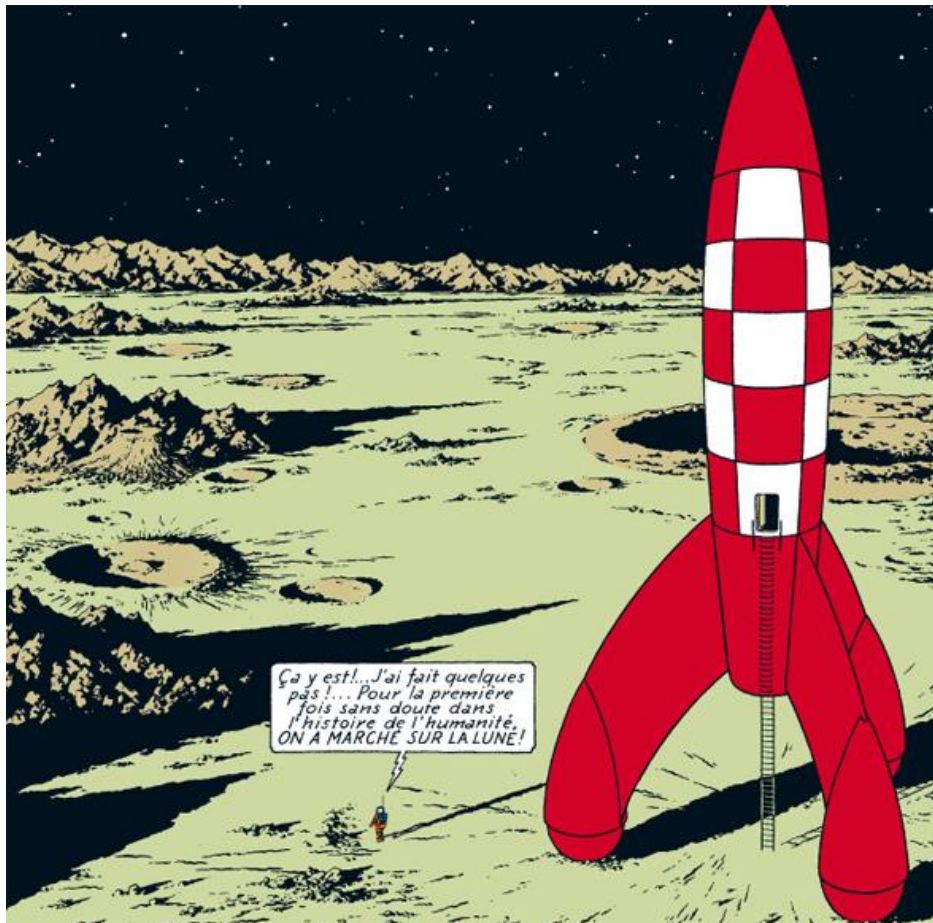


MODULE PÉDAGOGIQUE POUR LE CYCLE 3

OBJECTIF LUNE ! : ENQUÊTE SCIENTIFIQUE



Le monde de Tintin offre mille occasions d'aborder des questions scientifiques. A partir d'extraits d'albums, *Objectif Lune*, *On a marché sur la Lune*, *Le temple du Soleil*, les élèves vont mener une investigation scientifique sur le thème de **L'ASTRONOMIE**.

L'alternance jour/nuit, les phases de la Lune, le mouvement de la Terre autour du Soleil, les ombres et la lumière, seront abordés au cours de ce module.

L'astronomie offre une occasion privilégiée de se familiariser avec l'observation, le questionnement, la modélisation, les jeux de mimes et la recherche documentaire.

MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE

Planification

Ce sujet d'étude représente environ 20 séances de 1h30.

Pour assurer une continuité dans la construction des connaissances et plutôt que d'étaler les séances dans le temps, nous préconisons un rythme soutenu de deux séances hebdomadaires. Ainsi, on pourra annualiser le programme de sciences et de technologie sur l'année.

L'évaluation initiale

Ce questionnaire est un test à programmer en préambule aux séquences. Il permet :

- d'introduire le sujet traité et de motiver les élèves,
- d'identifier ce que les élèves connaissent déjà ou croient connaître.

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.

Chaque séquence 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 d'expériences élaborés par l'élève avec ou sans trame : problème posé, hypothèses émises, schémas ou explications des expériences, conclusions momentanées, nouvelles questions ...
- des bilans de classe différenciés des traces individuelles (par la couleur par exemple) 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.

A 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

- laisser assez de temps à l'enfant ou lui ménager un moment personnel pour écrire, parfaire ses notes ; faire le bilan écrit de ce qu'il a appris
- aider à l'orthographe et à la syntaxe (dans la mesure où ce cahier n'est en général pas corrigé par le maître pour permettre à l'enfant une expression libre et spontanée). On pourra afficher des supports en classe ou tout outil de référence qui semblera approprié.

L'organisation de l'espace et l'affichage

Prévoir un **espace d'affichage** assez grand pour garder les traces des expériences, tous les **écrits provisoires** (pense-bêtes, hypothèses des élèves, questions en suspens...) sont des jalons pour la recherche. Un **"chemin de fer"** situant le temps de l'expérience serait intéressant (repérer dans le temps les séances et leur but, par exemple, projets annexes, textes complémentaires apportés par le maître, trouvailles...).

Le travail à la maison

Proposé de manière régulière, le travail à la maison a pour objectifs :

- d'assurer une continuité avec le travail effectué en classe (recherches, réinvestissement...)
- de favoriser les liens école-familles ; l'aspect universel des sujets proposés suscite souvent beaucoup d'intérêt chez les parents, intérêt qui apporte une motivation supplémentaire aux élèves pour le travail scolaire.

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.

✓ CONNAISSANCES ET COMPÉTENCES VISÉES

1. Le ciel et la Terre

• Les ombres et la lumière

- Connaître les conditions d'obtention d'une ombre
- Savoir qu'à plusieurs sources lumineuses correspondent plusieurs ombres
- Savoir expliquer la variation de la forme de l'ombre d'un objet en fonction de la distance source lumineuse / objet et de la position de la source lumineuse
- Mobiliser ses connaissances sur *les ombres et la lumière* pour expliquer et comprendre les phénomènes d'alternance du jour et de la nuit et de phases de la Lune
- Découvrir quelques propriétés de la lumière

Vocabulaire : lumière, ombre, écran, source lumineuse

• Le mouvement de la Terre (et des planètes) autour du Soleil

- 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)
- 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
- Différencier les planètes du système solaire (caractéristiques, ordres de grandeur)

Vocabulaire : saison, planète, étoile, système solaire, satellite naturel, rotation, révolution, solstice, équinoxe, sens et axe de rotation, inclinaison, points cardinaux, planète gazeuse / rocheuse.

• Le mouvement de la Lune autour de la Terre

- Connaître les différentes phases de la Lune, savoir que ces phases se reproduisent toujours dans le même ordre et la même durée
- Savoir que les phases de la Lune s'expliquent par la révolution de la Lune autour de la Terre
- Comprendre les phases de la Lune par une modélisation

Vocabulaire : nouvelle lune, pleine lune, premier / dernier quartier.

PROGRESSION DU MODULE

Évaluation initiale



Introduction

- | | |
|------------|--|
| • Séance 1 | On a marché sur la Lune... Interrogeons-nous ? |
|------------|--|



LA TERRE

Séance 2	Qu'est-ce qu'un jour ? Qu'est-ce qu'une journée ?
Séance 3	Ombres et lumière (séance intermédiaire)
Séance 4	Pourquoi y a-t-il des jours et des nuits sur Terre ?
Séance 5	Dans quel sens tourne la Terre ?
Séance 6	Comment se repérer sur la Terre ? (séance intermédiaire)
Séance 7	La durée d'une journée est-elle partout la même ?
Séance 8	La durée d'une journée est-elle toujours la même au cours de l'année ?
Séance 9	Comment la Terre est-elle inclinée ?



LA LUNE

Séance 10	Comment voit-on la Lune dans le ciel ?
Séances 11 et 12	Pourquoi voit-on différentes phases de la Lune ?
Séance 13	Position de la Lune et phases lunaires
Séance 14	20 mars 2015, éclipse de Soleil ! Qu'est-ce qu'une éclipse ?



LE SYSTÈME SOLAIRE

Séance 15	Représentations
Séance 16	La Terre, les autres planètes et le Soleil



Évaluation finale

Evaluation initiale

NOM :

CLASSE :

1. a. Qu'est-ce qu'un jour ?

1. b. Qu'est-ce qu'une journée ?

2. a. Pourquoi y a-t-il des jours et des nuits sur Terre ?

2. b. Explique avec un dessin ce qu'il se passe.

3. La durée d'une journée est-elle la même ici, chez nous, et au pôle Nord au même moment ?

Explique pourquoi.

4. Le Soleil se lève-t-il et se couche-t-il tous les jours à la même heure ? Explique pourquoi.

5. a. Dessine le Soleil et la Terre.

5. b. Le Soleil et la Terre bougent-ils ?

5. c. Si tu penses que oui, dessine comment ils se déplacent.

6. a. La Lune nous apparait-elle toujours pareille dans le ciel ?

6. b. Si non, dessine ses différentes formes et explique pourquoi elles sont comme cela.

7. Qu'est-ce qu'une éclipse de Soleil ?

Evaluation initiale Correction

1. a. **Qu'est-ce qu'un jour ?**

- Période de 24 heures

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

1. b. **Qu'est-ce qu'une journée ?**

- Période pendant laquelle il fait jour
- Entre le lever et le coucher du Soleil

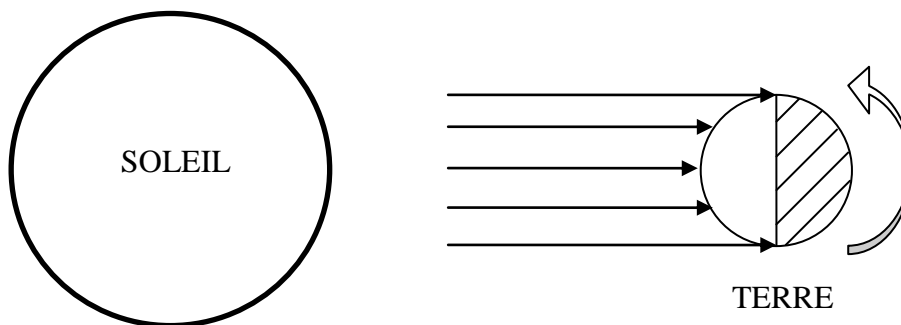
0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

2. a. **Pourquoi y a-t-il des jours et des nuits sur Terre ?**

- Parce que la Terre tourne sur elle-même

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

2. b. **Dessine ce qui se passe.**



3. **La durée d'une journée est-elle la même ici, chez nous, et au pôle Nord ?**

- Non, une journée est plus longue au pôle Nord qu'en France en été.

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

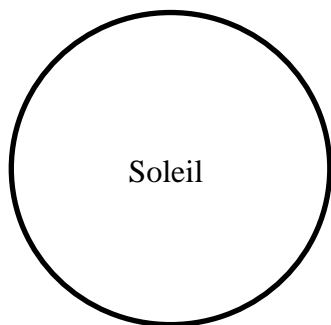
4. **Le Soleil se lève-t-il et se couche-t-il tous les jours à la même heure ? Explique pourquoi**

- Non, une journée est plus longue en été et plus courte en hiver. C'est parce que l'axe de rotation de la Terre est incliné. Le 21 juin, c'est l'été dans l'hémisphère Nord.

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

5. a. **Dessine le Soleil et la Terre.**

L'important, ici, est de savoir si les élèves savent que le Soleil est beaucoup grand que la terre.



Terre

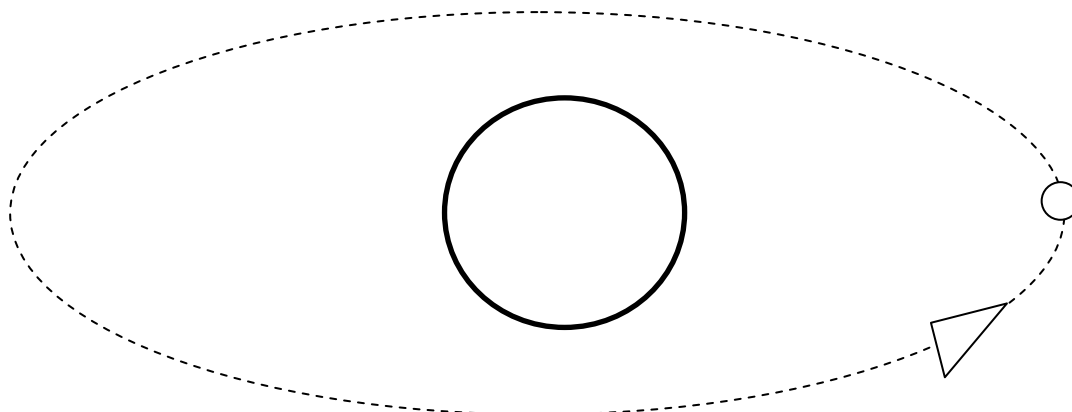


5. b. Le Soleil et la Terre bougent-ils ?

- La Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil.

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

5. c. Si tu penses que oui, dessine comment ils se déplacent.

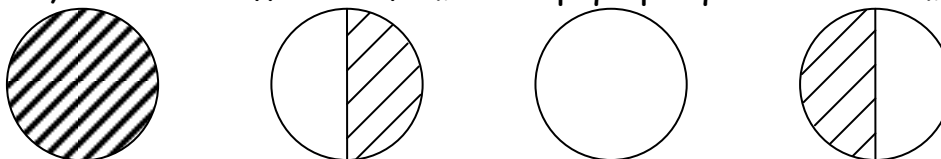


6. a. La Lune nous apparait-elle toujours pareille dans le ciel ?

- Non, elle présente plusieurs phases. Plusieurs formes.

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

6. b. Si non, dessine ses différentes formes et explique pourquoi elles sont comme cela.



- La Lune se fait de l'ombre, c'est en effet la lumière du Soleil qui l'éclaire. Selon l'angle qu'elle fait avec le Soleil par rapport à la Terre, on voit différentes phases.

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

7. Qu'est-ce qu'une éclipse de Soleil ?

- Quand la Lune se situe entre le Soleil et la Terre, il y a une partie de la Terre qui est dans l'ombre de la Lune. C'est ce qu'on appelle une éclipse. La Lune éclipse une partie de la lumière du Soleil.

0 : pas de réponse 1 : réponse fausse 2 : réponse incomplète 3 : réponse complète

SÉANCE 1 : LECTURE D'IMAGE

OBJECTIF LUNE ! : ENQUÊTE SCIENTIFIQUE

A prévoir : L'image suivante sera projetée sur un écran et également photocopiée en couleur au format A5 pour chaque élève qui la collera dans son cahier d'expériences

Inducteur : couverture de l'album d'Hergé « On a marché sur la Lune » ou grande vignette montrant la fusée de Tournesol posée sur le sol lunaire parsemé de cratères et d'ombres portées. On aperçoit dans le ciel noir constellé d'étoiles, un clair de Terre.

Susciter le questionnement (scientifique)



1. L'enseignant demande aux élèves de décrire l'image. Il leur demande, au préalable, s'ils savent où se passe cette scène. Les enfants diront probablement que nous sommes sur la Lune.

Réponses attendues : on voit une fusée, la Terre (éclairée) ; le ciel est noir, il y a des étoiles ; on voit des ombres, des montagnes. On voit, à côté de la fusée, deux astronautes tout petits et leurs ombres très longues.

Le maître incite les élèves à bien observer le sol de la Lune. Les élèves remarqueront qu'il y a des « trous ».

Comment appelle-t-on ces trous ? Les élèves parleront certainement de cratères.

On pourra demander si ces cratères sont tous identiques ? Les enfants diront qu'ils n'ont pas tous la même taille.

2. Le maître propose maintenant aux élèves de dire ce qu'ils comprennent en regardant cette image. Il les incite à se poser des questions.

Questions attendues :

Pourquoi les personnages, les objets et le sol sont-ils éclairés alors que le ciel est noir ? Pourquoi voit-on la Terre ? Pourquoi est-elle éclairée ?

Les élèves diront que c'est le Soleil qui éclaire la Terre et également le sol lunaire.

Puis, on leur demandera où se trouve le Soleil puisqu'on ne le voit pas ?

Les élèves diront certainement qu'il faut regarder les ombres pour connaître la position du Soleil.

A ce stade, il n'est pas utile d'aller plus loin en demandant si la Lune émet sa propre lumière.

Pourquoi les ombres sont-elles allongées ? Pourquoi y a-t-il des cratères ? Pourquoi sont-ils différents ? Pourquoi y a-t-il des montagnes ?

3. Classer les questions et choisir celles qui permettront l'investigation.

Puis l'enseignant demande aux élèves ce qu'ils savent sur le système solaire.

