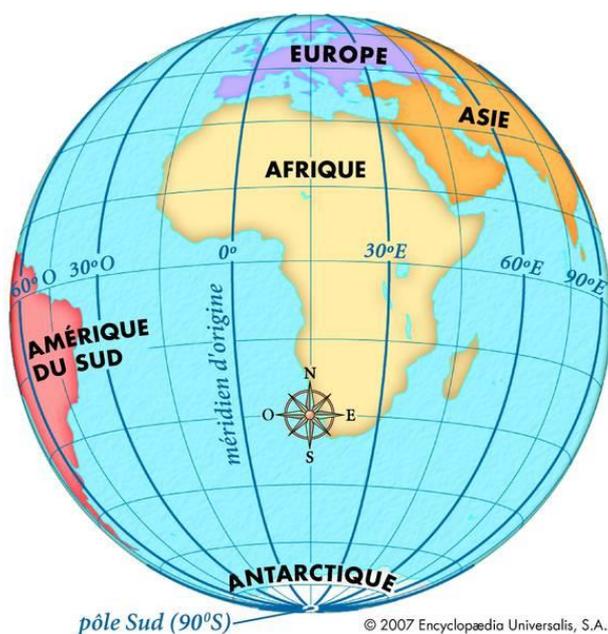
Si les élèves ne savent pas, il donne alors le nom des principaux axes :

« La ligne horizontale qui sépare la carte en deux moitiés égales s'appelle l'**équateur**. La partie au-dessus s'appelle l'**hémisphère Nord**, la partie en dessous l'**hémisphère Sud** ».

« On appelle les lignes horizontales des **parallèles** (qui indiquent la **latitude**) ».

« On appelle les lignes verticales des **méridiens** (qui indiquent la **longitude**) ».

Un second document de ce type pourra être distribué aux élèves afin qu'ils puissent faire le lien entre planisphère et vue en perspective (ici le dessin d'un globe terrestre).



Le maître s'aide du **globe terrestre** pour ses explications. Il doit bien faire le rapprochement entre les lignes visibles sur le globe et les lignes visibles sur le planisphère.

Recherche

L'enseignant pose ensuite deux questions :

- Comment savoir sur la carte de quelle ligne on parle ?
- Où se situe le premier parallèle, le premier méridien ?

Chaque groupe recherche les réponses quelques minutes sur son planisphère. Le maître demande aux porte-paroles de chaque groupe d'exprimer le point de vue de son groupe.

Un débat s'engage jusqu'à ce que tout le monde soit d'accord pour dire que les méridiens et les parallèles sont numérotés en degrés, que l'origine des parallèles est l'équateur et que l'origine des méridiens est celui qui passe en Angleterre (le méridien de Greenwich).

L'enseignant propose alors un petit exercice dont le but est de trouver les coordonnées de villes ou au contraire de retrouver des villes à partir de ses coordonnées.

Tableau accompagnant le planisphère fourni en annexe :

Lieux	Latitude	Longitude

Les élèves devront reproduire ce tableau sur une feuille à partir de leurs recherches sur le planisphère.

Mise en commun et trace écrite

L'enseignant fait un bilan des réponses des élèves au tableau. Il peut demander à certains élèves de montrer la façon dont ils ont procédé pour aboutir au résultat. Au besoin, le maître devra lui-même expliquer la procédure.

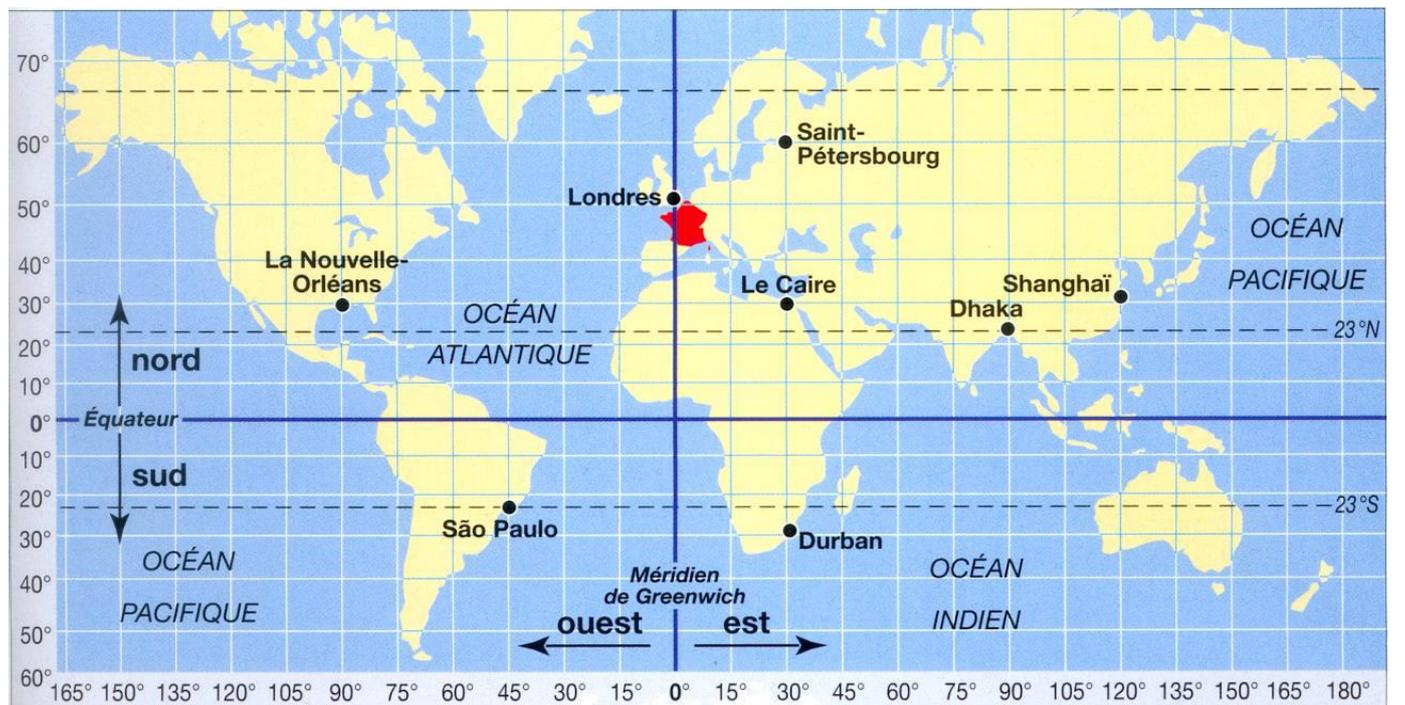
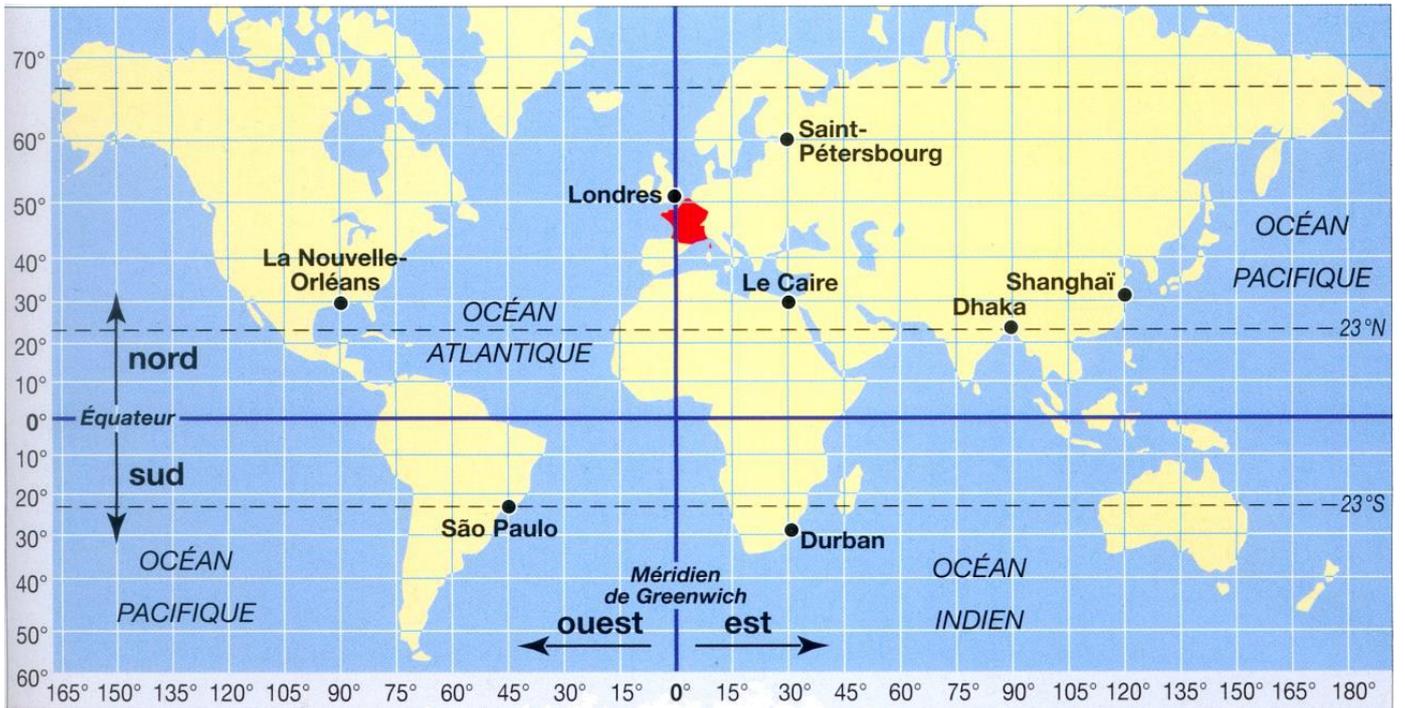
Puis les élèves recopient le tableau complet et corrigé dans leur cahier d'expériences, ainsi que la façon de lire les coordonnées.