Réponses possibles : *il y a des planètes et le Soleil. Les planètes tournent. Toutes les planètes ne sont pas identiques...*

Il demande ensuite de dessiner (sur une feuille A4 individuellement) le système solaire sans oublier la Terre et la Lune.

Les dessins sont accrochés au tableau pour être rapidement commentés et comparés.

Faire remarquer aux élèves qu'ils n'ont pas tous dessiné la même chose et qu'il conviendra de se mettre d'accord pour une représentation correcte de la réalité. Cela fera l'objet des prochaines séances.

Note : penser à conserver précieusement les dessins qui seront utilisés plus tard dans le module

Annoncer que nous allons étudier une partie des choses auxquelles ils ont pensé, à commencer par quelque chose de très important qui ne figure pas sur l'image (de Tintin).

Les élèves penseront au Soleil.

Puis, demander aux élèves de dire ce qui se passerait s'il n'y avait pas de Soleil.

Sans le Soleil, on ne verrait ni la Terre, ni la fusée, ni les personnages, ni le sol lunaire.

En fait, ce serait la nuit !

On arrive donc à en conclure que sur cette image, ce n'est pas la nuit puisqu'on voit le sol lunaire, la fusée, Tintin, etc.

Question : si ce n'est pas la nuit, qu'est-ce que c'est ? Les élèves diront que « c'est le jour » ou « qu'il faut jour ». Le maître expliquera que c'est l'objet de la séance suivante.

Vers la séance 2 : Qu'est-ce qu'un jour ? Qu'est-ce qu'une journée ?

SÉANCE 2 : QU'EST-CE QU'UN JOUR ? QU'EST-CE QU'UNE JOURNÉE ?

Durée : 2h, en plusieurs moments de la journée, plus un temps le lendemain

Matériel : (pour chaque groupe)

- 1 craie
- 1 mètre

(Pour chaque élève)

- une photocopie de la photo panoramique de la cour

Objectifs :

- distinguer le jour de la journée
- connaître la course du Soleil dans le ciel au cours d'une journée
- connaître la définition astronomique du jour

Vocabulaire : jour, journée, jour solaire

Conditions météo : Temps ensoleillé (suffisamment pour avoir des ombres)

Question initiale

Après avoir demandé aux élèves de rappeler la conclusion de la séance précédente, le maître engage une discussion collective autour des mots « jour » et « journée », l'objectif étant de les distinguer.

En effet, dans le langage courant, le mot « jour » possède plusieurs sens : il signifie aussi bien clarté, jour de la semaine, durée de 24 heures, période pendant laquelle il « fait jour » (et pas nuit), etc.

Exemple de réponses d'élèves et de trace écrite dans une classe de CE2/CM1 :

Voici nos réponses, nos hypothèses pour répondre à ces questions :

Début de la discussion par rapport à l'image de Tintin :

« C'est la nuit sur la Lune ? »

« Non on voit la lumière sur la Lune, la fusée, les astronautes. Il fait jour. »

Qu'est-ce qui se passe depuis 8h ?

« Quand on se lève, le ciel est sombre. »

« Ça commence à faire tout bleu parce que la Terre commence à bouger.

« Il commence à faire jour. Le ciel devient plus clair. »

Qu'est-ce qu'un jour ?

« Des parties : matin, midi, après-midi, soir. »

Est-ce que c'est pareil qu'une journée ?

« Oui, un jour et une journée c'est 24 heures. »

« Une journée, c'est matin, midi, soir. »

« Non, une journée c'est tout le temps qu'on passe avec le Soleil ? »

Quel est le contraire de la journée ?

« C'est la nuit. »

« La journée c'est avant que le Soleil disparaisse. »

« Quand le Soleil disparaît c'est la nuit. »

« A partir de minuit c'est plus une journée. »

Bilan : Alors qu'est-ce que c'est un jour ? Une journée ?

« A partir de minuit ça devient un autre jour. »

« Quand on arrive à l'école, c'est une journée. »

« Un jour c'est 24 heures, la journée c'est quand le Soleil apparaît jusqu'à ce qu'il disparaisse. »

Synthèse et structuration

Au cours de cette discussion, l'enseignant tente de distinguer jour et journée de cette façon :

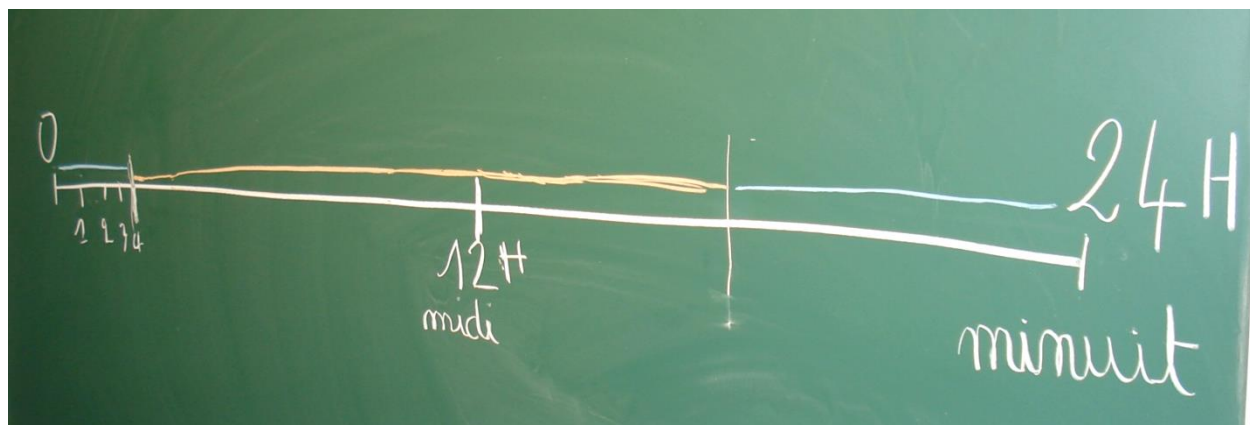
- La journée commence au lever du Soleil et s'achève au coucher du Soleil. C'est la période pendant laquelle le Soleil reste au-dessus de l'horizon.
- Le jour est une période de 24 heures (on ne sait pas trop, à ce stade, à quoi cela correspond par rapport au Soleil).

Pour bien distinguer « JOUR » et « JOURNÉE », l'enseignant tracera au tableau un segment en notant aux extrémités 0 et 24. Il demandera ce que cela représente. A ce stade, les élèves diront que cela représente 24H, c'est-à-dire 1 JOUR.

Il demandera alors à un élève volontaire de venir tracer en jaune la journée sur ce segment, puis à un autre élève de tracer en bleu la nuit.

On aura rappelé que la journée c'est entre le lever et le coucher du Soleil.

On obtient un tracé de ce type :



Note :

Si les élèves n'ont aucune difficulté pour placer « midi » au milieu du segment (c'est la moitié) et « minuit » (c'est 24H !), la plupart d'entre eux ne savent pas ce que 0H représente et ils ne disent pas que c'est également...minuit !

L'utilisation d'un quadrant découpé en 24H pourrait s'avérer utile montrant ainsi qu'on a fait un tour et qu'il s'est écoulé 24H et donc un jour.

Mais cela sera abordé après avoir répondu à la question suivante :

Le maître demande à la classe : ***Qu'est-ce qu'un jour, pour un astronome ? Comment faire pour savoir qu'il s'est écoulé un jour, si on n'a pas de montre ?***

Après quelques minutes de travail individuel, les élèves comparent leurs idées en binôme, puis en classe entière, et le maître écrit les réponses au tableau.

Les réponses peuvent être :

- *quand la petite aiguille de la montre a fait un tour complet (ou deux tours) (cette réponse est hors sujet, puisqu'on veut répondre à la question sans l'aide d'une montre)*
- *on peut regarder où est le Soleil dans le ciel, sa position ;*
- *quand le Soleil revient à la même place dans le ciel ;*
- *quand le Soleil se lève à nouveau (ou se couche à nouveau) ;*
- *quand l'ombre d'un bâton a fait un tour complet ;*
- *un jour dure 24h, quand il est minuit, le jour est terminé ;*
- *on regarde le ciel, il fait jour, puis nuit et quand le jour revient, il s'est passé un jour...*

L'observation de l'ombre d'un bâton (ou d'un arbre, d'un enfant...) apparaît comme la bonne façon de repérer la position du Soleil dans le ciel.

Note scientifique

Attention : il importe de ne jamais regarder le Soleil à l'œil nu, ni même avec des lunettes de soleil. Pour le regarder, il faut impérativement utiliser des lunettes « spéciales éclipse » ou un Solarscope.

Si la météo est favorable (ciel clair, Soleil et ombres portées visibles au sol), la séance se déroulera comme suit. Dans le cas contraire, voir déroulement proposé plus bas.

Recherche, expérimentation (en groupe de 4)

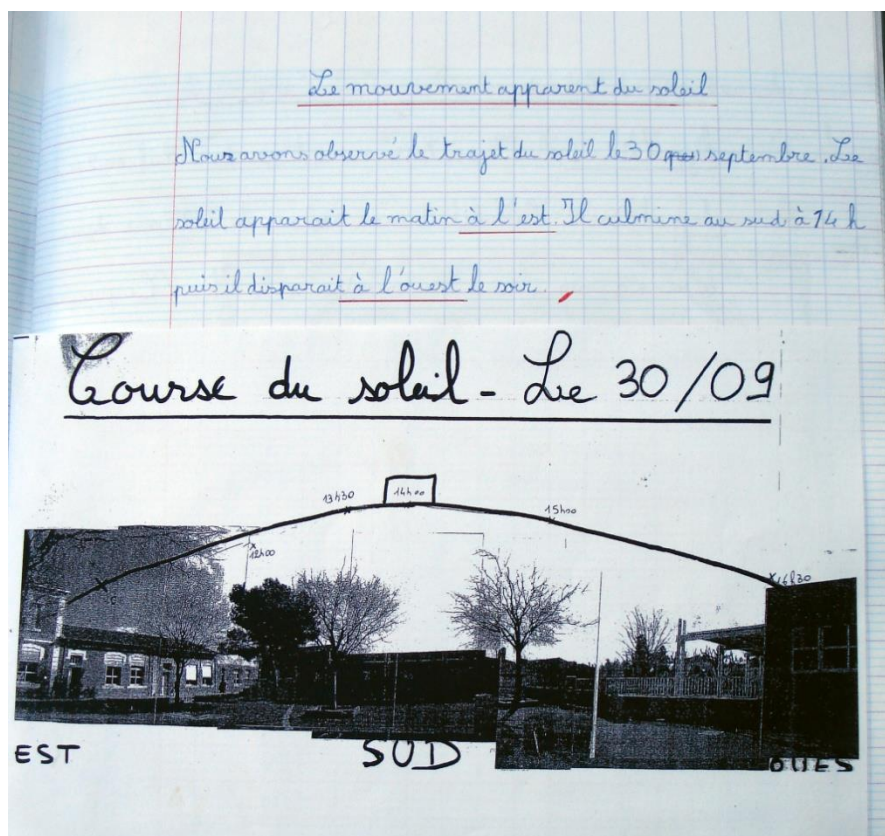
Les élèves relèvent, à plusieurs moments de la journée, la taille et la position de l'ombre de l'un d'entre eux.

L'ombre est tracée à la craie sur le sol et mesurée de la tête aux pieds. Les enfants dont on mesure l'ombre se tiennent bien à la verticale, pieds joints et dos au Soleil.

Ils se placent au même endroit à chaque fois, pour ne faire varier qu'un seul paramètre entre les différentes observations.

Pour chaque mesure, les élèves notent dans le cahier d'expériences la taille de l'ombre et l'heure. Les mesures peuvent être effectuées à 9 h 30, 11 heures, 14 heures en été (13 heures, si l'heure d'hiver est en vigueur, cette mesure étant la plus importante car proche du midi solaire : la taille de l'ombre est alors minimale) et 15 h 30.

A chaque moment de la journée, l'enseignant demande aux élèves de relever la position du Soleil qui sera notée sur la photo panoramique de la cour de récréation (voir trace ci-dessous).



Note scientifique

On admet communément que le midi solaire correspond à 14 heures en été (13 heures en hiver), à la montre. Ce n'est qu'une approximation car le moment auquel le Soleil passe au plus haut dépend de la longitude du lieu d'observation : il n'est donc pas le même sur tout le territoire français (de Brest à Strasbourg, il y a presque une heure de décalage !).

Une fois la première mesure réalisée, en attendant d'effectuer les autres mesures quelques heures plus tard, les élèves tentent de prévoir les résultats futurs.

Le maître leur donne la consigne :

« Dessinez dans votre cahier d'expériences l'ombre telle que vous pensez l'observer à 11 heures, puis à 14 heures et à 15 h 30. Faites attention à l'orientation et à la taille de l'ombre ».

Note pédagogique

Les dessins produits sont souvent maladroits, mais ne traduisent pas forcément une mauvaise compréhension du phénomène étudié (pour s'en assurer, on invite les élèves à venir présenter leurs hypothèses au tableau et à les commenter). La plupart savent en effet que l'ombre doit être orientée dans la direction opposée au Soleil, et qu'elle doit être d'autant plus courte que le Soleil

est haut dans le ciel. En revanche, dessiner cette scène (3D) sur une feuille ou au tableau (2D) peut s'avérer difficile.



Mesure de l'ombre d'un élève à 9 h 30

Note pédagogique :

Penser à prendre des photos qui permettront de ré-exploiter ces observations dans la suite du module ! (cf p.19)

Synthèse et structuration

En fin de journée, on dispose de plusieurs relevés d'ombres. Les ombres tracées au plus près du midi solaire sont les plus courtes.

À ce stade, la plupart des élèves pensent que, le lendemain à la même heure, les ombres se superposeront.

La classe peut donc conclure, de façon provisoire : *le jour est la durée que met le Soleil pour revenir deux fois de suite au même endroit dans le ciel. Il dure 24 heures.*

Le maître rappelle que cette donnée doit être vérifiée : pour l'instant, il s'agit davantage d'une hypothèse que d'une conclusion.

Le lendemain, on consacre quelques minutes à vérifier l'hypothèse de la veille, à savoir que, **24 heures plus tard, le Soleil est revenu à la même place** (les ombres ont la même orientation et la même taille que celles de la veille à la même heure).

	mandi 9h47	jeudi 9h47	mandi 15h45	jeudi 15h45
①	3m50	3m50	1m65	1m64
②	3m50	3m53	2m15	2m16
③	3m20	3m20	1m60	1m60
④	2m90	2m90	1m50	1m50

Ombres mesurées par tous les groupes de la classe le mardi matin et après-midi, et le jeudi aux mêmes heures. On constate qu'au cours de la journée les ombres changent de taille et que, d'une journée à l'autre, elles ont la même taille si on les mesure à la même heure.

Note scientifique

Ceci n'est bien sûr qu'une approximation : la longueur des ombres varie d'un jour sur l'autre (l'ombre est de plus en plus courte si on va vers le solstice d'été, de plus en plus longue si on va vers le solstice d'hiver). Néanmoins, en 1 journée, cette différence de taille est très faible : on peut considérer, ici, que les ombres ont la même taille.

Conclusion :

Le Soleil se déplace dans notre ciel au cours d'une journée. A 24 heures d'intervalle, il revient dans la même position. C'est ce que les astronomes appellent un « jour solaire ».

Variante en cas de météo défavorable :

On introduit la séance jusqu'à la question « Comment savoir qu'il s'est écoulé un jour, si on n'a pas de montre ? »

Ensuite, on recueille les propositions des élèves qui diront :

- Il faut regarder le Soleil (c'est vrai mais cela ne suffit pas)
- C'est quand le Soleil se lève et se couche (c'est faux)
- Il faut observer le mouvement du Soleil dans le ciel (c'est vrai mais insuffisant)
- C'est entre le lever et le coucher du Soleil (c'est faux car c'est la définition d'une journée, vu précédemment)
- Et peut-être... c'est le temps qui sépare 2 levers successifs du Soleil. (là c'est exact mais peu d'élèves devraient le trouver)

Puis, on met de côté ces réponses et on explique aux élèves qu'on reviendra sur ces questions prochainement.

En attendant, leur demander de réfléchir pour la prochaine fois à une façon d'observer le mouvement du Soleil sans le regarder directement.

Peut-être penseront-ils à regarder les ombres produites...

On passe alors à la séance 4 directement car la séance 3 est liée à la 2.

SÉANCE 3 (SÉANCE INTERMÉDIAIRE) : OMBRES ET LUMIÈRE

Cette séance intermédiaire sur les ombres et la lumière permettra aux élèves de modéliser la course du Soleil dans le ciel et de comprendre le rapport entre la position de la source lumineuse et la taille et la direction des ombres.

Durée : 1h20

Matériel :

Pour chaque groupe :

- une source de lumière : lampe de poche représentant le Soleil
- un playmobil ou un objet opaque (bouchon en liège, gomme) représentant une personne
- une feuille blanche sur laquelle on pourra tracer directement les contours des ombres

Objectifs :

- Faire apparaître quelques caractéristiques des ombres et de la lumière
- Faire émettre des hypothèses
- Découvrir que le Soleil se déplace dans le ciel et n'est pas à la même hauteur au cours de la journée
- Découvrir que la position du Soleil dans le ciel est liée au temps (de la montre)
- Être capable de faire varier l'ombre du personnage en taille et en direction
- Travailler le vocabulaire propre aux formes et au mouvement pour décrire l'ombre et son comportement
- Savoir que la Terre tourne sur elle-même

Lexique : Ombre, lumière, source lumineuse, rotation, révolution

Question initiale

Après avoir revu les conclusions de la séance précédente, l'enseignant explique que cette séance a pour but de mieux comprendre le rapport entre la source lumineuse (le Soleil) et les ombres observées.

Il pose la question suivante aux élèves et leur demande d'y répondre individuellement dans leur cahier d'expériences : « Vous avez déjà observé votre ombre, qu'avez-vous remarqué ? »

Ombre et lumière

Avez-vous déjà observé votre ombre ? Qu'avez-vous remarqué ?

Qui j'ai déjà observé mon ombre. J'ai remarqué que l'ombre fait comme si on est très grand (et)

Recueil de représentations :

Avez-vous déjà observé votre ombre ? Qu'avez-vous remarqué ?

Réponses des enfants :

1. Je n'ai rien remarqué.
2. L'ombre est plus petite que nous.
3. L'ombre est plus grande que nous.
4. On ne voit ni les yeux ni la bouche.
5. Ce n'est pas un reflet comme dans un miroir, il n'y a pas de couleur.
6. On ne la voit que lorsqu'il y a le Soleil.
7. C'est notre reflet.
8. Elle fait exactement les mêmes gestes que nous.
9. Elle a la même forme que nous.
10. Elle est toute noire.
11. Quand je marche, elle est plus grande que moi.
12. Quand on est à l'ombre d'un bâtiment, on n'a plus d'ombre.
13. L'ombre est des fois devant nous, des fois derrière ou à côté.
14. S'il y a plusieurs lumières, il y a plusieurs ombres. On a autant d'ombre que de lumière (comme sur un stade de foot la nuit)
15. Notre ombre se déplace avec nous.
16. Quand il fait noir, on n'a pas d'ombre.
17. Elle a la même forme que nous.
18. Je ne sais pas ce que veut dire ce mot.
19. Notre ombre se reflète sur un mur.

Extrait d'un cahier d'expériences de la classe de CM1
de Caroline Merle - Académie de Montpellier

Mise en commun

L'enseignant note sur une affiche les réponses des élèves et engage une discussion pour faire émerger quelques idées telles que : l'ombre a la même forme que nous ; elle est noire ; est elle parfois devant nous, parfois derrière ; pour faire une ombre, il faut de la lumière ; l'ombre change de taille, ça dépend de la position de la lumière...

Modélisation (en petit groupe) :

Consigne : « Vous allez essayer de reproduire la course du Soleil dans le ciel. Pour cela, rappelez-vous ce que nous avons fait et observé la fois dernière. »

Si les élèves ont des difficultés pour modéliser, on pourra leur demander de faire des ombres de leur objet-personnage, les plus grandes possibles, les plus petites, à gauche, à droite, devant, derrière le personnage. Préciser que l'objet ne doit pas bouger.



Synthèse et structuration

Après avoir laissé suffisamment de temps aux élèves pour expérimenter, le maître leur demande ce qu'ils ont remarqué. Les élèves devront comprendre que pour faire varier l'ombre en taille et en direction, il faut déplacer la lampe et que plus la source lumineuse est en hauteur, plus l'ombre est petite (courte), plus elle est basse (sur le côté), plus l'ombre est grande (longue).

Les élèves auront également remarqué que l'ombre est toujours opposée à la lumière par rapport à l'objet. Enfin, la source lumineuse, l'objet et l'ombre sont toujours alignés.

Cette mise en commun fera l'objet d'une conclusion qui sera rédigée collectivement puis recopiée dans le cahier d'expériences.

SÉANCE 4 : POURQUOI Y A-T-IL DES JOURS ET DES NUITS SUR TERRE ?

Durée : 1h30

Matériel :

Pour chaque groupe :

- une source de lumière : lampe (ampoule montée sur un support) représentant le Soleil
- une boule de polystyrène fixée sur un axe (brochette en bois) représentant la Terre et ses pôles
- une épingle, plantée dans la boule représentant la Terre, figurant l'enfant dont on a mesuré l'ombre dans la cour

Objectifs : Savoir que la Terre tourne sur elle-même

Lexique : Rotation, révolution

Question initiale

Après avoir revu les conclusions de la séance précédente, l'enseignant explique que cette séance a pour but de comprendre pourquoi il y a des jours et des nuits sur Terre. Il pose la question aux élèves et leur demande de dessiner sur une feuille A4, individuellement, ce qu'ils en pensent.

L'enseignant recueille alors quelques dessins représentatifs des conceptions des élèves et les accroche au tableau. Les élèves viennent les commenter.

Cette activité donne lieu à une discussion collective sur la façon de représenter les différents mouvements de la Terre et du Soleil. On peut alors se mettre d'accord sur un mode de représentation commun à toute la classe : vue de dessus (la vue en perspective est déconseillée pour le moment), codage des mouvements de révolution et de rotation...

Les différentes hypothèses sont notées au tableau.

Note pédagogique :

Les enfants connaissent déjà la réponse à cette question : la Terre tourne sur elle-même.

Mais cette connaissance n'est en général pas justifiée. Une séance comme celle-ci sert davantage à apprendre une démarche de raisonnement qu'un fait (déjà connu de tous). En effet, peu d'élèves ont, à ce stade, le réflexe d'envisager toutes les solutions possibles et de les examiner une par une : ils ont tendance à se contenter de la solution qui leur paraît la plus évidente.

Les réponses des enfants sont, par exemple :

- *le jour, c'est devant le Soleil ; la nuit, c'est de l'autre côté ;*
- *le Soleil n'éclaire qu'un seul côté de la Terre ;*
- *la Terre tourne autour du Soleil ;*
- *la Terre tourne sur elle-même ;*
- *le Soleil tourne autour de la Terre...*

Elles ne sont pas exclusives : les deux premières, qui sont identiques, servent également aux trois dernières.

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 - boule, lampe, élève terre, élève soleil - et la réalité - Terre, Soleil -, tout en travaillant explicitement sur la correspondance entre les deux.

Quels modèles pour expliquer l'alternance des jours et des nuits ?

Un premier tableau est commenté collectivement.

Notre maquette	Ce que ça représente
Une lampe	Le Soleil
Une boule en polystyrène	La Terre
Une punaise sur la boule	La France

Puis, par petits groupes, et avant toute manipulation, les élèves complètent un second tableau dans lequel seule la colonne de gauche est fournie.

Ce qui peut se produire dans notre modèle	Ce que cela représente dans la réalité
La lampe éclaire la boule	<i>Le Soleil éclaire la Terre</i>
Une partie de la boule est dans la lumière de la lampe	<i>Une partie de la Terre est dans la lumière du Soleil</i>
Une partie de la boule est dans l'ombre de la lampe	<i>Une partie de la Terre est dans la nuit</i>
La punaise est dans la lumière	<i>La France est dans la lumière du Soleil ou il fait jour en France</i>
La punaise est dans l'ombre	<i>La France est dans la nuit</i>

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.

Lors de la phase de simulation, les élèves seront de nouveau guidés par un tableau à remplir (voir tableau ci-dessous).

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.

Rappelons que si nous voulons troubler les élèves, ce n'est pas pour les faire douter de l'héliocentrisme, mais pour les engager dans ce qui constitue un fondement de la démarche scientifique, la discussion sur la validité d'un modèle.

Recherche (expérimentation)

L'enseignant présente le matériel et demande aux élèves ce que chaque objet représente.

La boule en polystyrène représente la Terre et la lampe le Soleil.

Puis, il répartit les élèves en groupes et leur distribue le matériel. Chaque groupe essaye de reproduire l'alternance jour/nuit avec ce matériel et teste toutes les hypothèses émises précédemment.

Laisser les élèves tâtonner quelques minutes, puis revenir au dispositif en précisant qu'il s'agit d'un modèle (on peut également employer le terme « maquette »), qui représente la réalité de façon simplifiée et qui sert à réfléchir (et pas uniquement à être manipulé).

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.



Modélisation de l'alternance jour/nuit dans une classe de CM1
Ecole Georges Charpak, Nogent sur Oise

Remarques

- Il est préférable d'utiliser des ampoules montées sur un support plutôt que des lampes de poche, car celles-ci ont une faible puissance et un faisceau étroit : ce faisceau n'éclaire en général pas toute la sphère terrestre, ce qui fausse l'interprétation des expériences.
- Une pièce avec des rideaux foncés permet de créer une obscurité suffisante à l'obtention de bons contrastes.

Mise en commun et conclusion

L'hypothèse « la Terre tourne autour du Soleil » est intéressante et mérite de ne pas être écartée a priori : si on fait tourner la Terre autour du Soleil uniquement (c'est-à-dire sans faire tourner la Terre sur elle-même), on reproduit bien une alternance jour/nuit. Dans ce cas, le cycle jour/nuit dure... un an, et pas 24 heures.

Rapidement, la classe arrive au même constat : on ne peut pas choisir, avec cette expérience, si la Terre tourne sur elle-même ou si le Soleil tourne autour de la Terre.

Pourtant, tout le monde sait que la Terre tourne sur elle-même. La question est donc : comment les astronomes ont-ils fait pour le savoir ?

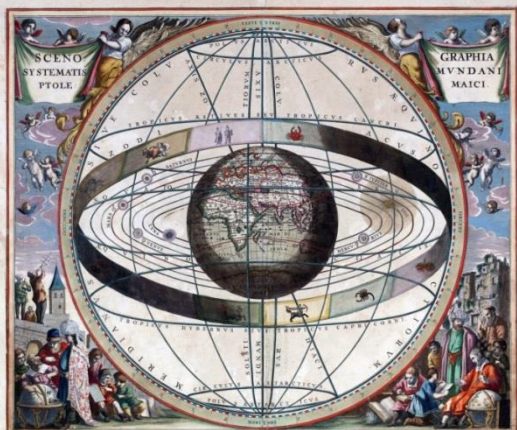
Recherche documentaire en groupe de 4 :

Le maître explique alors que cette question a été longuement débattue entre les scientifiques et propose une étude de documents retraçant les grandes étapes historiques (Ptolémée, Copernic, Galilée).

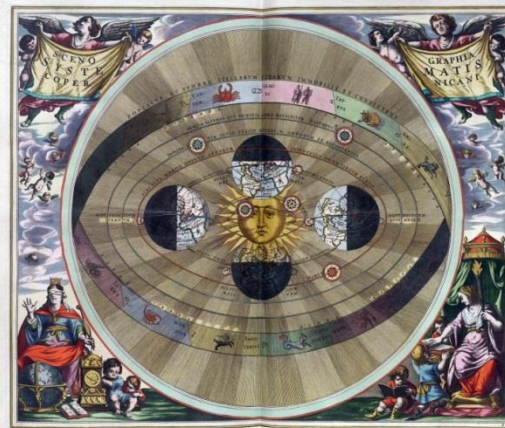
Note scientifique

La représentation du monde, en Occident, a évolué tout au long de l'histoire. Dans la Grèce antique, la Terre était représentée comme une sphère autour de laquelle tournaient le Soleil et les autres corps célestes (la Lune, les planètes et les étoiles). Ce système géocentrique (centré sur la Terre) perdura jusqu'à l'époque classique. Au XVI^e siècle, Copernic provoqua une véritable révolution en imaginant un système héliocentrique (centré sur le Soleil) dans lequel la Terre et les autres planètes tournent autour du Soleil. Ce système s'imposa progressivement, grâce notamment à Galilée, tout en se raffinant (Kepler introduisit l'ellipticité des orbites, confirmée ensuite par la théorie de la gravitation de Newton). Les premières confirmations expérimentales vinrent de Bradley (qui montra que la Terre tournait autour du Soleil) au XVIII^e siècle, puis de Foucault (qui montra, avec son pendule, que la Terre tournait sur elle-même) au XIX^e siècle.

Les deux documents suivants sont distribués.



Modèle de Ptolémée 90 - 168



Modèle de Copernic 1474 - 1543

Après une lecture individuelle ou en binôme (images seules), les élèves en discutent en groupe et proposent une explication de chacun des modèles (géocentrique, héliocentrique).

Questions guides :

Ptolémée

- Quel élément se trouve au centre du système de Ptolémée ?
- Quel est le mouvement de la Terre ?
- Pourquoi une partie est-elle en noir ?
- Que voit-on autour de la Terre ?

Copernic

- Quel élément se trouve au centre du système de Copernic ?
- Quels sont les mouvements de la Terre ?
- Pourquoi la Terre est-elle représentée quatre fois ?
- Pourquoi une partie est-elle en noir ?

Mise en commun

Discussion collective à partir des interprétations des élèves.

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 aura fallu attendre Copernic puis Galilée pour envisager un autre modèle explicatif.

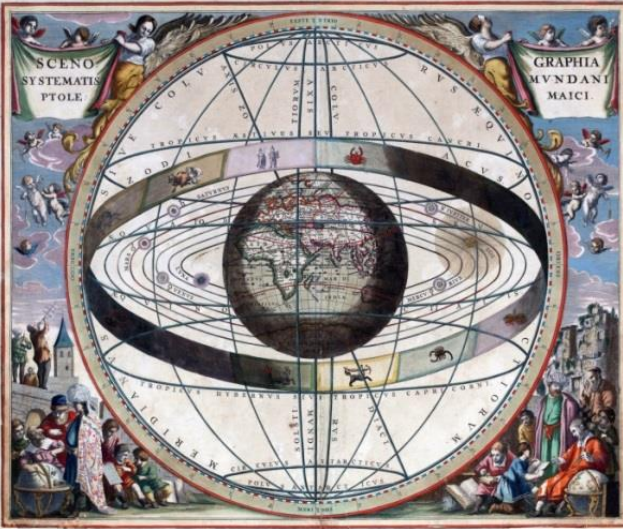
Exemple de document complémentaire à donner aux élèves ou mieux, à produire avec les élèves.

Dans ce cas, une recherche documentaire peut-être menée à un autre moment et permet aux élèves de produire un document de ce type :

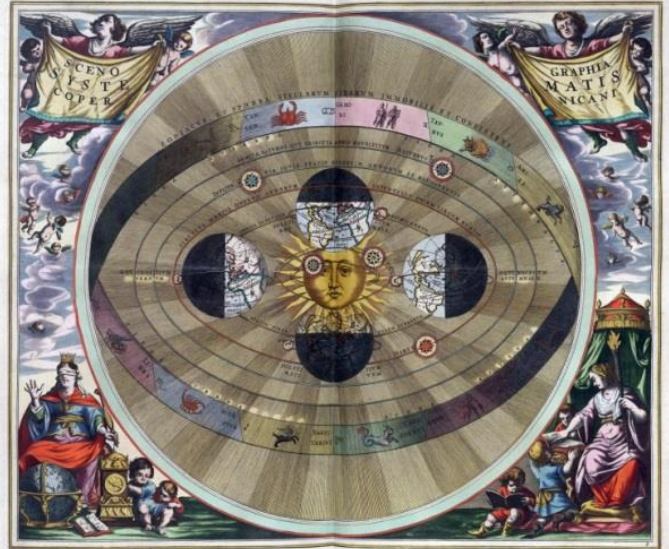
		
<p>PTOLÉMÉE (90 - 168) Il vivait à Alexandrie en Égypte pendant l'Antiquité. Il croyait que la terre était immobile au centre du monde. Son livre d'astronomie est resté un modèle pendant 1500 ans.</p>	<p>COPERNIC (1474 / 1543) Il a bousculé l'astronomie de Ptolémée en affirmant que la Terre tournait autour du Soleil comme les autres planètes.</p>	<p>GALILÉE (1564 / 1642) Le premier qui a utilisé une lunette pour observer le ciel (en 1609). Il a ainsi découvert des satellites de Jupiter, les anneaux de Saturne et les montagnes lunaires.</p>

CONCLUSION :

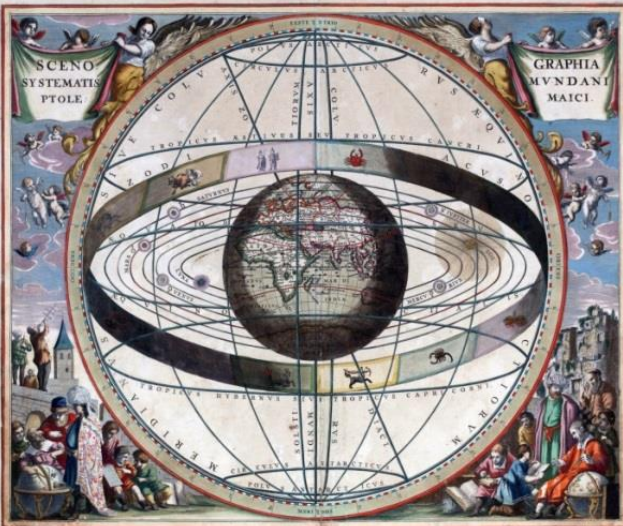
La classe conclut qu'être dans la nuit, c'est être dans l'ombre de la Terre, que le Soleil ne disparaît pas, qu'il est « fixe » et que c'est la Terre qui tourne sur elle-même en 24 heures autour d'un axe de rotation (axes des pôles). C'est ce qui explique l'alternance des jours et des nuits. Les rôles de Copernic et de Galilée sont précisés.