Ils devraient alors être capables de relever seuls n'importe quelles coordonnées sur une carte.

Exemple de conclusion (la trace écrite du cahier de science doit être élaborée avec les élèves, et non imposée) :

Sur un **globe terrestre** ou un **planisphère**, on peut voir des lignes. Ces lignes permettent de se repérer sur la Terre. La ligne horizontale qui sépare la carte en deux moitiés égales s'appelle **l'équateur**. La partie au-dessus s'appelle **l'hémisphère Nord**, la partie en dessous **l'hémisphère Sud**.

On appelle les lignes horizontales des **parallèles**, elles indiquent une **latitude**. On appelle les lignes verticales des **méridiens**, elles indiquent une **longitude**.



SÉANCE 2 : LA DURÉE D'UNE JOURNÉE EST-ELLE PARTOUT LA MÊME ?

Durée : 2 à 3 séances d'une heure

Matériel :

Pour chaque groupe :

- une photocopie de la fiche 1
- un planisphère
- une lampe de poche puissante (ou un projecteur diapo)
- une boule de polystyrène
- une pique à brochette
- des épingles

Pour la classe :

- un grand planisphère en A3

Objectifs :

- savoir que l'axe de rotation de la Terre est incliné
- comprendre que cette inclinaison est responsable de la variabilité de la durée du jour sur Terre

Lexique : éphéméride, latitude, longitude, hémisphère

L'enseignant questionne les élèves sur le mouvement de la Terre par rapport au Soleil :

- *L'alternance des jours et des nuits sur Terre s'explique par la rotation de la Terre sur elle-même en un jour (24h).*
- *Le Soleil se lève à l'est et se couche à l'ouest.*

Question initiale

Le maître interroge la classe : ***d'après vous, est-ce que la durée de la journée est la même partout ?***

Après avoir recueilli les réponses, il propose aux élèves d'étudier un document et distribue à chaque groupe une photocopie de la fiche 1, qui montre la durée de la journée en différents lieux sur Terre (pour différentes latitudes).

Durée de la journée, le 21 juin 2019, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 54 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 01 min
Paris (France)	48°51'	16 h 09 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 35 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 11 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Note pédagogique

Afin de ne pas perturber la discussion par des problèmes de fuseaux horaires, tous les lieux indiqués sont (à peu près) à la même longitude.

De même, pour éviter toute digression sur les saisons et ne faire varier qu'un paramètre à la fois (la position), toutes ces durées sont indiquées pour un jour précis : le 21 juin (le solstice d'été, journée la plus longue dans l'hémisphère Nord).

Les élèves doivent, dans un premier temps, situer les différents lieux sur le planisphère. Certains sont difficiles à trouver : la latitude peut alors être une indication précieuse !

Puis l'enseignant demande à des élèves de venir coller sur un globe terrestre, des gommettes pour repérer les différents lieux.

On remarque que la journée n'a pas la même durée partout sur Terre, et qu'il y a un lien évident entre la latitude et la durée de la journée : plus on va vers le nord, plus la journée dure longtemps (en été).

L'enseignant demande alors aux élèves de chercher à expliquer le phénomène et engage une discussion collective.

Il recueille au tableau les hypothèses des élèves et essaye de schématiser leurs explications.

Les hypothèses généralement présentées par les élèves sont :

- l'axe de rotation de la Terre est incliné (par rapport aux rayons du Soleil) ;
- la Terre tourne plus vite au nord qu'au sud ;
- la Terre tourne autour du Soleil.

Seule la première hypothèse, celle de l'axe incliné, est juste. Si elle n'apparaît pas dans la discussion, les élèves la retrouveront en manipulant.

Recherche (expérimentation)

Un responsable de chaque groupe récupère le matériel pour modéliser (boule de polystyrène sur pic à brochette, punaises, lampe).

Chaque groupe place une punaise sur la boule pour situer Paris puis teste l'ensemble des hypothèses et trouve laquelle est juste. Les résultats sont consignés sur le cahier d'expériences.

La question posée peut s'avérer difficile pour des élèves de début de cycle 3. Dans ce cas, l'enseignant peut les mettre sur la voie en posant une question plus facile : *comment la Terre doit-elle tourner pour que, le 21 juin, il fasse jour tout le temps au pôle Nord, et pas à Paris ?*

Tous les élèves pensent alors à incliner l'axe de rotation terrestre.

Notes pédagogiques

- Lorsque les enfants manipulent le matériel, l'enseignant peut intervenir pour les aider à mieux voir ce qui se passe : utilisation des tiges pour bien visualiser l'axe de rotation, d'épingles pour localiser des points fixes à la surface, voire dessin de l'équateur au marqueur, etc.
- Il faut s'assurer que les élèves n'éclairent pas leur boule avec un faisceau trop étroit : le Soleil éclaire la moitié de la Terre, la lampe doit donc éclairer la moitié de la boule. Pour cette raison, un faisceau « large » et puissant (ampoule 40 W, projecteur de diapo, etc.) est préférable à celui d'une petite lampe de poche aux piles usagées...
- On peut éventuellement se passer des lampes et utiliser la lumière naturelle, par beau temps, si la pièce est exposée plein Sud.



Test de l'effet de l'inclinaison de la Terre sur la durée de la journée dans une classe de CM1 - Nogent

Note pédagogique : à lire absolument avant de mettre en œuvre la séance !

Comme le fait remarquer Jean-Michel Rolando, les modèles (maquettes et jeux de rôle) ne sont pas toujours suffisants, pour au moins une raison : les élèves les manipulent comme s'il s'agissait d'objets autonomes sans rapport avec la réalité qu'ils représentent.

Transformer la manière de considérer les maquettes constituerait sans doute un progrès décisif qui permettrait peut-être le dépassement des obstacles identifiés. Comme le propose Jean-Pierre Astolfi, « ...Il s'agit de réfléchir autant à la transformation que la pensée doit opérer qu'à la difficulté de la connaissance à acquérir ».

Nous appelons "modèle" une construction intellectuelle théorique qui représente la réalité -ou une partie de celle-ci -et qui se substitue à elle pour réfléchir. Les maquettes, les rondes, sont des modèles, non pas au sens de "modèles réduits" mais au sens d'outils pour réfléchir. Il apparaît donc nécessaire de contraindre davantage les élèves à articuler modèle et réalité (Rolando, 2003). Ce progrès, s'il s'opère, nous semble significatif, et nous en faisons l'objectif prioritaire.

Nous proposons, pour guider la réflexion des élèves, un tableau (dont la forme exacte dépend de l'activité menée) qui doit leur permettre de différencier nettement le modèle et la réalité tout en travaillant explicitement sur la correspondance entre les deux. Un premier tableau est élaboré collectivement lors de la trace écrite.

Notre maquette	Ce que ça représente
Une lampe	Le Soleil
Une boule en polystyrène	La Terre
Une punaise sur la boule	Paris
Un pic à brochette	L'axe de rotation de la Terre

Ce moment de travail est indispensable. Il contraint les élèves à anticiper les réflexions qu'ils mèneront et crée les conditions de l'articulation entre maquette et réalité.

Munis de cet outil, les élèves parviennent à des résultats corrects, parfois sans même s'aider de la maquette, la simple évocation étant suffisante. Les débats s'engagent, les prises de conscience s'opèrent.

Mise en commun et trace écrite

Cette phase est essentielle puisqu'elle permet de comprendre l'intérêt de la modélisation.

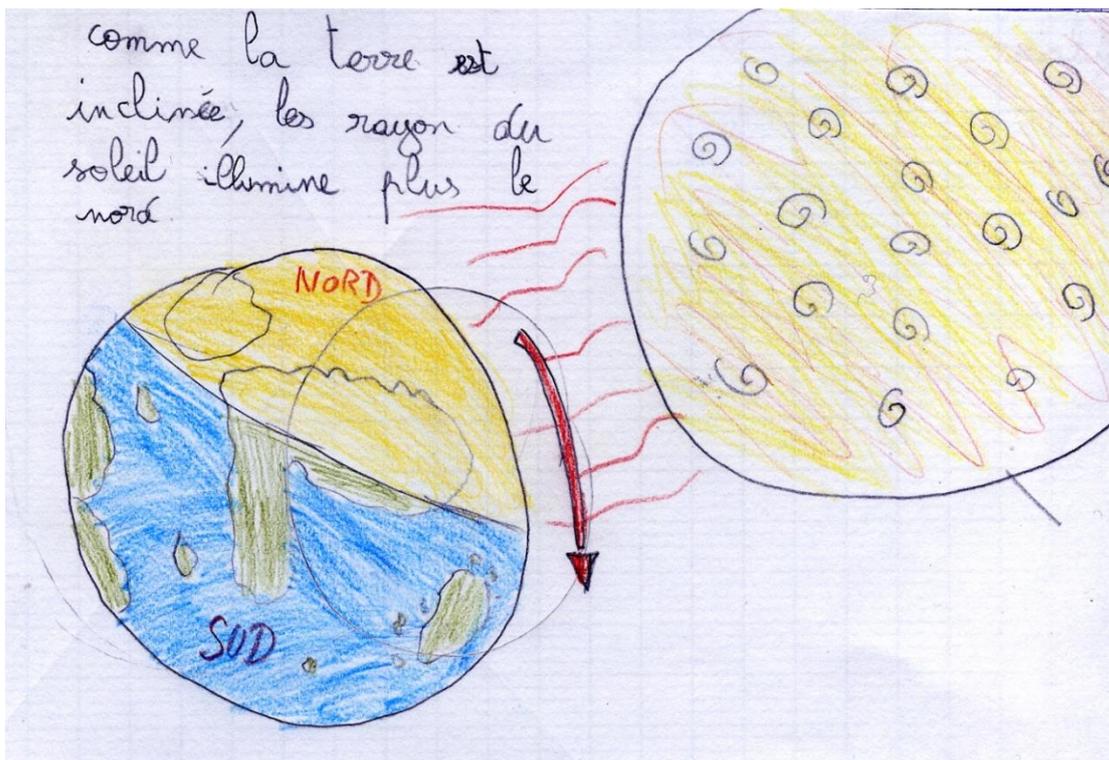
Bien souvent, en effet, les élèves ne testent que leur hypothèse de départ, et non toutes les hypothèses possibles : la modélisation ne sert alors qu'à « illustrer » leur point de vue, pas à réfléchir.

On peut, par exemple, montrer à toute la classe qu'en faisant tourner la Terre sur elle-même sans incliner son axe de rotation, on crée une situation dans laquelle la durée de la journée est la même partout (12 heures de jour, 12 heures de nuit). En inclinant l'axe, en revanche, on introduit des différences selon la latitude.

L'enseignant peut proposer une façon de vérifier que cette inclinaison permet effectivement d'expliquer les différences constatées dans la fiche 1. Il place trois points sur sa boule de polystyrène, sur la limite jour/nuit : un près de l'équateur, le second près des pôles et le troisième entre les deux (attention, il s'agit de la limite jour/nuit, pas d'un méridien puisque la Terre est inclinée). Puis il fait tourner la Terre sur elle-même. Le jour se lève en même temps pour ces trois points, mais ne se couche pas en même temps : la durée de la journée n'est pas la même. On pourra demander à trois élèves de surveiller chacun un des trois points et de signaler quand le point se retrouve dans la nuit.

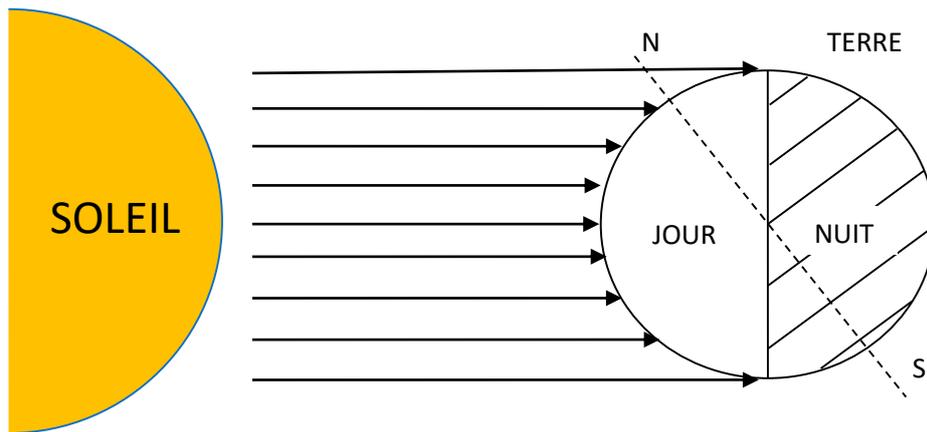
Les élèves schématisent l'expérience. Ce travail se fera en deux temps :

1. Un premier dessin montre le dispositif lampe / boule inclinée et partie éclairée / partie dans l'ombre. Un second dessin représente la Terre inclinée avec sa partie éclairée par le Soleil (voir dessin ci-dessous).



Dessin d'un élève de CM1 – Ecole Georges Charpak à Nogent sur Oise

Schéma explicatif :



Exemple de conclusion (la trace écrite du cahier de science doit être élaborée avec les élèves, et non imposée) :

La durée de la journée n'est pas la même partout au même moment. Le 21 juin (solstice d'été), la journée est plus longue à Paris ou Nogent (16h 11 min) qu'à Niamey en Afrique (12h 56 min), mais plus courte qu'en Islande (21h).

Plus on va vers le nord, plus la journée dure longtemps (en été). Cela s'explique par le fait que l'axe de rotation de la Terre est incliné par rapport aux rayons du Soleil.

Le 21 juin, l'hémisphère nord est plus longtemps éclairé par le Soleil que l'hémisphère sud. C'est l'été chez nous et c'est l'hiver dans l'hémisphère sud.

FICHE 1

Durée de la journée, le 21 juin 2019, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 54 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 01 min
Paris (France)	48°51'	16 h 09 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 35 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 11 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Durée de la journée, le 21 juin 2019, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 54 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 01 min
Paris (France)	48°51'	16 h 09 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 35 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 11 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Durée de la journée, le 21 juin 2019, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 54 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 01 min
Paris (France)	48°51'	16 h 09 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 35 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 11 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Durée de la journée, le 21 juin 2019, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 54 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 01 min
Paris (France)	48°51'	16 h 09 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 35 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 11 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

SÉANCE 3 : LA DURÉE D'UNE JOURNÉE EST-ELLE TOUJOURS LA MÊME AU COURS DE L'ANNÉE ?

Durée : Une séance d'une heure

Matériel :

Pour la classe (facultatif) :

- relevés effectués par la classe depuis le début du projet : heures de lever et coucher du Soleil

Pour chaque élève :

- une photocopie de la fiche 2
- une photocopie de la fiche 3

Objectifs : Savoir que la durée d'une journée varie au cours de l'année

Lexique : équinoxe, solstice

Question initiale

Après avoir rappelé les conclusions auxquelles la classe est arrivée précédemment (la durée de la journée n'est pas partout la même), l'enseignant interroge les élèves : *à votre avis, la durée de la journée est-elle la même toute l'année ?*

Ici, on travaille sur un lieu donné.