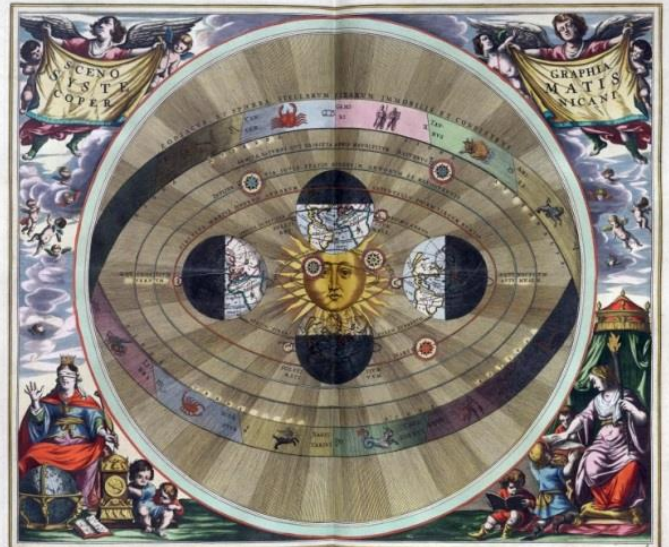
Modèle de Ptolémée 90 - 168



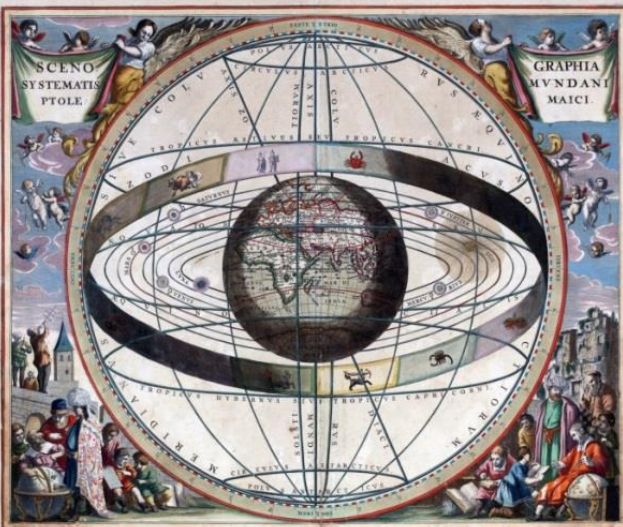
Modèle de Copernic 1474 - 1543



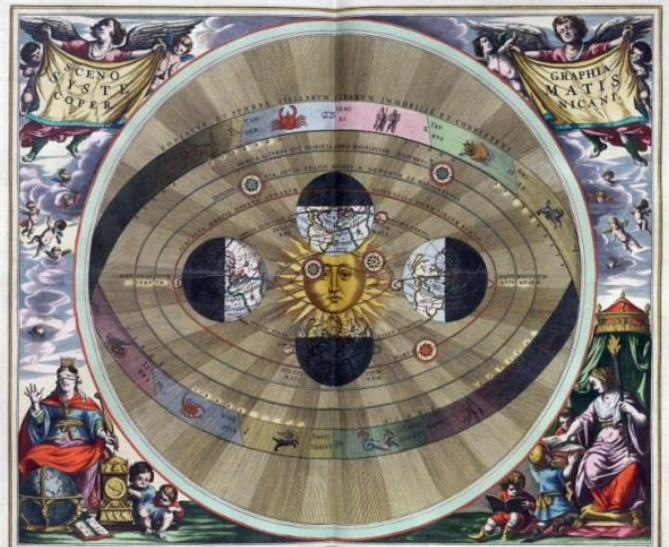
Modèle de Ptolémée 90 - 168



Modèle de Copernic 1474 - 1543



Modèle de Ptolémée 90 - 168



Modèle de Copernic 1474 - 1543

SÉANCE 5 : DANS QUEL SENS TOURNE LA TERRE ?

Durée : 1h30

Objectifs :

- Savoir dans quel sens la Terre tourne sur elle-même
- Comprendre la relation entre le mouvement apparent du Soleil et le sens de rotation de la Terre

Lexique : Rotation,...

Question initiale

Le maître rappelle ou fait rappeler par les élèves la conclusion des séances précédentes : *la Terre tourne sur elle-même en 24 heures.*

Il demande ensuite : *dans quel sens la Terre tourne-t-elle ?*

Les réponses sont très diverses (*vers la droite, vers l'ouest, ça dépend...*),

Puis, il pose la question « *Savez-vous où se lève et où se couche le Soleil ?* ». Plusieurs réponses sont possibles à ce stade : à gauche, à droite, à l'Est, à l'Ouest.

L'enseignant demande : *Connaissez-vous un moyen de vérifier si le Soleil se lève à l'est ou à l'ouest ? Si les élèves ne trouvent pas, on pourra demander s'ils connaissent un objet (instrument) qui permet de se repérer ? Les élèves penseront certainement à la boussole.*

L'enseignant demande aux élèves s'ils savent comment fonctionne une boussole et comment on l'utilise. Une courte explication et démonstration est faite en classe pour permettre d'aborder les points cardinaux.

L'enseignant forme ensuite des groupes de 4 élèves et leur propose de sortir dans la cour. Chaque groupe dispose d'une boussole, de la photo panoramique représentant la course du Soleil dans la cour et d'un crayon ou feutre.

Consigne : « *Vous allez indiquer sur la feuille où se trouvent l'est et l'ouest et également le nord et le sud* ».

La classe arrive alors à la conclusion que le Soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest.

L'enseignant demande ensuite : *Que peut-on faire pour savoir dans quel sens tourne la Terre ?*

Recherche (jeu de rôles)

Note : En procédant ainsi, on oriente les élèves dans une tâche de réflexion, non de devinette.

Puisqu'ils ont observé la course du Soleil et relevé des ombres quelques jours auparavant, la réponse arrive facilement : *on regarde les ombres tracées dans la journée.*

Le maître retrace au tableau, les ombres qui avaient été observées à différents moments de la journée (dessin réalisé à partir de la photo des ombres observées dans la cour) et fait remarquer

que ces ombres ont tourné dans le sens des aiguilles d'une montre, si on regarde la scène du dessus.

Le mouvement de l'ombre étant connu (dans le sens des aiguilles d'une montre), on s'interroge sur le mouvement du Soleil. Il peut être utile de faire venir un élève au tableau pour dessiner le Soleil pour chaque position de l'ombre : on constate qu'il « tourne » lui aussi dans le sens des aiguilles d'une montre. Il est préférable, puisqu'on sait que le Soleil ne tourne pas autour de la Terre, de l'exprimer de la façon suivante : *on a l'impression que le Soleil tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.*

Il faut désormais savoir dans quel sens la Terre tourne. Il y a désaccord sur le mouvement de la Terre, les élèves étant partagés entre les deux propositions contraires :

- *la Terre tourne dans le même sens que le Soleil*
- *la Terre tourne en sens inverse*

Dans la cour :

L'enseignant propose un jeu de rôle : une ronde d'enfants fait la Terre (ils se tiennent par la main et regardent à l'extérieur du cercle), comme s'ils figuraient l'équateur. A chaque élève est attribuée une heure. Un des élèves est placé en dehors de la ronde pour jouer le rôle du Soleil.

Note pédagogique

Des tableaux de correspondance du même ordre sont élaborés, avec le même objectif que lors de la séance précédente.

Notre modèle (ou méthode)	Ce qu'il représente	Ce qu'il doit faire
Un élève	Le Soleil	Rester immobile
Un autre élève ou Une ronde	La Terre	Tourner sur lui-même ou Tourner sur elle-même

Ce premier tableau ci-dessus est élaboré collectivement. Il en est de même pour la structure du second présenté ci-après.

Les élèves ont à leur charge, par petits groupes, de remplir la deuxième colonne. La suite consiste dans la mise en œuvre des simulations.

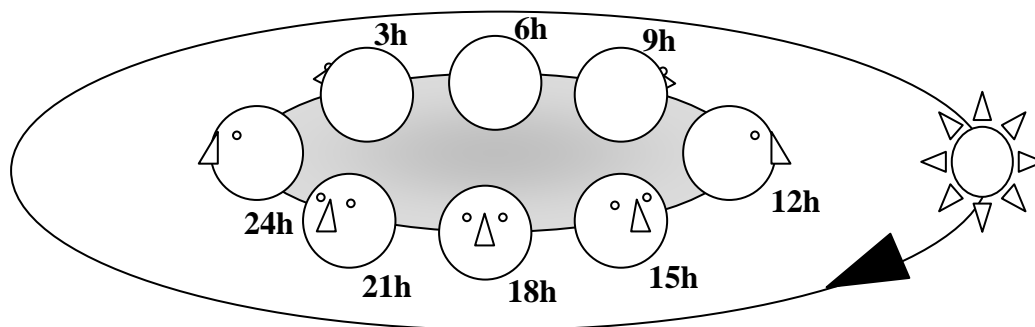
Guidés dans leur réflexion, les élèves parviennent ainsi plus aisément à choisir le sens de rotation qui permet de voir l'élève-Soleil apparaître à gauche, passer devant, et disparaître à droite.

Ce qui peut se passer pour chaque élève qui fait la Terre	Ce que cela représente dans la réalité
Il peut voir l'élève-Soleil	<i>Il fait jour</i>
Il ne peut pas voir l'élève-Soleil	<i>Il fait nuit</i>
L'élève-Soleil est en train d'apparaître	<i>Le Soleil est en train de se lever</i>
L'élève-Soleil est en train de disparaître	<i>Le Soleil est en train de se coucher</i>

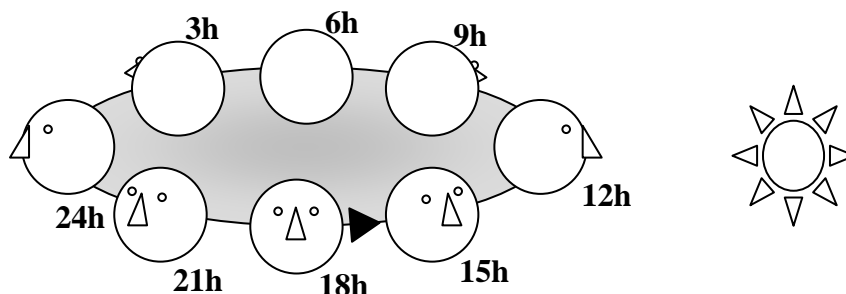


Le jeu se déroule en deux temps :

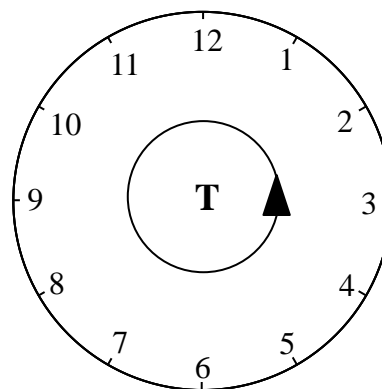
1. Les élèves reproduisent, dans un premier temps, ce qu'ils observent : le Soleil tourne autour de la Terre dans le sens des aiguilles d'une montre. Chaque enfant, sur Terre, qui voit le Soleil passer devant lui doit dire à haute voix l'heure qui lui a été donnée.



2. Puis on admet que le Soleil reste fixe et on demande donc aux enfants qui font la Terre de tourner. Ils doivent choisir un sens de rotation, de façon que, pour eux, le Soleil défile dans le même sens. Si les élèves tournent dans le bon sens, alors le passage des heures se fera correctement, sinon les heures défileraient à l'envers. Spontanément, les enfants se mettent à tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.



Une fois le bon sens trouvé, on pourra écrire à la craie, sur le sol, le sens de rotation de la Terre dans un cadran de montre.



Note pédagogique :

Ce jeu de rôle a pour avantage de faire vivre le changement de référentiel « avec le corps », ce qui est plus facile que de se le représenter mentalement. La grande majorité des enfants, sinon la totalité, est ainsi convaincue que les sens de rotations doivent être inversés.

De retour en classe, les élèves dessinent tout d'abord ce qu'ils ont compris, puis le reproduisent sur une maquette (boule de polystyrène + lampe).

Certains demanderont peut-être des repères à mettre sur leur boule. L'enseignant distribuera alors des étiquettes « Nord », « Sud », « Est », « Ouest » et « Nogent » à coller sur la sphère. Quand on fait tourner la boule dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, on voit alors apparaître dans la lumière d'abord l'étiquette « Est », puis l'étiquette « Nogent » et enfin l'étiquette « Ouest ».

Une autre façon de procéder qui permet **d'éviter les erreurs de latéralisation** consiste à demander aux élèves d'observer la boule par le dessus (vue du Pôle Nord) et de la faire tourner dans le bon sens (à présent, nous savons que la Terre tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre).

Cette lecture est plus facile pour les élèves et leur permet de dessiner dans la foulée un schéma représentant l'alternance jour/nuit (voir schéma ci-dessous)

La classe peut donc conclure collectivement : *si l'on voit le Soleil tourner dans le sens des aiguilles d'une montre, cela signifie que la Terre, vue du pôle Nord tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Le Soleil se lève à l'Est et se couche à l'Ouest.*

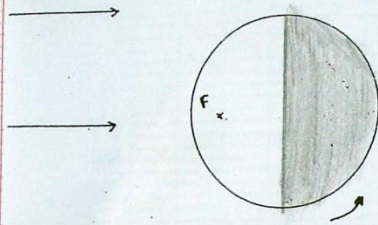
Dans leur cahier d'expériences, les élèves feront un schéma de la ronde et colleront différentes photos de leur jeu de rôle prises par le maître lors de la séance. Ils écriront pour finir la conclusion de la séance.

Note scientifique

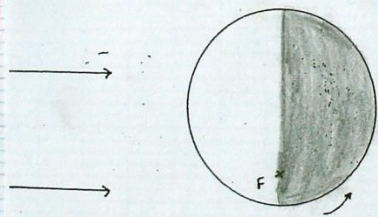
Dans l'hémisphère Sud, il faut bien sûr inverser cette proposition : on voit le Soleil tourner dans le sens inverse des aiguilles d'une montre ; donc, vue du pôle Sud (par en dessous), la Terre tourne dans le sens des aiguilles d'une montre.

La représentation sur schéma

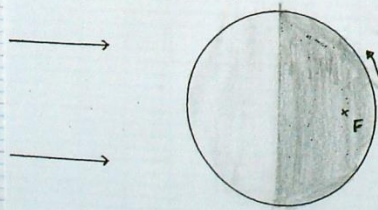
LE JOUR
&
LA NUIT



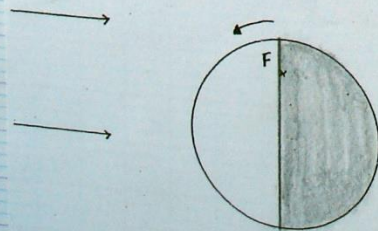
il est midi



le soleil se couche



il est minuit



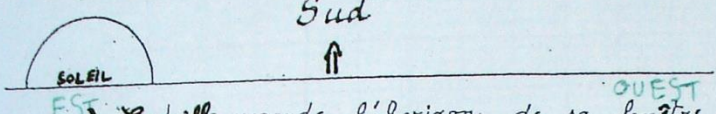
le soleil se lève

Extrait d'un cahier d'expériences de la classe de CM1
de Caroline Merle - Académie de Montpellier

Une évaluation intermédiaire de ce type pourra être proposée aux élèves :

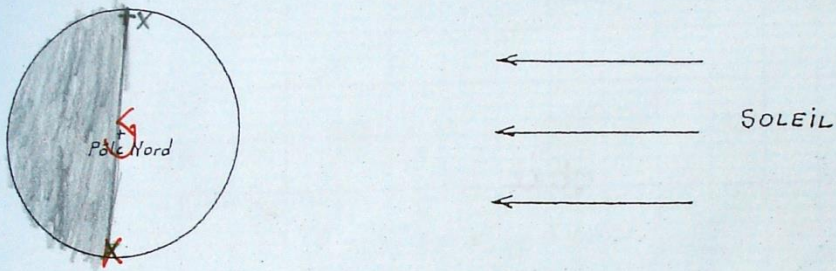
AB

Exercice 1:



a) Camille regarde l'horizon de sa fenêtre.
 À ton avis, à quel moment de la journée se trouve-t-elle? (matin, midi ou soir). matin

b)



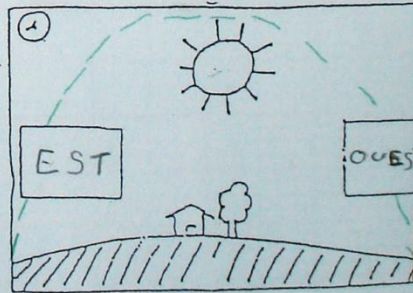
Terre vue de dessus.