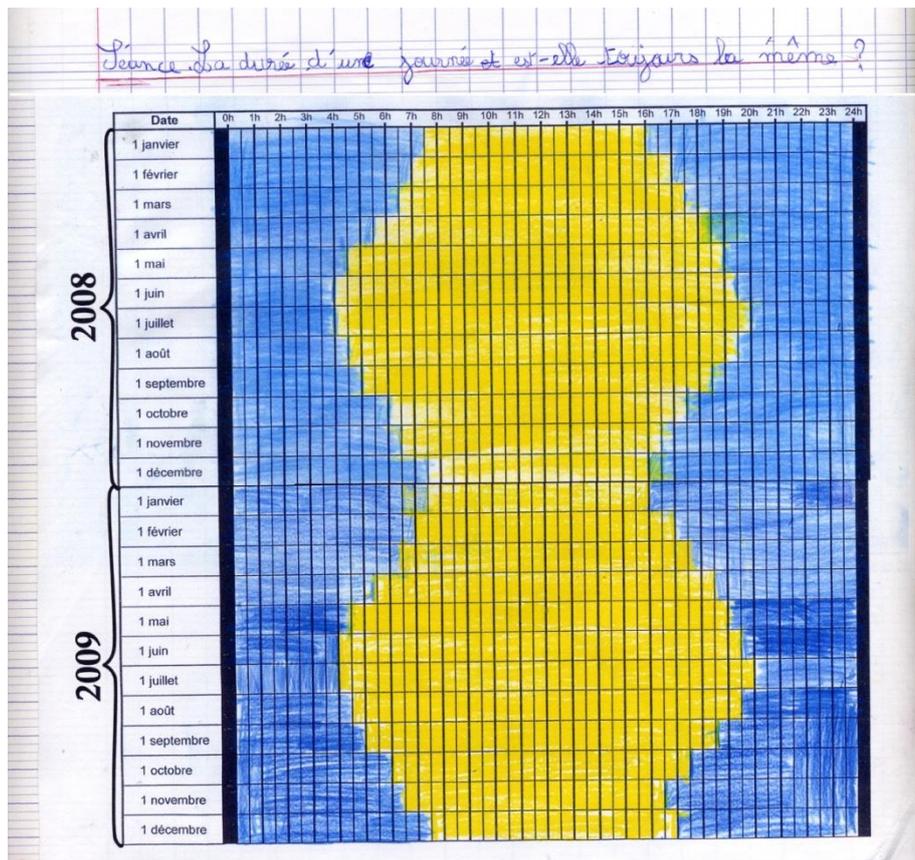
Si la classe a effectué des relevés des heures de lever et de coucher du Soleil depuis le début du projet, cette séance est l'occasion de les exploiter. On constate que les heures de lever et de coucher varient.

Recherche (étude documentaire)

L'enseignant distribue à chaque élève une photocopie d'une des fiches éphémérides : les heures de lever et de coucher du Soleil de l'année 2018 à 2020 à Nogent et également le papier quadrillé « spécial », adapté aux heures et minutes : une « case » représente une heure, et une sous-division représente 30 minutes.

Note scientifique :

- Le temps universel (TU), mentionné dans la fiche 2, est fondé sur la rotation de la Terre sur elle-même. Sa référence est le méridien de Greenwich. L'heure civile en France est obtenue en ajoutant une heure (en hiver) ou deux heures (en été) à l'heure TU.



Mesure de la durée de la journée à différents moments de l'année.
Extrait cahier – CM1 - Nogent sur Oise

Le site de l'IMCCE (<http://www.imcce.fr/page.php?nav=fr/ephemerides/phenomenes/rts/> ou <https://promenade.imcce.fr/fr/pages2/279.html>) offre un service de calcul des éphémérides : on peut obtenir les heures de lever et de coucher du Soleil (mais aussi des autres astres !) à n'importe quelle date et pour n'importe quel endroit sur Terre.

Chacun doit tracer, sur le papier quadrillé (fiche 3), les courbes de lever et de coucher du Soleil, et mettre en évidence la variation de la durée de la journée.

Mise en commun

On place plusieurs graphiques les uns à côté des autres sur le tableau pour faire s'enchaîner les mois et les années, et mettre ainsi en évidence la périodicité d'un an. Que voit-on ? C'est toujours pareil ! Ça revient ! Cette phase de mise en commun est l'occasion d'introduire du vocabulaire :

- les moments de l'année où la durée de la journée et de la nuit sont égales (12 heures chacune) s'appellent les « équinoxes » ; il y a deux équinoxes, un au printemps (autour des 20- 21 mars), l'autre à l'automne (autour des 22-23 septembre) ;
- le moment de l'année où la journée dure le plus longtemps est appelé le « solstice d'été » (autour du 21 juin) ;
- le moment de l'année où la journée dure le moins longtemps est appelé le « solstice d'hiver » (autour des 21-22 décembre).

On constate que les solstices et les équinoxes correspondent aux dates de changement de saison.

L'enseignant demande aux élèves de placer ces quatre dates remarquables sur leur graphique. En les mettant côte à côte, on met en évidence la périodicité, et on constate que la durée qui sépare deux solstices d'été (par exemple) est d'une année.

Conclusion et trace écrite élaborée collectivement :

La durée de la journée varie au cours de l'année. Le solstice d'été correspond à la journée la plus longue de l'année, tandis que le solstice d'hiver correspond à la journée la plus courte.

Lors des équinoxes de printemps et d'automne, la journée et la nuit durent chacune douze heures.

Fiche 2a

Heures du lever et du coucher du Soleil à Nogent sur Oise,
pour différentes dates de l'année 2018 (en temps universel)

2018		
Jour	Heure du lever de Soleil	Heure du coucher de Soleil
01/01/2018	07:44	15:59
01/02/2018	07:21	16:43
01/03/2018	06:32	17:29
01/04/2018	05:27	18:17
01/05/2018	04:28	19:03
01/06/2018	03:49	19:43
01/07/2018	03:48	19:56
01/08/2018	04:21	19:29
01/09/2018	05:05	18:32
01/10/2018	05:48	17:28
01/11/2018	06:36	16:28
01/12/2018	07:22	15:52

Consigne :

Pour chaque date, lis attentivement les heures de lever et de coucher de Soleil, et reporte les sur la fiche 3.

Fiche 2b

Heures du lever et du coucher du Soleil à Nogent sur Oise,
pour différentes dates de l'année 2019 (en temps universel)

2019		
Jour	Heure du lever de Soleil	Heure du coucher de Soleil
01/01/2019	07:44	15:59
01/02/2019	07:21	16:42
01/03/2019	06:33	17:29
01/04/2019	05:28	18:17
01/05/2019	04:29	19:02
01/06/2019	03:49	19:43
01/07/2019	03:47	19:56
01/08/2019	04:20	19:29
01/09/2019	05:04	18:33
01/10/2019	05:48	17:29
01/11/2019	06:36	16:28
01/12/2019	07:21	15:53

Consigne :

Pour chaque date, lis attentivement les heures de lever et de coucher de Soleil, et reporte les sur la fiche 3.

Fiche 2c

Heures du lever et du coucher du Soleil à Nogent sur Oise,
pour différentes dates de l'année 2020 (en temps universel)

2020		
Jour	Heure de lever du Soleil	Heure de coucher du Soleil
01/01/2020	07:44	15:59
01/02/2020	07:21	16:42
01/03/2020	06:31	17:30
01/04/2020	05:26	18:18
01/05/2020	04:27	19:03
01/06/2020	03:48	19:44
01/07/2020	03:48	19:56
01/08/2020	04:21	19:28
01/09/2020	05:05	18:31
01/10/2020	05:49	17:27
01/11/2020	06:37	16:27
01/12/2020	07:22	15:52

Consigne :

Pour chaque date, lis attentivement les heures de lever et de coucher de Soleil, et reporte les sur la fiche 3.

SÉANCE 4 : COMMENT EXPLIQUER LES SAISONS ?