- Place la nuit sur le globe.
- Dessine Camille en t'aidant du sens de rotation de la Terre.

Exercice 2:

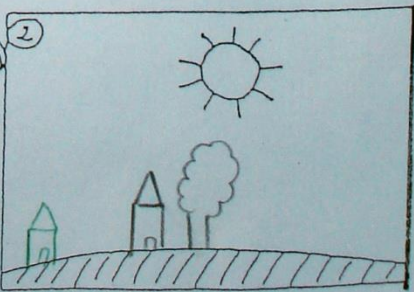
Il est midi. (schéma ①)

La personne qui regarde le paysage représenté se trouve à l'Nord dans le dessin.
 Indique sur le dessin où se trouve l'Est et l'Ouest dans les cases correspondantes.



Quelques heures plus tard (schéma ②)

Dessine la maison à la place qui convient sur le dessin.



Extrait d'un cahier d'expériences de la classe de CM1 de Caroline Merle - Académie de Montpellier

Enfin, pour terminer cette séquence sur l'alternance jour/nuit, l'enseignant distribuera aux élèves cette photographie du ciel prise la nuit avec un appareil photo en mode pause. (Cette photo sera vidéoprojetée également).



Question :

Que représente cette photo ?

Les élèves diront probablement qu'on voit des étoiles mais que « ça fait des traits ».

On leur dira que cette photo a été prise avec un appareil en mode pause pendant 3 ou 4 heures.

Pourquoi voit-on des traits (ou des trainées) ?

Ce sont les étoiles qui se déplacent.

Comment sont ces traits ?

Arrondis, ils forment des cercles.

Alors d'après vous, comment les étoiles se déplacent-elles ?

Les enfants diront certainement qu'on a l'impression que ça tourne.

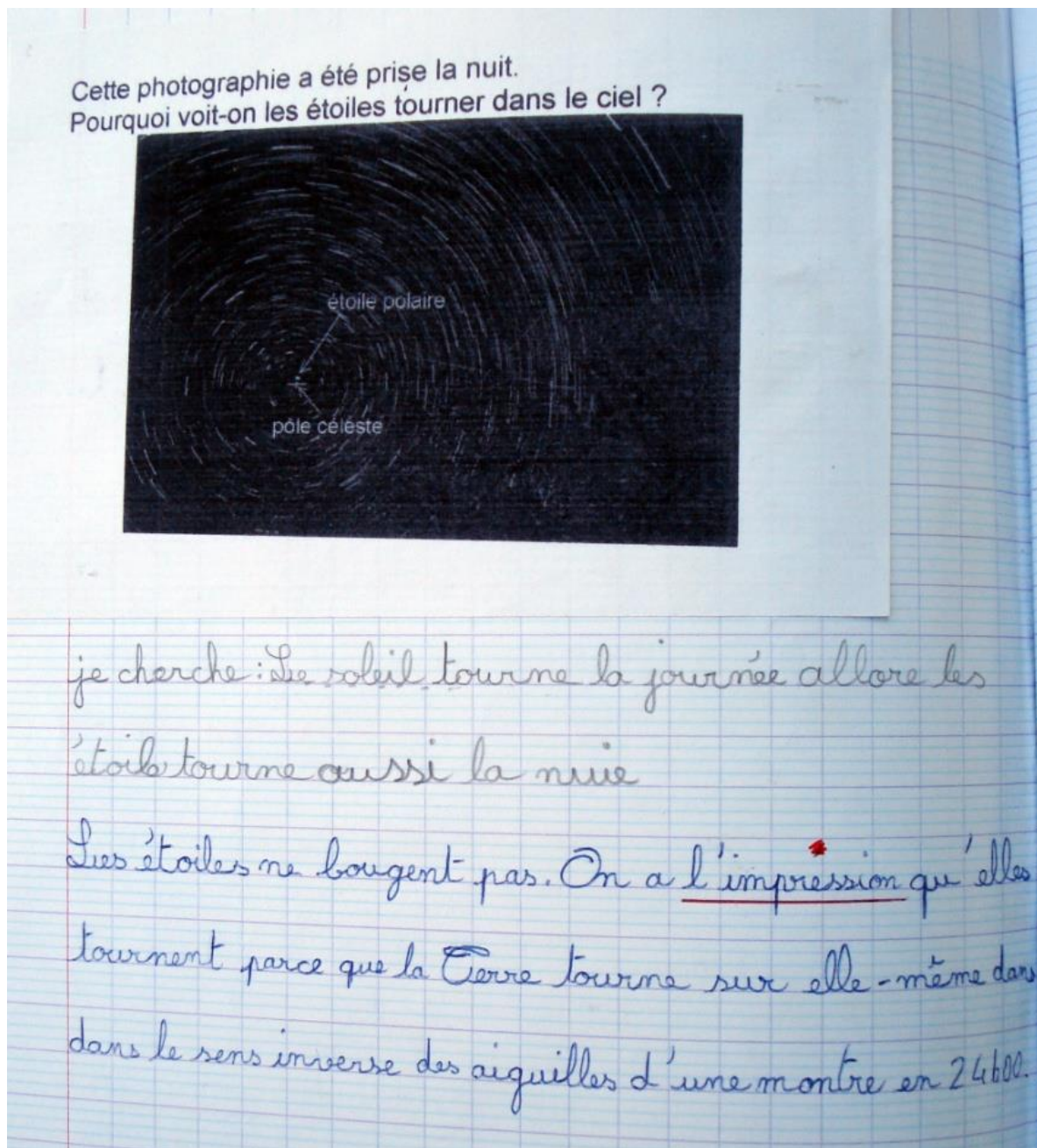
Mais qu'est-ce qui tourne ?

Certains élèves diront que c'est la Terre qui tourne, on le sait maintenant !

Le maître rappellera que comme pour le Soleil, on a l'impression que les étoiles tournent dans le ciel, mais qu'en réalité, c'est bien la Terre qui tourne sur elle-même.

Cette photo nous le prouve !

Pour terminer, on pourra faire remarquer aux élèves qu'au centre de cette photo, une étoile forme un point et non une traînée (ou un arc de cercle). Cette étoile s'appelle l'étoile polaire !



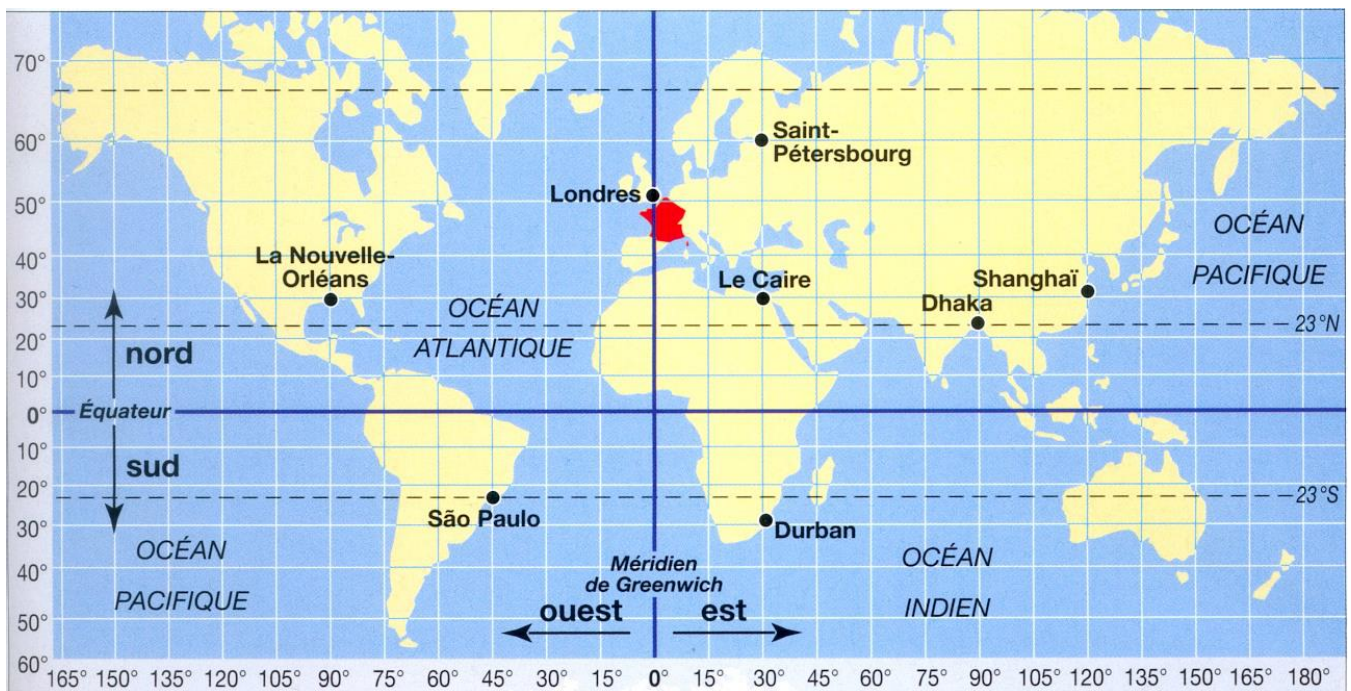
Extrait d'un cahier d'expériences de la classe de CM1
de Caroline Merle - Académie de Montpellier

SÉANCE 6 (SÉANCE INTERMÉDIAIRE) : COMMENT SE REPÉRER SUR LA TERRE ?

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.

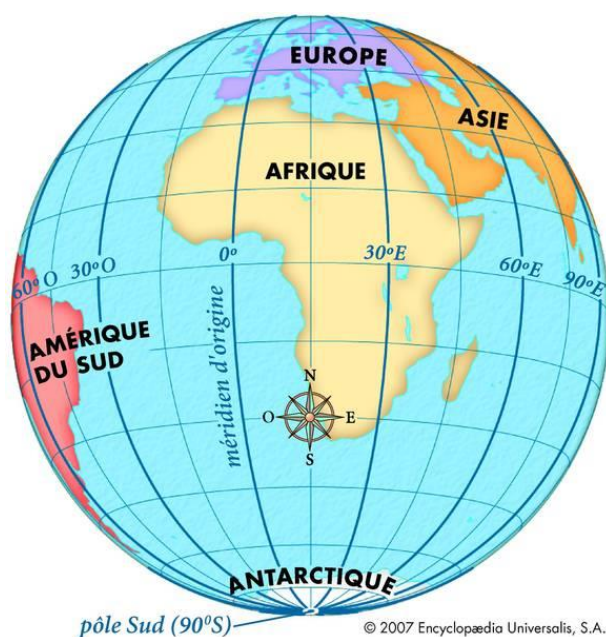
Si les élèves ne savent pas, il donne alors le nom des principaux axes :

« 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.

Conclusion :

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. On appelle les lignes verticales des méridiens.



SÉANCE 7 : LA DURÉE D'UNE JOURNÉE EST-ELLE PARTOUT LA MÊME ?

Durée : 1h30

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

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 fait rappeler ce qui a été appris lors des séances précédentes :

Les élèves pourront se référer à leur cahier d'expériences.

- *L'alternance des jours et des nuits sur Terre s'explique par la rotation de la Terre sur elle-même en un jour (24h).*
- *La Terre tourne sur elle-même dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (vue du pôle Nord). 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 2014, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 56 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 10 min
Paris (France)	48°51'	16 h 11 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 56 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 09 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

Mise en commun et trace écrite

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

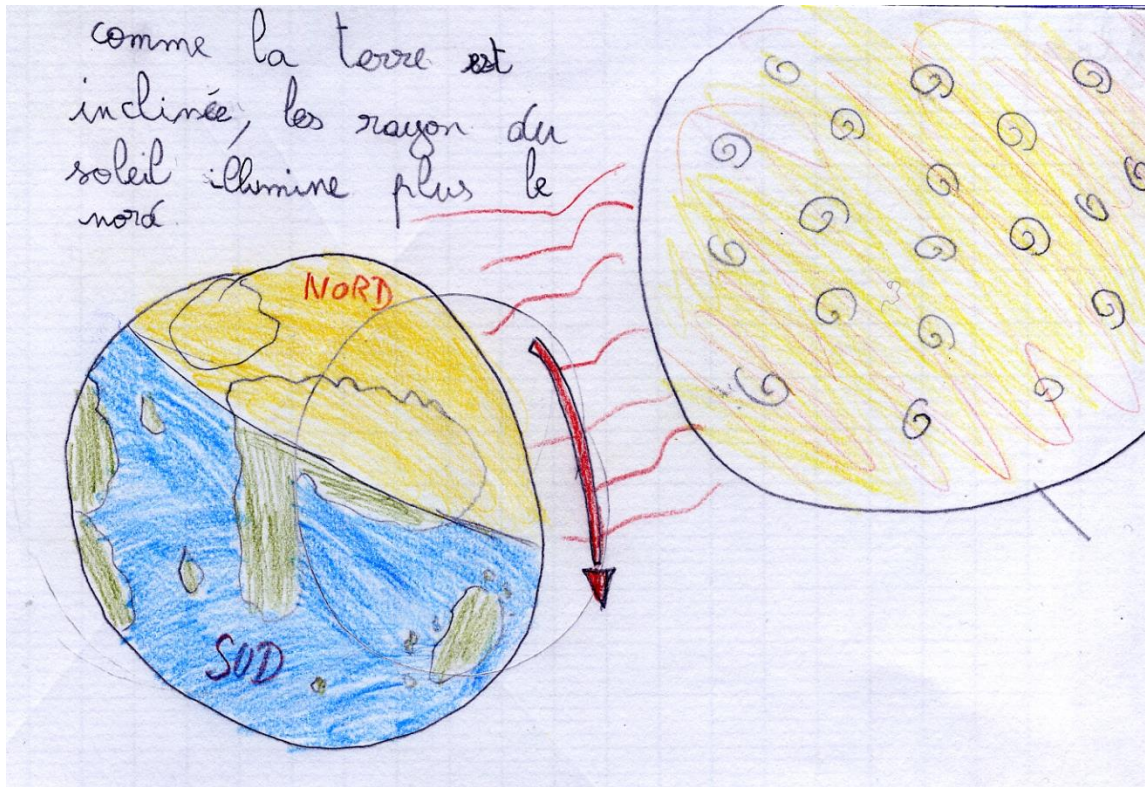
Bien souvent, en effet, les élèves ne testent que leur hypothèse de départ, et non toutes les hypothèses possibles : la modélisation ne sert alors qu'à « illustrer » leur point de vue, pas à réfléchir.

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 4](#). 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.

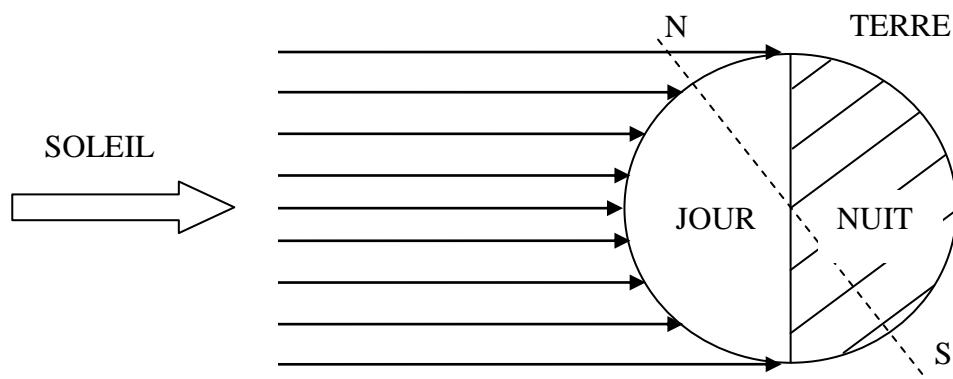
Les élèves schématisent l'expérience. Ce travail se fera en deux temps :

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 :



La conclusion est rédigée collectivement puis recopiée dans le cahier de sciences :

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

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 56 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 10 min
Paris (France)	48°51'	16 h 11 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 56 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 09 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Durée de la journée, le 21 juin 2014, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Durée de la journée, le 21 juin 2014, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 56 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 10 min
Paris (France)	48°51'	16 h 11 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 56 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 09 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Durée de la journée, le 21 juin 2014, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 56 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 10 min
Paris (France)	48°51'	16 h 11 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 56 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 09 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

Durée de la journée, le 21 juin 2014, en différents lieux de l'hémisphère Nord

Lieux	Latitude (nord)	Durée de la journée
Niamey (Niger)	13°32'	12 h 56 min
Madrid (Espagne)	40°25'	15 h 10 min
Paris (France)	48°51'	16 h 11 min
Édimbourg (Royaume-Uni)	55°57'	17 h 56 min
Reykjavik (Islande)	64°09'	21 h 09 min
Station météo du Cap Morris (Groënland)	83°40'	24 heures

SÉANCE 8 : LA DURÉE D'UNE JOURNÉE EST-ELLE TOUJOURS LA MÊME AU COURS DE L'ANNÉE ?