Durée : 2 à 3 séances d'une heure

Matériel :

Pour chaque groupe :

- une lampe de poche (ou, mieux, une ampoule éclairant dans toutes les directions, montée sur un support)
- une boule de polystyrène
- une pique à brochette
- un feutre
- une punaise
- un support en polystyrène

Objectifs :

- Savoir que la Terre tourne autour du Soleil, et que son axe pointe toujours dans la même direction
- Comprendre que cette inclinaison est à l'origine des saisons

Question initiale

Après un bref rappel de la séance précédente (la durée de la journée n'est pas toujours la même : elle varie selon les saisons), les élèves cherchent une explication à ce phénomène et l'explicitent par un schéma dans leur cahier de sciences.

S'ils sont en difficulté, le maître peut les guider : on a vu que la Terre était inclinée et qu'elle tournait autour du Soleil.

L'enseignant pose la question :

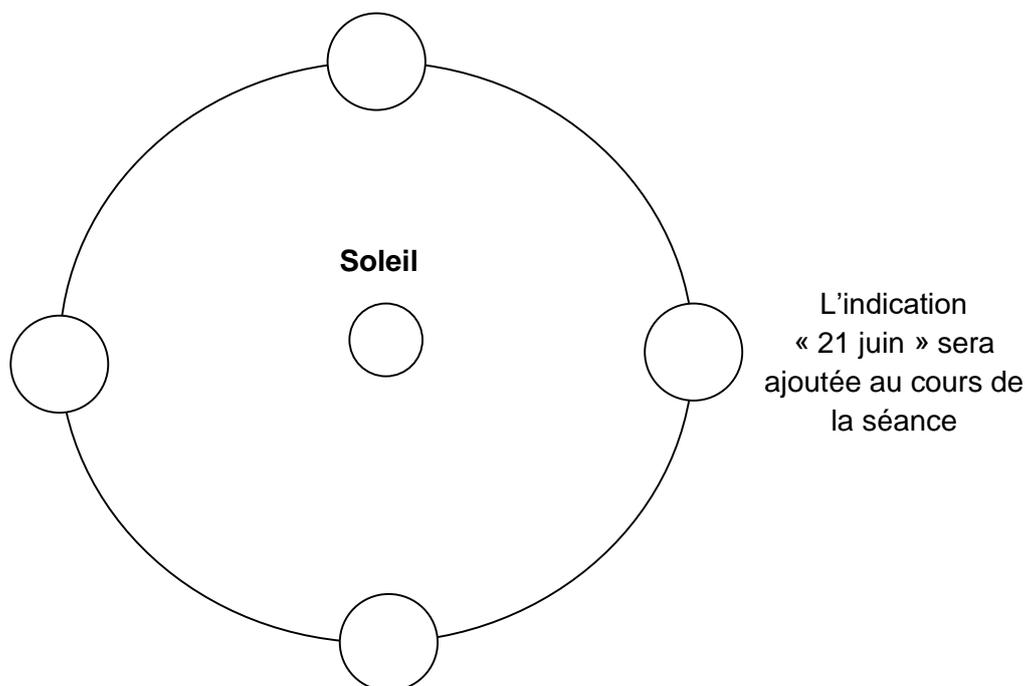
Comment doit-elle être inclinée pour que la journée soit plus longue en été, et plus courte en hiver, à Paris ?

Chaque élève répond individuellement à la question par un dessin.

La plupart des élèves, à ce stade, tracent un schéma sur lequel la Terre pointe toujours son axe incliné vers le Soleil. Quelques-uns, cependant, trouvent peut-être la bonne explication : l'axe pointe toujours dans la même direction. L'enseignant choisit différents dessins et les fait commenter par toute la classe, sans pour l'instant chercher à trouver lequel est juste.

Conception d'une expérience :

Le maître propose aux élèves de trouver une expérience permettant de départager les différentes hypothèses. Il commence par montrer à toute la classe un schéma qui est photocopié en grand ou dessiné au tableau. Voir ci-dessous :



Le maître précisera qu'il s'agit d'un schéma et que cela signifie que c'est une simplification de la réalité. La taille du Soleil et sa distance à la Terre ne sont donc pas à l'échelle !

Comment procéder avec le matériel ? Où sera placée la lampe qui représente le Soleil ? Comment la boule (Terre) se déplace-t-elle et quelle est sa position ?

Si les élèves ont des difficultés, l'enseignant précisera qu'on place la lampe au centre de la table pour modéliser le Soleil. L'axe de la Terre est matérialisé par une pique à brochette qui traverse la boule et qui est planté sur un support.

Les élèves savent que la Terre est inclinée mais doivent maintenant montrer comment elle tourne au tour du Soleil pour expliquer les saisons.

Réalisation de l'expérience, en groupe de 4 :

Question-guide posée par l'enseignant :

Comment incliner la Terre pour que le pôle Nord soit éclairé pendant la moitié de l'année, et reste dans l'obscurité l'autre moitié de l'année ?

Après plusieurs tentatives, les élèves trouvent la solution : l'axe de la Terre (la pique à brochette) doit garder toujours la même inclinaison c'est-à-dire que le pôle Nord pointe toujours dans la même direction. Placé d'un côté de la lampe, le pôle Nord est éclairé, placé de l'autre côté (six mois plus tard), il est dans l'obscurité.

Technique pour mesurer la durée de la journée :

La mesure de la durée de la journée en un point donné se fait en matérialisant ce point par une punaise et en traçant au feutre l'arc de cercle parcouru par cette punaise lorsqu'on fait tourner la Terre sur elle-même pour simuler une journée (voir photographie).

On peut comparer la longueur des arcs de cercles avec des bouts de ficelle. Si l'arc de cercle coloré est plus grand qu'un demi-cercle, la journée est plus longue que la nuit et nous sommes en été.

Puis la maîtresse demande de placer la Terre sur un point particulier de son orbite, par exemple celui correspondant au 21 juin. La position sera repérée sur le schéma inscrit au tableau.

À partir de cette configuration, il demande aux élèves de trouver comment la Terre doit être inclinée aux trois autres points remarquables : équinoxes de printemps et d'automne, solstice d'hiver.

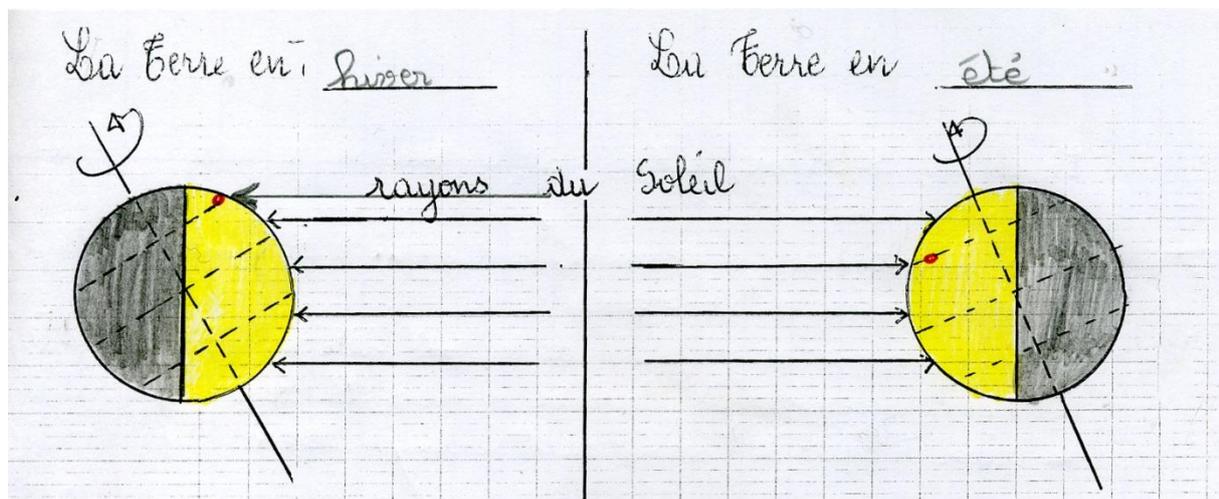
La consigne peut être formulée ainsi : trouvez la position et l'orientation de la Terre quand la journée est la plus courte, ou quand la journée et la nuit ont la même durée.

Les élèves, répartis par groupes, essayent plusieurs inclinaisons et effectuent les mesures (à l'aide du feutre), pour vérifier qu'ils reproduisent bien une journée plus courte en hiver, et une journée de 12 heures aux équinoxes.

À ce stade, les deux sens de révolution sont acceptables : les positions des équinoxes sont donc interchangeables.

Pour chaque position de la Terre par rapport au Soleil, les élèves reportent sur le schéma (fiche 4) la partie éclairée et la partie dans l'obscurité. Ils écrivent également les points remarquables : solstice d'été (21 juin), solstice d'hiver, équinoxe de printemps et d'automne.

Une fiche individuelle (fiche 5) est distribuée à chaque élève pour être complétée.



Un élève mesure la durée de la journée pour différentes positions de la Terre sur son orbite autour du Soleil - Classe de CM1/CM2

Mise en commun et conclusion

À la fin de la séance, chaque groupe désigne un représentant qui vient exposer ses travaux à toute la classe. Les propositions sont comparées aux hypothèses émises en début de séance, et sont débattues. Permet-elle d'expliquer la variation de la durée de la journée au cours de l'année ?

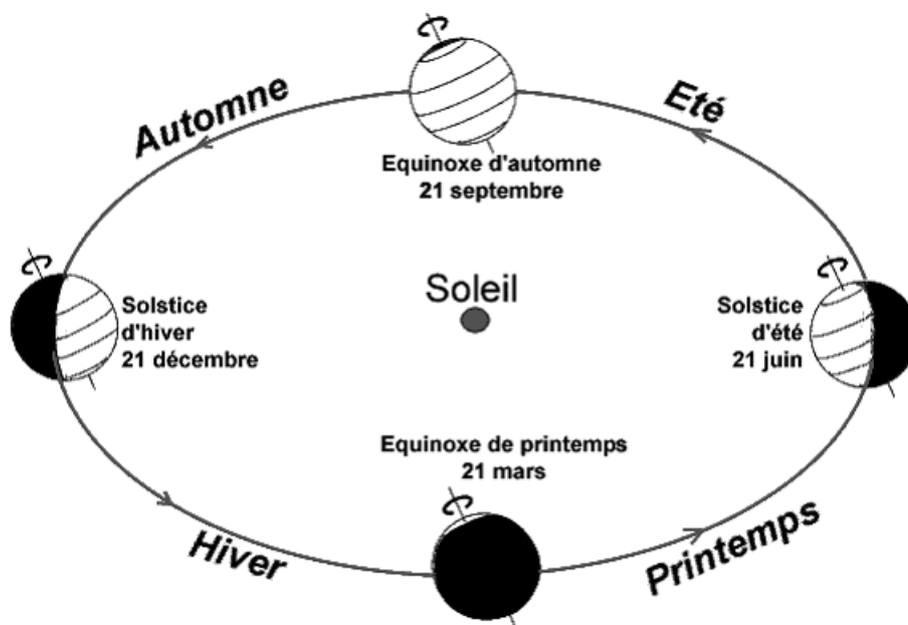
La classe arrive alors à une schématisation correcte de la rotation de la Terre autour du Soleil, qui explique convenablement les saisons.

Note :

La vue en perspective sera expliquée aux élèves à l'aide d'un cerceau que l'enseignant inclinera montrant ainsi que l'orbite de la Terre est bien un cercle et non une ellipse (visible quand on incline le cerceau).

D'ailleurs, l'orbite de la Terre (et de autres planètes du système solaire) est représentée la plupart du temps dans les livres sous la forme d'une ellipse.

Ceci peut nous tromper en nous faisant croire que la distance Terre-Soleil change au cours de l'année. Il est courant de croire que la Terre est plus proche du Soleil en été et plus éloignée en hiver et que ceci explique les saisons. Cette idée fautive est renforcée par les représentations en perspective.



On constate, sur ce schéma, que les saisons sont inversées pour les deux hémisphères terrestres : lorsque le pôle Nord est éclairé – ou, dit autrement, lorsque l'hémisphère Nord est orienté vers le Soleil (c'est l'été dans l'hémisphère Nord) –, le pôle Sud se trouve dans la nuit (hiver dans l'hémisphère Sud).

La fiche de groupe représentant le schéma ci-dessus est photocopiée dans les cahiers d'expériences, accompagné de la conclusion (un exemple en est donné ci-dessous, mais il faudra la faire émerger avec les élèves) :

La Terre tourne autour du Soleil en un an. Ce mouvement s'appelle la révolution. La trajectoire (le chemin) de la Terre autour du Soleil s'appelle l'orbite terrestre. Sa forme est presque circulaire.

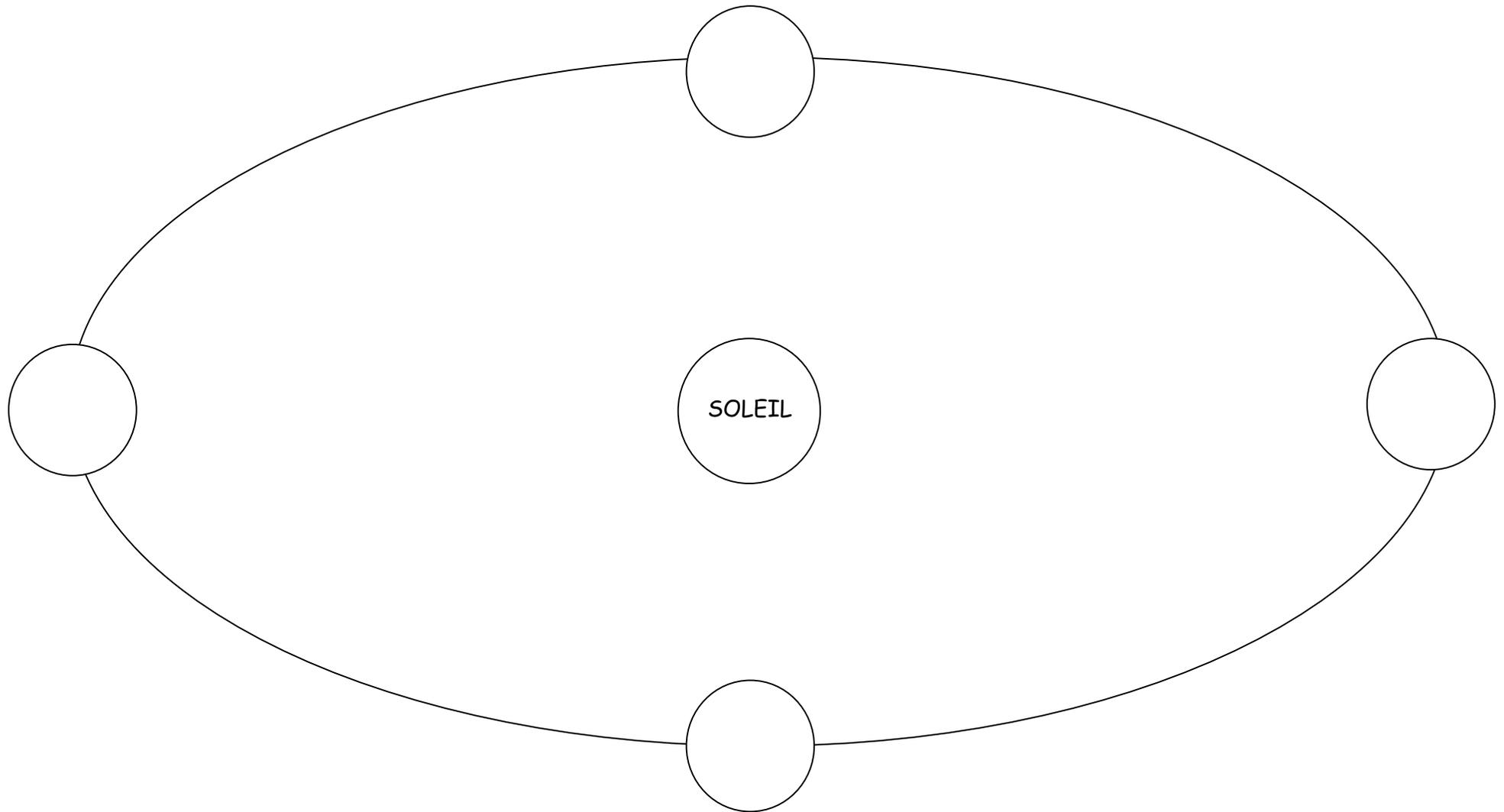
L'axe de la Terre est incliné et pointe toujours dans la même direction : c'est ce qui explique que la durée de la journée varie au fil des saisons. Quand c'est l'été dans l'hémisphère Nord, c'est l'hiver dans l'hémisphère Sud.