Durée : 1h30

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.

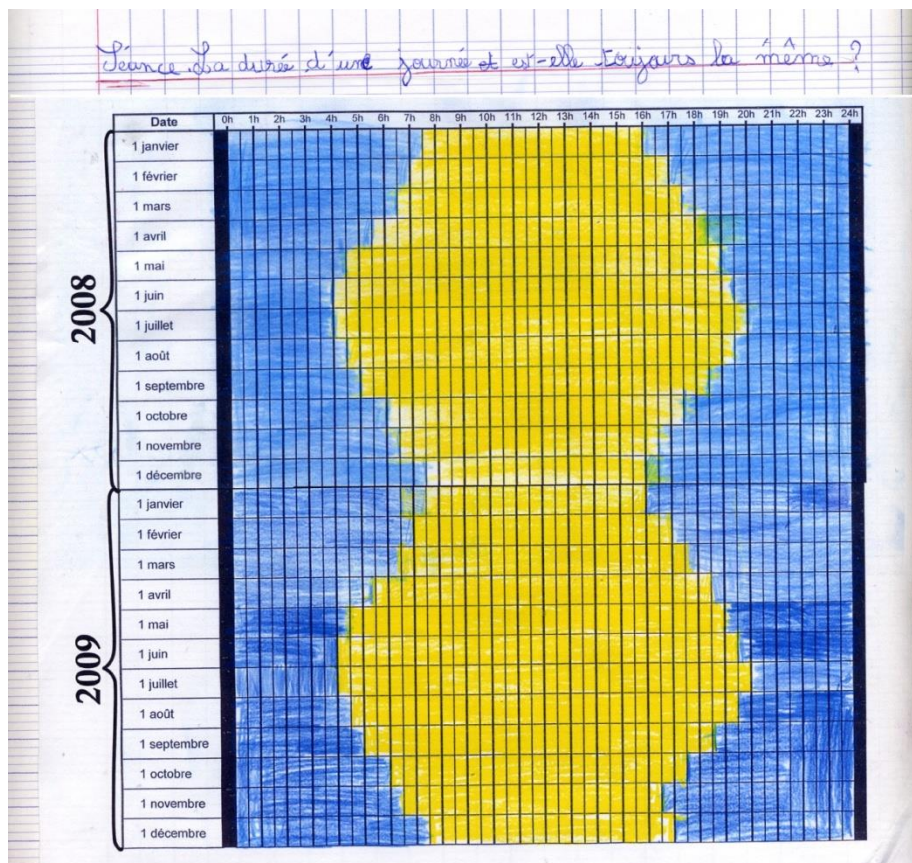
Recherche (étude documentaire)

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 2009 à 2014 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.

Notes scientifiques :

- 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/>) 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 x), 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 2013 (en temps universel)**

2013		
Jour	Heure du lever de Soleil	Heure du coucher de Soleil
01/01/2013	07:47	16:01
01/02/2013	07:23	16:45
01/03/2013	06:34	17:32
01/04/2013	05:29	18:20
01/05/2013	04:30	19:05
01/06/2013	03:51	19:46
01/07/2013	03:50	19:57
01/08/2013	04:24	19:28
01/09/2013	05:08	18:31
01/10/2013	05:51	17:27
01/11/2013	06:40	16:27
01/12/2013	07:26	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 2b

**Heures du lever et du coucher du Soleil à Nogent sur Oise,
pour différentes dates de l'année 2014 (en temps universel)**

2014		
Jour	Heure du lever de Soleil	Heure du coucher de Soleil
01/01/2014	07:47	16:00
01/02/2014	07:23	16:45
01/03/2014	06:34	17:31
01/04/2014	05:29	18:20
01/05/2014	04:30	19:05
01/06/2014	03:51	19:45
01/07/2014	03:50	19:57
01/08/2014	04:23	19:29
01/09/2014	05:07	18:32
01/10/2014	05:51	17:28
01/11/2014	06:39	16:28
01/12/2014	07:25	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 2015 (en temps universel)

2015		
Jour	Heure de lever du Soleil	Heure de coucher du Soleil
01/01/2015	07:47	16:00
01/02/2015	07:24	16:44
01/03/2015	06:35	17:31
01/04/2015	05:30	18:19
01/05/2015	04:31	19:05
01/06/2015	03:51	19:45
01/07/2015	03:50	19:57
01/08/2015	04:23	19:29
01/09/2015	05:07	18:32
01/10/2015	05:51	17:28
01/11/2015	06:39	16:28
01/12/2015	07:25	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 3

Consigne :

A l'aide de la fiche n°2, colorie dans ce tableau les cases des heures où il fait nuit en noir et les cases des heures où il fait jour en jaune.

Que constates-tu ?

Date	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	24h	
1 janvier																										
1 février																										
1 mars																										
1 avril																										
1 mai																										
1 juin																										
1 juillet																										
1 août																										
1 septembre																										
1 octobre																										
1 novembre																										
1 décembre																										

SÉANCE 9 : COMMENT LA TERRE EST-ELLE INCLINÉE ?

Durée : 1h30

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
- un pic à brochettes
- 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 ?

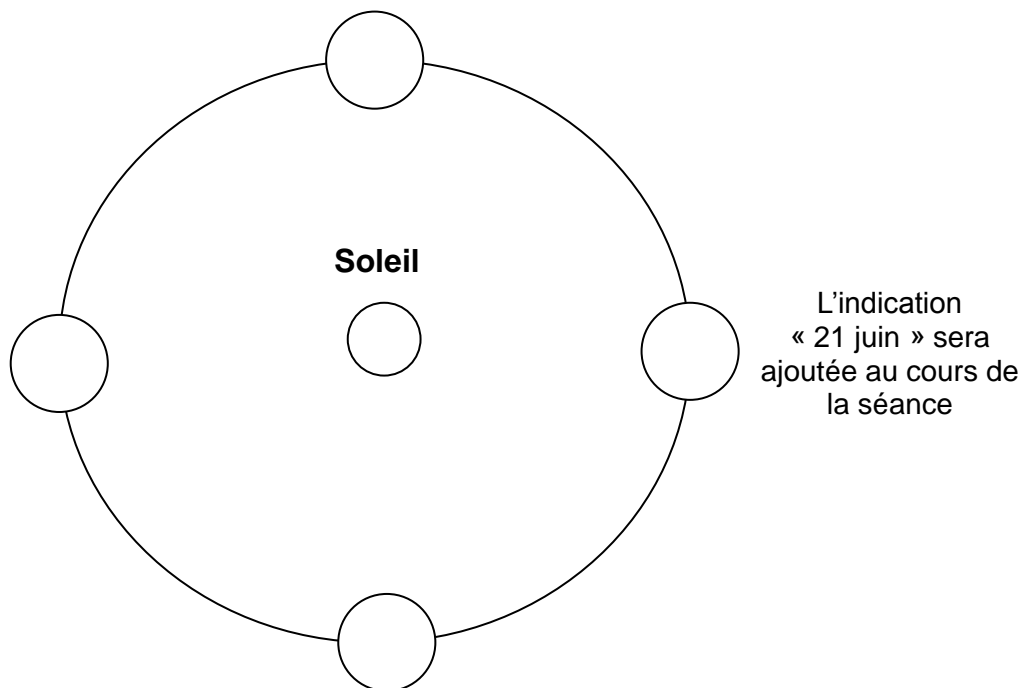
Chaque élève répond individuellement à la question par un dessin.

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.

Recherche (expérimentation)

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 un pic 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.

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 (le pic à brochette) doit garder toujours la même inclinaison c'est-à-dire que le pôle Nord pointe toujours dans la même direction. Placée 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.

Note pédagogique :

Cette phase de modélisation nécessite de réaliser des tableaux de correspondance comme lors des séances précédentes.

Puis le maître 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.

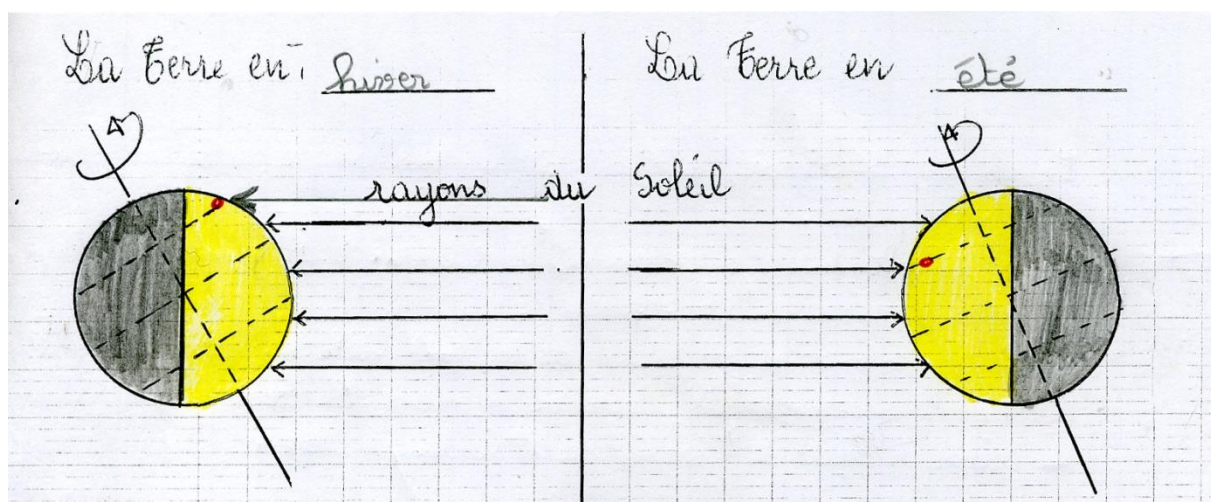
La consigne peut être formulée ainsi : trouvez la position et l'orientation de la Terre quand la journée est la plus courte, ou quand la journée et la nuit ont la même durée.

Les élèves, répartis par groupes, essaient 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.



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.



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 ?

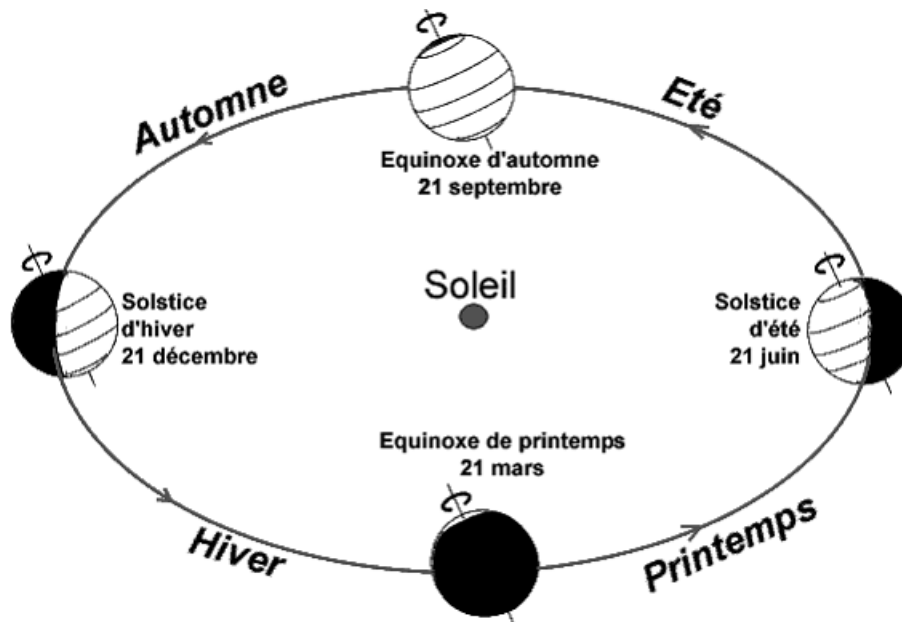
La classe arrive alors à une schématisation correcte de la rotation de la Terre autour du Soleil, qui explique convenablement les saisons.

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 fausse 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 :

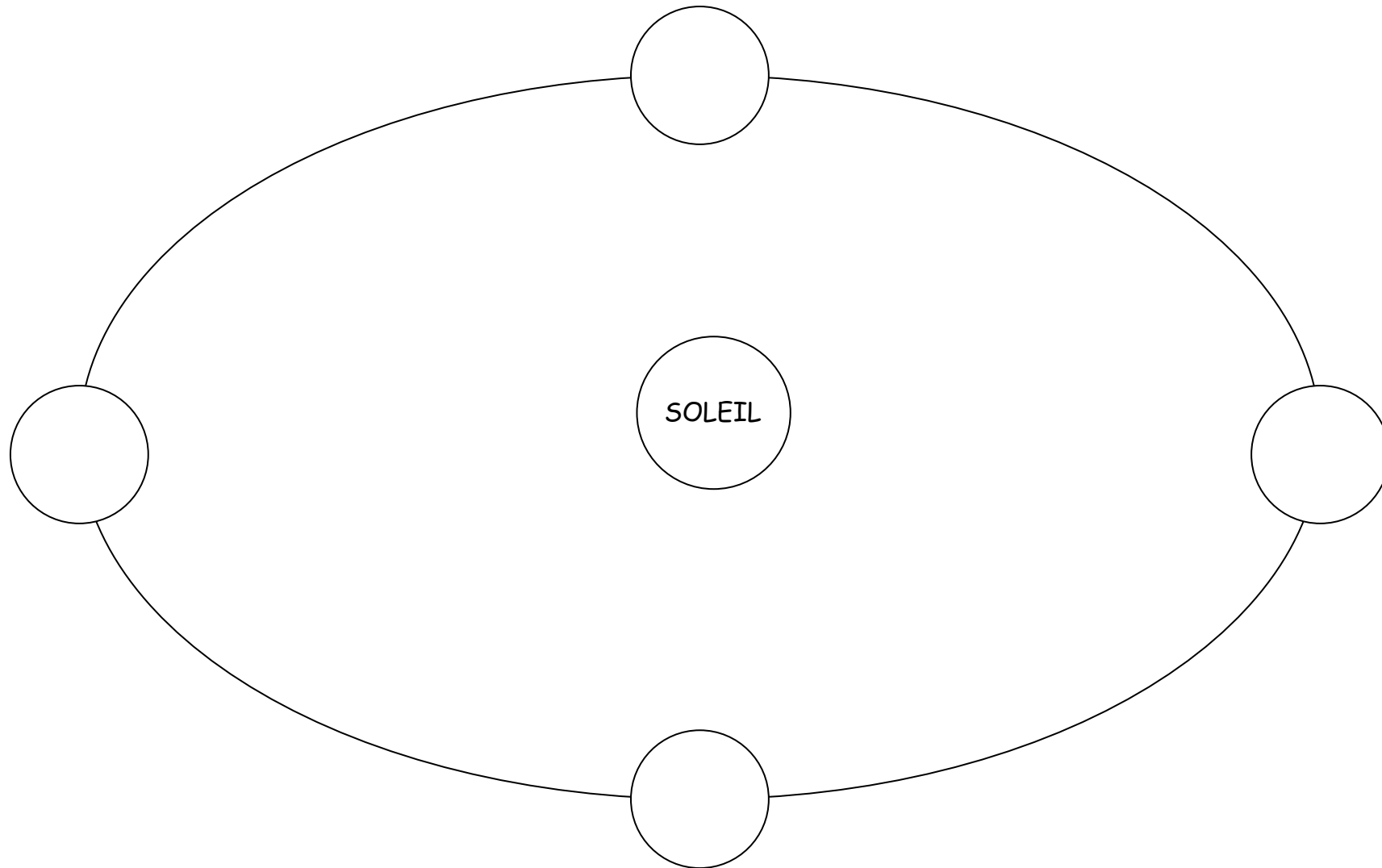
La Terre tourne autour du Soleil en un an. Ce mouvement s'appelle la révolution. La trajectoire (le chemin) de la Terre autour du Soleil s'appelle l'orbite terrestre. Sa forme est presque circulaire.