Quand l'axe du pôle Nord se trouve du côté du Soleil, la journée est plus longue dans l'hémisphère Nord : c'est l'été.

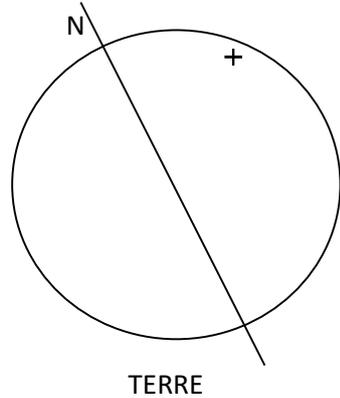
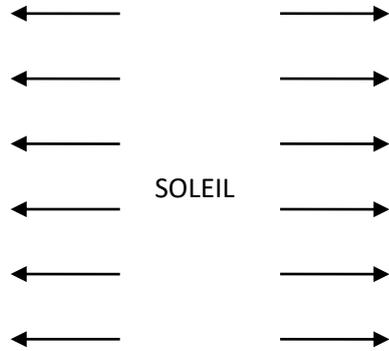
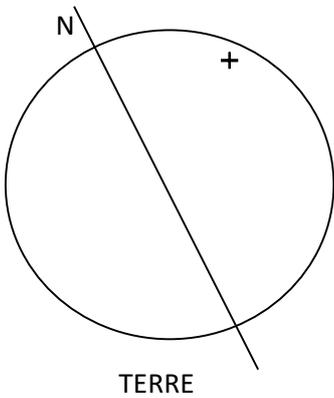
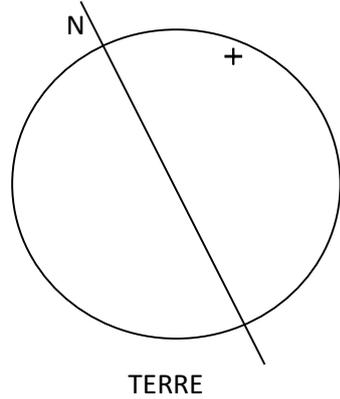
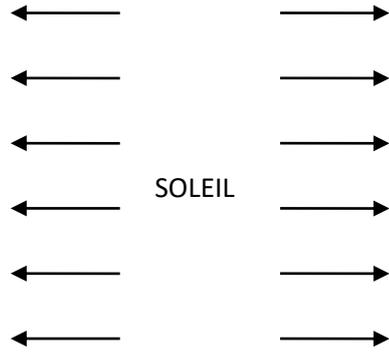
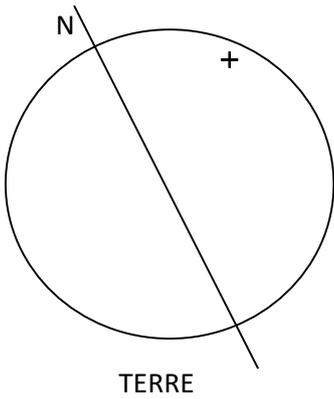
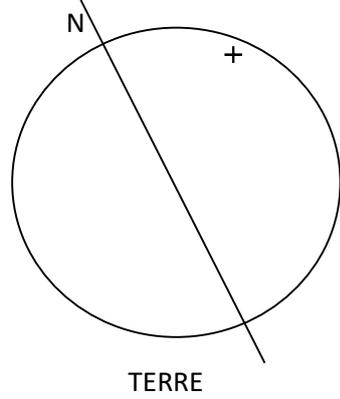
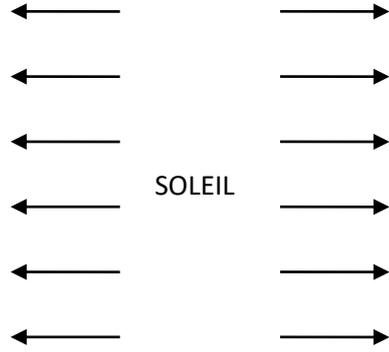
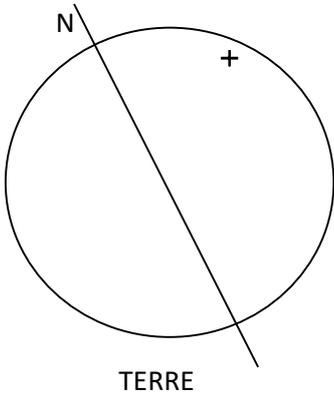
L'évaluation formative (fiche 6) sera proposée aux élèves en leur expliquant que cela leur permettra de faire le point sur ce qu'ils savent.

FICHE 4

Dessine l'axe de la Terre à chaque moment de l'année. Indique les solstices d'été et d'hiver et les équinoxes de printemps et d'automne ainsi que les dates correspondantes. Colorie en jaune la partie de la Terre éclairée par le Soleil et en gris la partie dans l'obscurité. Enfin, indique les quatre saisons au bon endroit.

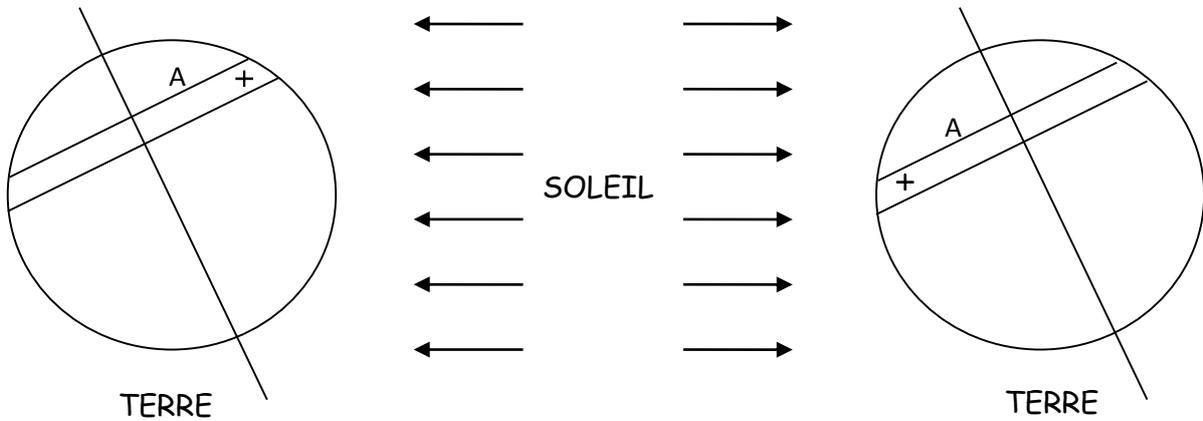


FICHE 5



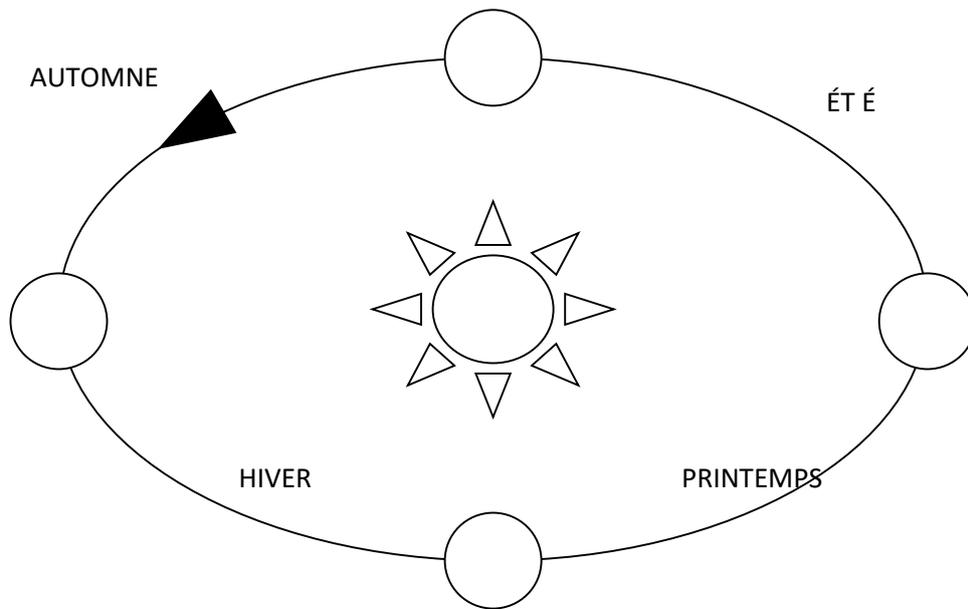
FICHE 6

Évaluation sur « Comment expliquer les saisons ? »



1. a. Sépare par un trait le jour de la nuit sur la Terre.
1. b. Colorie en jaune la partie de la bande A qui est dans le jour et en gris la partie dans la nuit.
1. c. La journée a-t-elle la même durée pour A à droite et à gauche du Soleil ?