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.

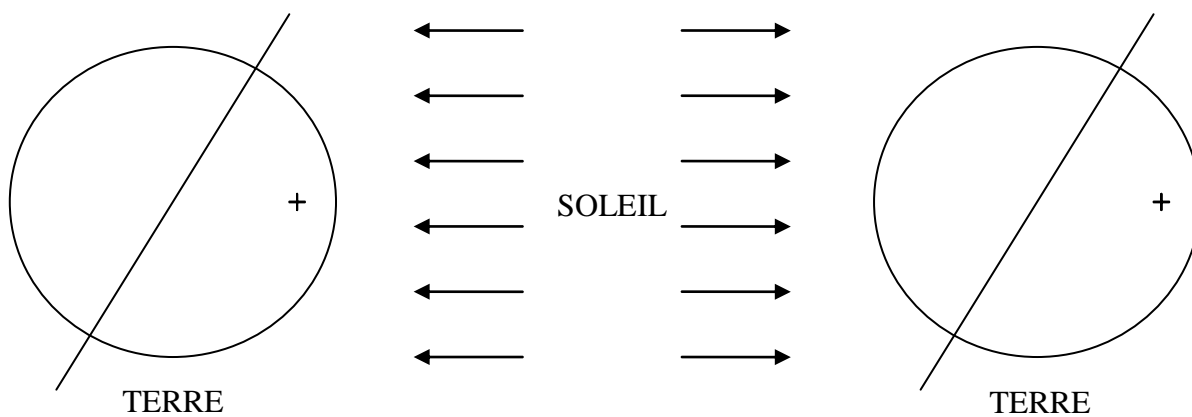
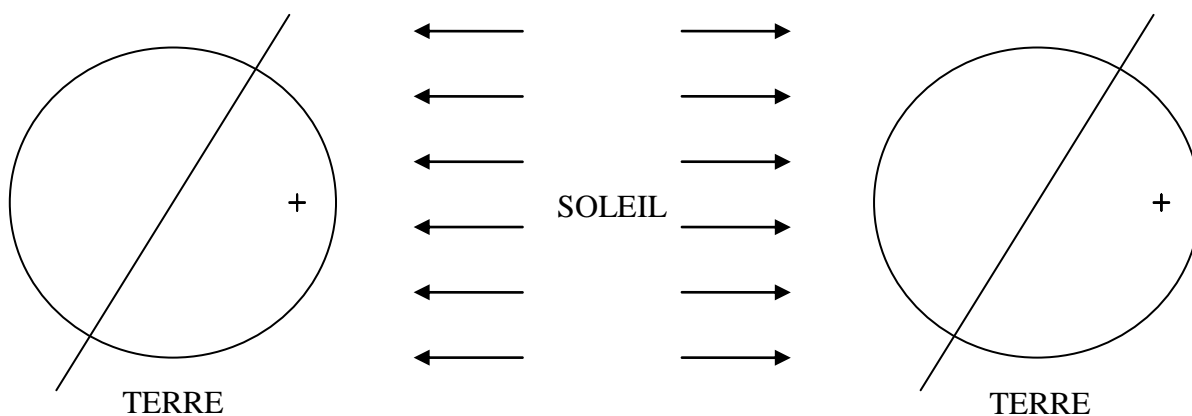
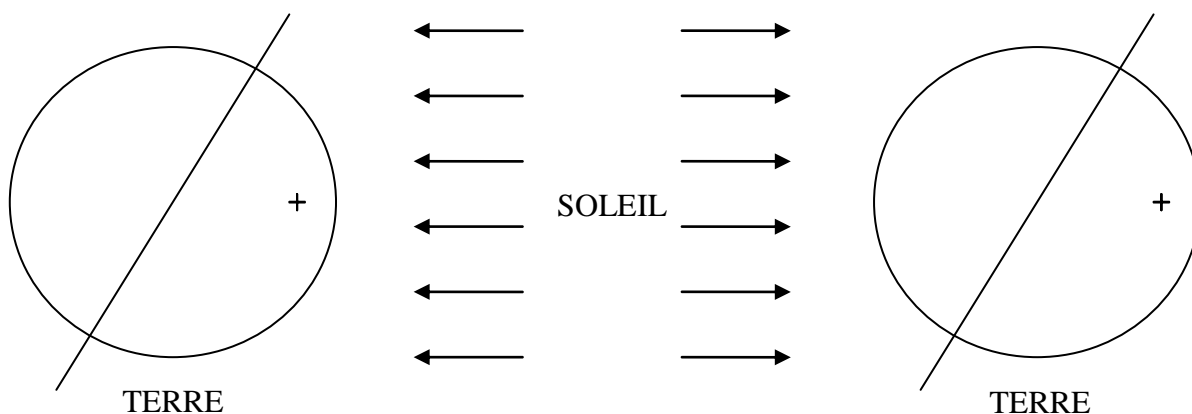
L'évaluation formative (fiche 6) sera proposée aux élèves en leur expliquant que cela leur permettra de faire le point sur ce qu'ils savent.

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.

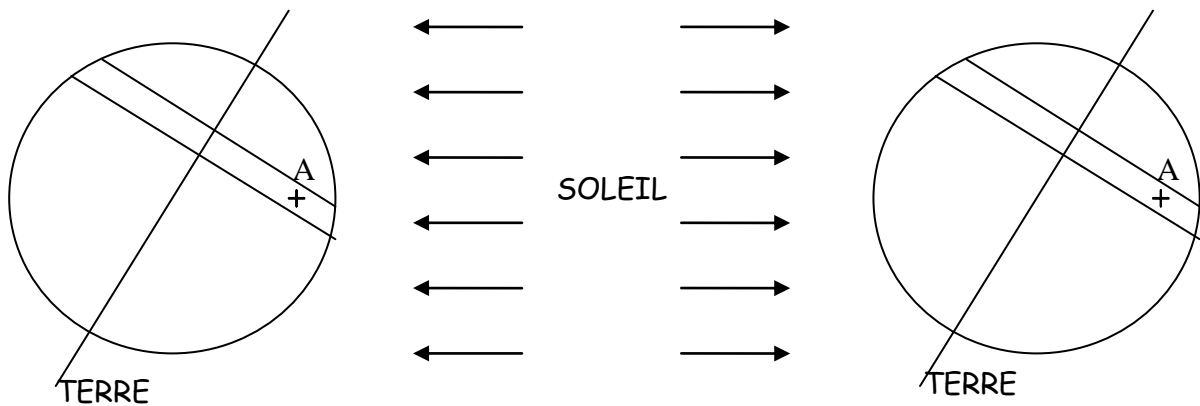


FICHE 5



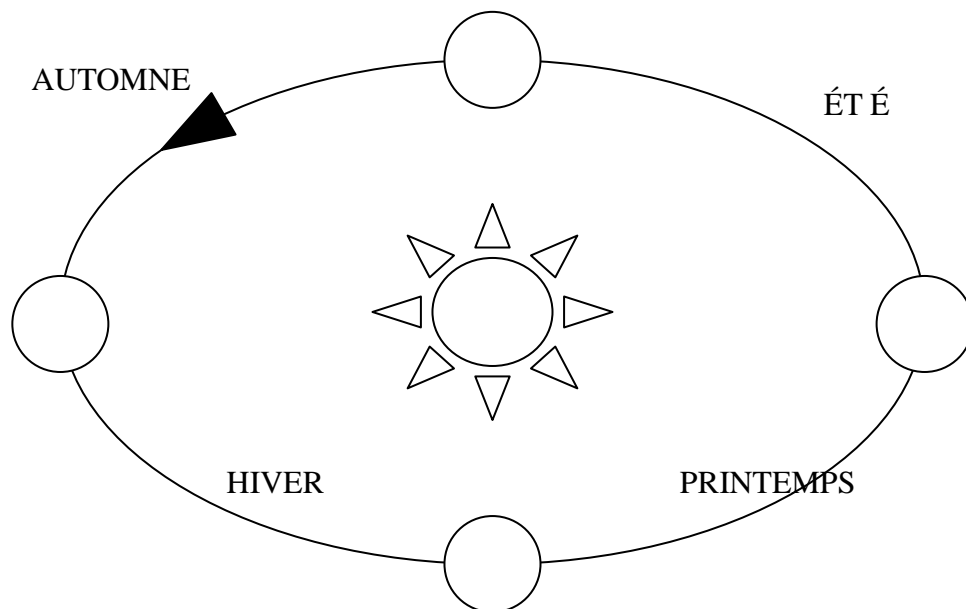
FICHE 6

Évaluation sur « Comment la Terre est-elle inclinée ? »



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 10 : COMMENT VOIT-ON LA LUNE DANS LE CIEL ?

A préparer pour la séance :

Les dessins des élèves représentant le système solaire qui avait été réalisés au début du module.
Un vidéoprojecteur ou la photocopie couleur de la vignette de Tintin au format A5 qui se trouve dans le cahier d'expériences.

Collecter les grilles d'observation de la Lune qui auront été complétées par les élèves au cours des semaines précédentes.

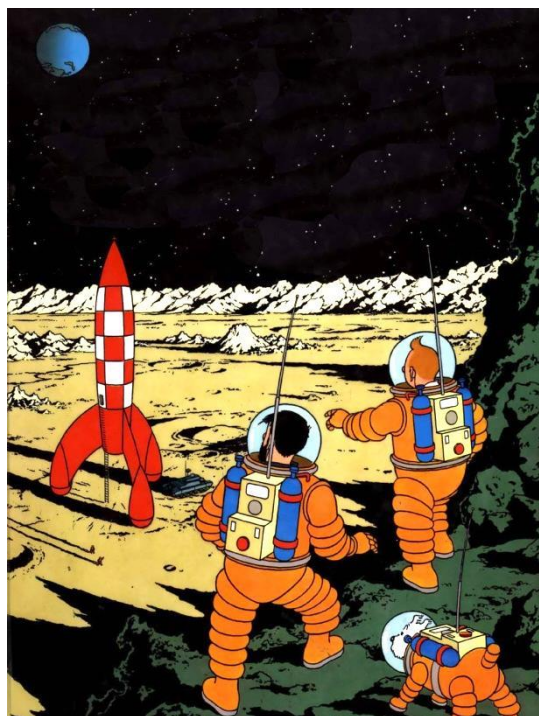
Déroulement :

L'enseignant revient sur l'image de Tintin et donne la consigne suivante aux élèves :

« Imaginez que vous êtes sur la Terre à ce moment-là. Dessinez ce que vous voyez si vous observez le ciel en direction de la Lune ».

L'image sera projetée sur écran ou photocopiée en couleur au format A5 (demi-feuille A4) pour chaque élève et collée dans le cahier.

Après avoir laissé le temps aux élèves de dessiner la Lune, le maître choisit parmi les dessins des élèves, les représentations significatives permettant d'aborder ici la question de l'apparence de la Lune (forme, taille, position dans le ciel).



Parmi les erreurs probables, les élèves :

- dessineront une Lune de taille excessive ou au contraire minuscule
- oublieront de représenter le Soleil alors qu'on voit bien que la Terre est éclairée et donc qu'il fait jour sur Terre !
- représenteront la fusée et les personnages alors qu'ils sont bien sûr invisibles à cette distance
- dessineront une pleine Lune

Cette première étape ne permettra pas forcément de se mettre d'accord sur la « bonne réponse ».

Pour discuter de la taille apparente de la Lune vue de la Terre, on montrera aux élèves les deux photographies suivantes :

Puis, le maître choisit parmi les dessins des élèves (représentant le système solaire réalisés au début du module), les représentations significatives permettant d'aborder la question de la place de la Lune dans le système solaire et de son mouvement apparent.

A nouveau, un débat guidé par le maître permet de confronter les différentes représentations :
*C'est la Lune qui tourne autour de la Terre. Non, c'est la Terre qui tourne autour de la Lune.
La Terre est plus grosse que la Lune. Non, c'est le contraire. Non la Terre et la Lune ont la même taille...*

Puis on demande aux élèves de rappeler ce qu'ils savent sur les mouvements de la Terre. Les enfants diront que la Terre tourne sur elle-même en 24H et que la Terre tourne autour du Soleil en un an. Ils pourront ajouter que l'axe de la Terre est incliné, ce qui explique qu'il y a des saisons. L'important est de consolider les repères dans l'espace et les mouvements Terre-Soleil.

Un nouvel élément intervient : la Lune.

Comment se situe la Lune dans ce mouvement Terre / Lune / Soleil ?

C'est ce que nous allons étudier.

L'enseignant pose les questions suivantes et note les réponses sur une affiche :

Que savez-vous sur la Lune ?

- *On la voit la nuit.*
- *Elle nous éclaire la nuit.*
- *Elle a des formes différentes : selon les jours, selon les moments de la nuit.*
- *Certaines nuits, on ne la voit pas.*
- *On la voit parfois le jour.*
- *Elle est éclairée par le Soleil*

On pourra relancer par ces questions si les réponses ne viennent pas :

Voit-on la Lune la nuit et le jour ?

- *Oui, ça arrive. Certains élèves l'auront remarqué.*

Et la Lune, comment la voit-on ?

- *Elle prend des formes différentes.*

Pourquoi voit-on la Lune différemment ? ou Pourquoi la Lune présente-t-elle différentes formes ?

- *Parce que les nuages cachent la Lune. Parce que la Terre fait de l'ombre à la Lune. Parce que la Lune rétrécit ou grossit...*

Note (à faire plusieurs semaines auparavant) :

Demander aux élèves d'observer la Lune un soir sur deux (une moitié de classe commençant le soir même, l'autre moitié le lendemain) et de remplir la grille d'observation (**fiche 7**) : colorier la partie éclairée de la Lune en jaune, la partie non éclairée en gris, et indiquer l'heure et la date d'observation.

Quelles sont les phases de la Lune ?

Matériel : une affiche

Déroulement :

Préparer un tableau (une case par jour sur une durée d'un mois) sur une grande affiche pour y reporter les observations des élèves (dessin de la lune + date et heure + commentaire éventuellement).

Les élèves mettent leurs observations en commun : ils remplissent chacun, à tour de rôle, une case du tableau. Les autres commentent en fonction de leurs propres observations. S'il y a un écart trop gros avec l'aspect réel de la Lune ou s'il y a un manque de données (nuages...), les élèves essaient de compléter à l'aide des observations suivantes et précédentes, et éventuellement avec une éphéméride (calendrier postal...)

La classe obtient une grille d'observation dont chaque élève conservera une copie.

Puis le maître interroge : voit-on la Lune sous des formes différentes ? La classe répondra positivement : parfois la Lune a la forme d'un disque, parfois d'un croissant... C'est l'occasion d'introduire progressivement le vocabulaire suivant : *phase de la Lune, premier/dernier quartier/croissant, nouvelle Lune, pleine Lune, Lune gibbeuse.*

Conclusion :

Au cours du mois, on voit la Lune avec des formes différentes. Les différentes formes sont appelées « phases ».

La Lune bouge puisque chaque jour à la même heure, elle n'est pas à la même place.

Et comme on la voit de nouveau au bout d'un mois environ, on peut supposer qu'elle tourne autour de la Terre ; La partie que l'on voit est toujours dirigée vers le Soleil. Peut-être la voit-on parce qu'elle est éclairée par le Soleil ?

Cela reste encore à démontrer : c'est l'objet des expérimentations suivantes.

Exemple de traces écrites pour le cahier d'expériences et d'observations de l'élève :

Nous avons dessiné des lunes, des lunes rondes, des demi-lunes, des croissants de Lune. Ensuite, nous les avons classées, triées, rangées.

Première proposition :

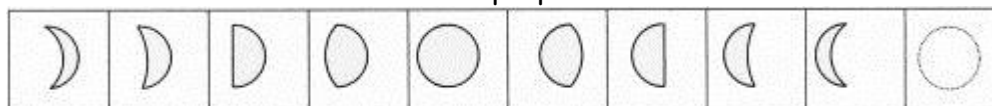


Deuxième proposition :



Toutes ces lunes sont visibles sur une même nuit.

Troisième proposition :



Toutes ces lunes sont visibles sur un mois. Chaque nuit, la lune change d'aspect.



Photo montage des phases lunaires

C'est en observant la Lune toute une nuit et sur plusieurs nuits de suite que nous avons pu remarquer que la troisième proposition semblait être la bonne.

Nous en avons même déduit l'existence d'un cycle.