2. La journée a-t-elle la même durée en hiver et en été ?



3. a. Colorie en jaune la partie de la Terre éclairée par le Soleil et en gris la partie dans l'ombre.
3. b. Dessine l'axe de rotation de la Terre pour chacune des saisons.
3. c. Que constates-tu ?

SÉANCE 5 : SAISONS ET TEMPERATURES (1) LA HAUTEUR DU SOLEIL A L'HORIZON

Durée : Une séance d'une heure

Matériel :

Pour chaque groupe de 4 élèves

- une lampe
- une sphère en polystyrène
- une punaise

Objectifs : Comprendre que c'est l'inclinaison des rayons du soleil qui provoquent la différence de température en fonction des saisons. Dans cette séance on observera que les rayons du soleil arrivent plus inclinés en hiver.

Question initiale

Après avoir rappelé les conclusions auxquelles la classe est arrivée précédemment, c'est à dire que l'axe de rotation de la Terre est incliné, et ce toujours de la même manière, on demande aux enfants ce qui différencie également les saisons : « *Qu'est-ce qui change entre l'été et l'hiver ?* ». Les enfants s'orientent naturellement vers la météo, et tout spécifiquement les températures, plus élevées en été qu'en hiver.

On demande alors « *Pourquoi fait-il plus chaud en été qu'en hiver ?* ». Les élèves répondent individuellement sur leur cahier de sciences.

Recherche

L'hypothèse proposée sera certainement que le Soleil est plus proche de la Terre en été qu'en hiver. Pour la démentir, faire réfléchir au cas de l'hémisphère sud : si la Terre est plus proche du Soleil pour notre été, alors elle est plus proche du Soleil pour leur hiver. Or dans l'hémisphère sud, il ne fait pas chaud en hiver et froid en été !

On peut faire émerger l'idée que c'est lié à l'inclinaison de l'axe de la Terre, en rappelant ce qui explique la variation de la durée du jour, associée aux saisons. On demande alors aux enfants en quoi cela peut être lié : « *Qu'est-ce que l'inclinaison de l'axe de rotation de la Terre fait sur les rayons du Soleil* ».

On peut alors reprendre la fiche 5 de la séance précédente, et bien tracer l'équateur pour voir les hémisphères se dessiner. On demande aux élèves en quoi les rayons du soleil sont différents pour l'hémisphère nord en hiver et en été. Ils finissent par évoquer le fait qu'ils sont plus « *alignés* » avec la surface de la Terre.

Note scientifique :

Pour dire que les rayons du Soleil arrivent dans le prolongement de la surface de la Terre, on dira que ces rayons sont **tangents** à la surface de la Terre. Ce terme relativement compliqué à expliquer ne devra pas être employé pour expliquer le phénomène aux enfants. On parlera plutôt de rayon « incliné » par rapport à la surface de la Terre, puisqu'un individu situé sur la Terre le verra arriver de côté, et non plus par le zénith. C'est exactement pour cela que le Soleil est moins haut dans l'horizon en hiver : ses rayons nous arrivent de côté, et pas par le zénith comme en plein été.

La durée du jour intervient également, en moindre mesure, sur la température de l'air. Une journée de 15 heures d'ensoleillement sera naturellement plus chaude qu'une journée où le Soleil ne brille que 7 heures.

Expérience, par groupe de 4

Pour que cela soit clair pour les enfants, on se propose de réutiliser l'expérience de la séance 4 : on modélise la révolution de la Terre autour du Soleil avec la boule en polystyrène sur son pic à brochette et la lampe. On pique une punaise sur un point (par exemple Paris), et on demande aux enfants de regarder *comment la punaise voit le Soleil en hiver, et en été*.

À force d'expérimentation, ils comprendront que le Soleil apparaît de côté l'hiver, et par au-dessus en été.

Conclusion

On demande à l'un des groupes d'expliquer ce qu'il a vu. On peut amener les enfants à faire le lien avec la position du soleil dans le ciel en été et en hiver (plus ou moins haut à l'horizon).

La trace écrite devra comporter les éléments suivants :

- La Terre est toujours aussi éloignée du Soleil
- Les rayons du Soleil arrivent de côté en hiver, et par le haut en été.

SÉANCE 6 : SAISONS ET TEMPERATURES (2) QUID DE LA CHALEUR ?

Durée : Une séance d'une heure

Matériel :

Pour chaque groupe de 6 élèves

- deux carrés de chocolat (de préférence fin, et au lait)
- deux lampes qui chauffe (éviter les LED)
- deux feuilles blanches
- une fiche expérience (fiche 7)

Objectifs : Comprendre que c'est l'inclinaison des rayons du soleil qui provoquent la différence de température en fonction des saisons. Dans cette séance on observera que des rayons arrivant de côté réchauffent moins une surface.

Question initiale

Après avoir rappelé les conclusions auxquelles la classe est arrivée précédemment, c'est à dire que l'axe de rotation de la Terre est incliné, et que cela fait que les rayons du soleil nous arrivent plus inclinés en hiver, on demande aux enfants le lien avec la température (rappeler que c'était notre questionnement initial).

« Vous souvenez-vous de la question que l'on avait posée au début ? Que peut-on en dire »

Recherche, création d'expérience

Après avoir recueilli l'hypothèse, qui sera certainement : « Il fait moins chaud sur Terre lorsque les rayons du Soleil arrivent inclinés ». On propose aux enfants de la vérifier par l'expérience. On insistera bien sur le fait qu'**une hypothèse n'est pas une vérité, ce n'est qu'une idée qu'il faut toujours vérifier**, et que le **but** de l'expérience est ici de **vérifier l'hypothèse**.

On propose aux enfants le matériel suivant :

- Deux lampes
- Deux carrés de chocolat
- Deux feuilles blanches

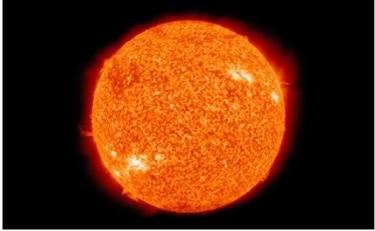
Et on leur demande de concevoir une expérience. Ils auront à disposition la fiche 7 (fiche expérience).

Expérience

Une fois que tous les groupes ont conçu une expérience correcte, on passe à l'expérimentation. L'expérience attendue est la suivante : on place deux carrés de chocolat sur deux feuilles blanches, sous deux lampes. L'une des lampes est bien au-dessus du carré de chocolat, l'autre est déportée, et éclaire donc avec une certaine inclinaison. Après une dizaine de minute, le premier carré de chocolat a commencé à fondre, alors que le second est encore bien dur.



FICHE 7 : FICHE EXPÉRIENCE

	Le Soleil	La Terre	Quelque chose sur Terre
<p>Dans la réalité : Ce que l'on a besoin de représenter</p>			
<p>Dans notre expérience : Ce que l'on va utiliser pour le représenter.</p>			

Schéma

<p>Schéma</p>	
<p>Protocole expérimental (Que fait-on ?)</p>	<p>Résultat attendu (Que va-t-il se passer d'après nous ?)</p>

Conclusion

Il est important de conclure sur l'hypothèse. C'est ce qui donne du sens à l'expérience : on l'a faite uniquement pour vérifier l'hypothèse. On conclut donc que **l'hypothèse est validée**, c'est-à-dire qu'elle est vraie. Cela implique que l'inclinaison des rayons du Soleil ont un lien sur la température à la surface de la Terre.

Afin de produire une trace écrite, on demande aux enfants ce qu'ils ont retenu, et on rédige la trace écrite au fur et à mesure. Les éléments clefs devant y être présents sont :

- L'inclinaison des rayons du Soleil varie selon la saison (ils sont plus inclinés en hiver).
- On a réalisé une expérience qui a prouvé que cette inclinaison avait une incidence sur la température.
- Il fait moins chaud en hiver parce que le Soleil nous éclaire de côté, ce que l'on peut voir puisqu'il est moins haut dans le ciel.