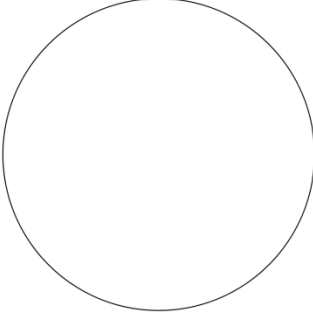
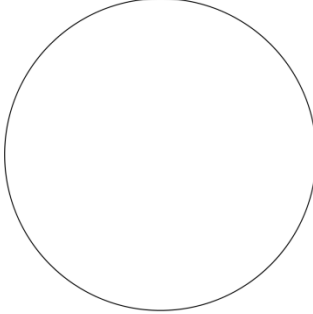
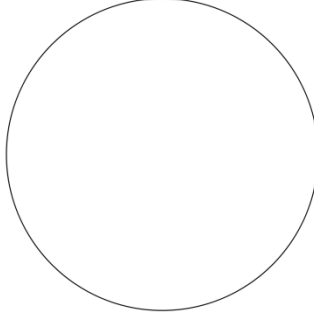
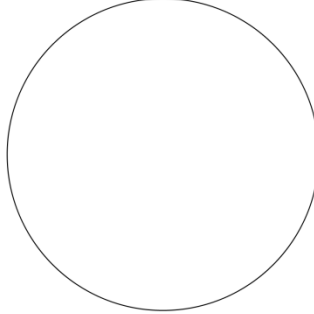
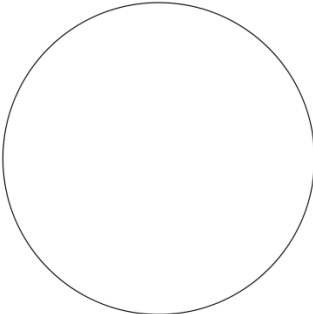
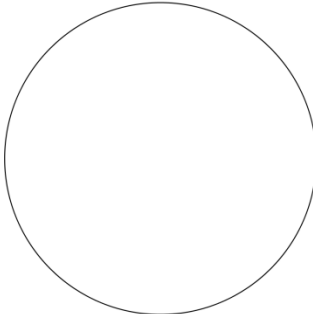
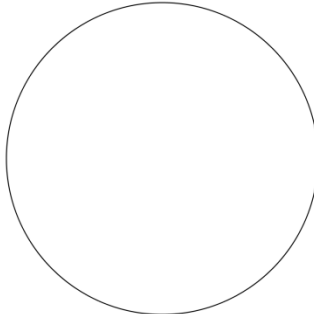
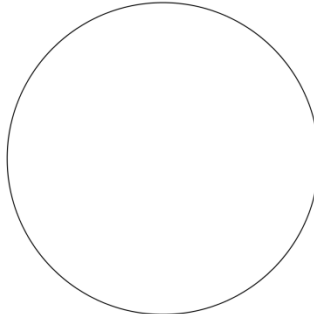
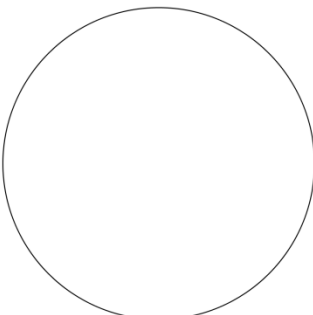
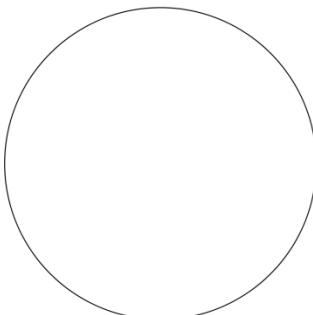
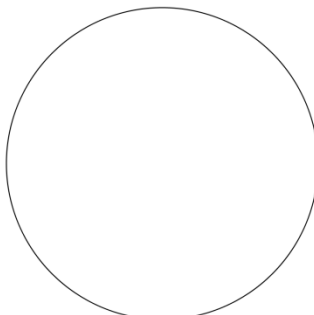
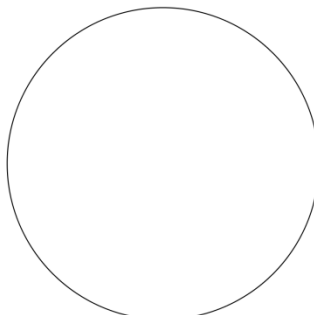


Vers la séance suivante :

L'enseignant dit aux élèves qu'à la prochaine séance, nous allons chercher à expliquer pourquoi on voit différentes phases de la Lune.

FICHE 7

Comment voit-on la Lune dans le ciel ?

 Date : Heure :	 Date : Heure :	 Date : Heure :	 Date : Heure :
 Date : Heure :	 Date : Heure :	 Date : Heure :	 Date : Heure :
 Date : Heure :	 Date : Heure :	 Date : Heure :	 Date : Heure :

Comment voit-on la Lune dans le ciel ?

Date : Heure :	Date : Heure :	Date : Heure :	Date : Heure :
Date : Heure :	Date : Heure :	Date : Heure :	Date : Heure :
Date : Heure :	Date : Heure :	Date : Heure :	Date : Heure :

SÉANCE 11 : POURQUOI VOIT-ON DIFFÉRENTES PHASES DE LA LUNE ?

Objectifs :

- Travailler sur l'aspect relatif d'une observation
- Donner une représentation cohérente du système Soleil-Terre-Lune

Matériel :

- un projecteur de diapositives
- une grosse boule blanche (polystyrène...)
- un contour de la Lune imprimé, par élève

Consigne de sécurité : les élèves ne doivent jamais regarder directement le projecteur de diapositives.

Déroulement :

L'enseignant demande de rappeler quelles sont les différentes phases de la Lune ?

Il accroche au tableau quatre dessins et la photographie (fiche 8) montrant les phases lunaires, puis il interroge la classe sur l'explication du phénomène.

Les élèves émettent individuellement des hypothèses sur leur cahier d'expériences, et notent leurs idées. Le maître précise qu'au cours des séances suivantes, nous allons vérifier ces hypothèses.

Les hypothèses les plus communément rencontrées sont :

Celles déjà émises : *Parce que les nuages cachent la Lune. Parce que la Terre fait de l'ombre à la Lune. Parce que la Lune rétrécit ou grossit...*

Mais aussi de nouvelles comme : *c'est le mouvement de la Lune, c'est le mouvement de la Terre, c'est le mouvement du Soleil. Le Soleil n'éclaire qu'une partie de la Lune...*

L'enseignant propose aux élèves une mise en situation pour comprendre pourquoi on voit des phases lunaires.

Dans une salle semi-obscur, les élèves se placent assis en cercle autour d'une grosse boule de polystyrène suspendue au plafond, qui est éclairée par le projecteur de diapositives.

Demander ensuite aux élèves de se lever et de tourner autour de la boule, en continuant à l'observer afin que chacun d'entre eux voit toutes les phases.

Puis les élèves se rassoient en cercle et l'enseignant distribue à chacun un gabarit (fiche 9) et demande de colorier au crayon de papier la **partie non éclairée**.

Attention : il faut bien insister sur ce point, car parfois les élèves colorient la partie éclairée de la boule. Il s'agit de bien distinguer la partie dans l'ombre (à colorier) de la partie éclairée.

Cet exercice permet de mettre en évidence le fait que selon l'endroit où on se trouve, on ne voit pas la boule éclairée de la même façon.

On pourra parler ici des *phases de la boule*. Ramasser les schémas dans l'ordre.

De retour en classe (si la séance s'est déroulée ailleurs) : afficher au tableau, dans l'ordre, les schémas des élèves à côté de la grille d'observation réalisée la fois dernière.

Demander aux élèves de comparer les phases de la Lune et les phases de la boule : ils réalisent que ce sont les mêmes (faire en sorte que la première phase des deux affichages coïncide).

Le maître revient sur le dispositif (boule, ronde et projecteur). Il demande ce que représentaient la ronde, la boule et le projecteur.

Les élèves diront que la boule représentait la Lune, la ronde = la Terre et le projecteur = le Soleil.

Il demande alors si cela représente bien la réalité.

Les élèves diront que c'est la ronde (la Terre) qui tourne autour de la boule (la Lune) et que ce n'est pas ce qui se passe dans la réalité. Pour le projecteur par contre, la modélisation est correcte.

Cette étape est importante car elle permet de se mettre d'accord sur le fait que ce n'est pas la Terre qui tourne autour de la Lune, mais bien l'inverse.

Conclusion

Une seule moitié de la boule est éclairée à la fois. Une boule éclairée par une source lumineuse présente des phases. En tournant autour de la boule, on voit ses différentes phases.

Note :

A partir de cette séance, à chaque fois que la Lune est visible pendant la journée, il serait bon que les élèves réalisent l'expérience suivante : la classe va dans la cour, chaque élève étant muni d'une boule de polystyrène montée sur une tige. Les élèves tiennent la boule à bout de bras à l'aide de la tige, dans la même direction que la Lune mais sans que la boule cache la Lune.

Faire comparer la phase de la Lune et la « phase de la boule », et demander de repérer d'où vient la lumière. Réaliser la même expérience avec un disque en papier : demander aux élèves de comparer ce que l'on voit dans les deux cas (chaque élève fait ses propres commentaires, il n'y a pas de mise en commun).

De retour en classe, les élèves notent leurs observations sur leur cahier : phase de la Lune, phase de la boule, position du Soleil et commentaires sur le disque de papier. Ne pas faire de synthèse en classe.

Éventuellement, poser des questions comme : « Quelle est la partie éclairée de la Lune ? De la boule ? » ; « Est-ce que le disque et la boule sont éclairés de la même façon ? » ; « D'où vient la lumière ? ». C'est aussi l'occasion de faire le point sur le fait que la Lune n'émet pas de lumière : elle ne fait que refléter une partie de la lumière reçue du Soleil.

Exemple de traces écrites pour le cahier d'expériences et d'observations de l'élève :

Question : *Pourquoi voit-on des lunes différentes ? Comment voit-on la « boule-lune » des différents endroits de la classe ?*

Nous avons mis une "lune" au centre de la classe éclairée par un "soleil" (un projecteur de diapositives). Nous étions tous en cercle à un endroit différent de la classe, et il fallait dessiner

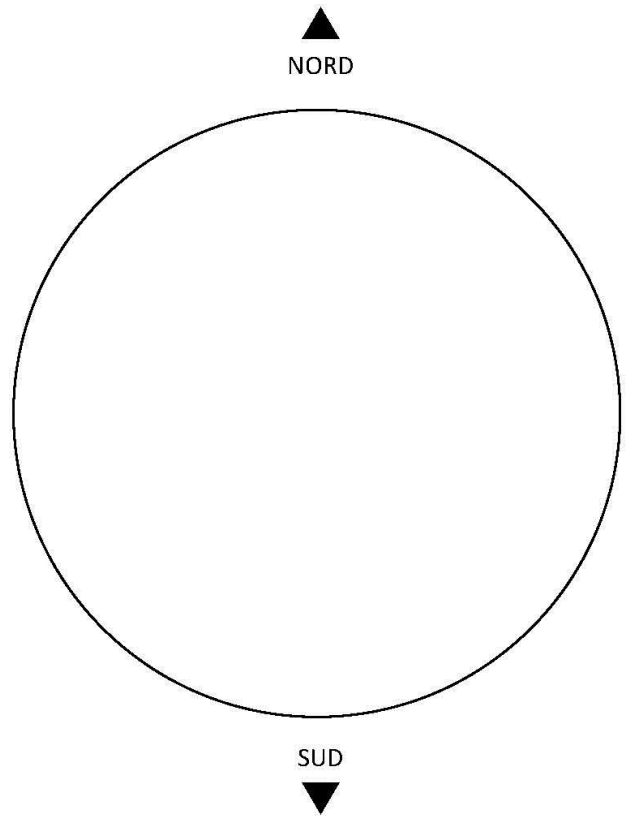
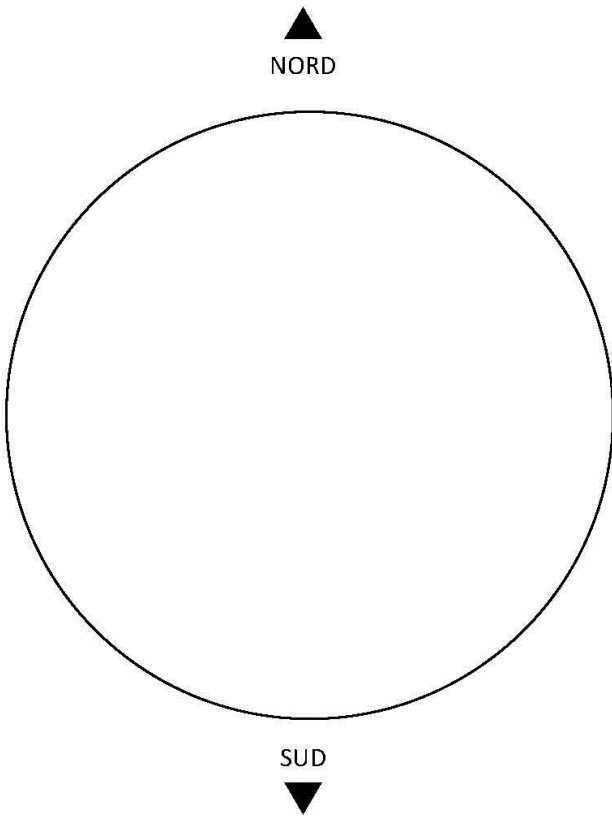
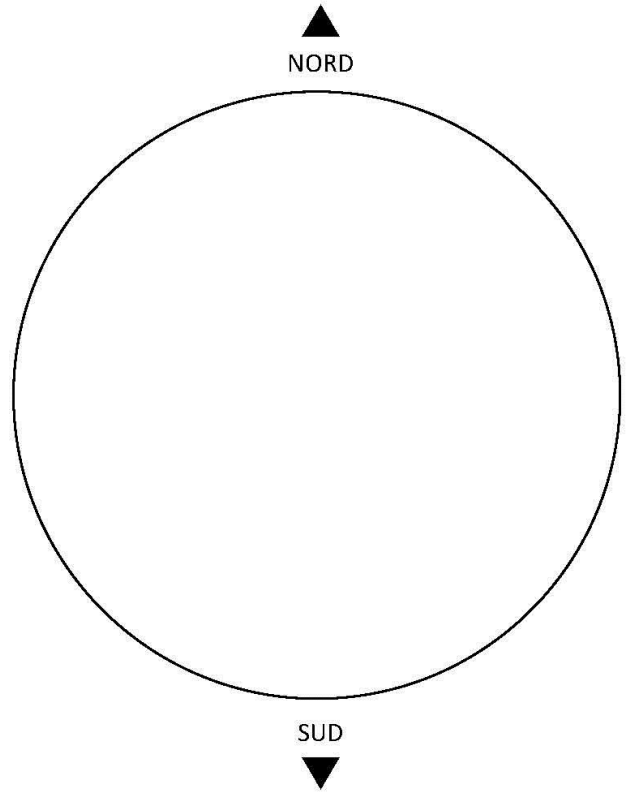
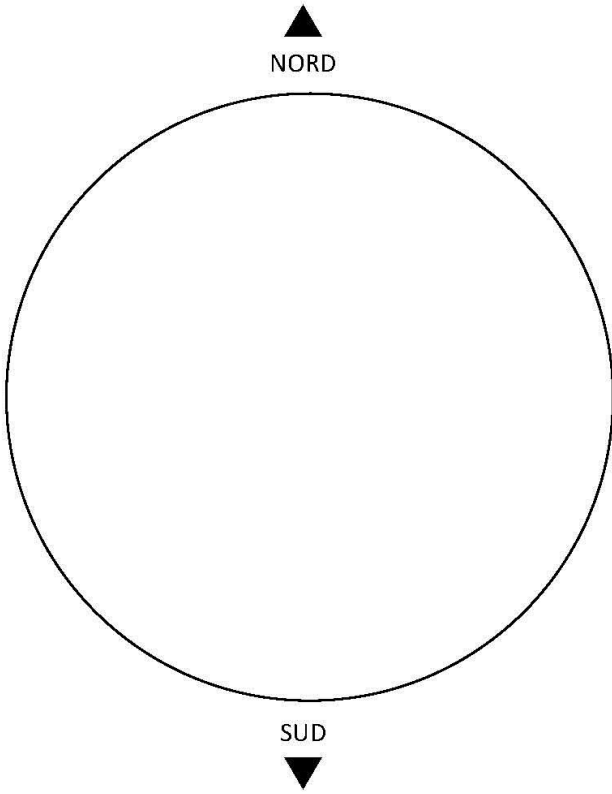
ce qu'on voyait. Nous avons grisé la partie de la boule dans l'ombre.

Ensuite, la maîtresse a ramassé les dessins dans l'ordre et les a accrochés au tableau. Nous avons remarqué que tous les dessins étaient différents car nous ne voyons pas tous la boule éclairée de la même façon. De plus, nos dessins, placés les uns à côté des autres, représentent les différentes phases de la Lune.

FICHE 8



FICHE 9



SÉANCE 12 : POURQUOI VOIT-ON DIFFÉRENTES PHASES DE LA LUNE ? (SUITE)

- Matériel :**
- une boule de polystyrène sur une tige (pour 2 élèves)
 - un projecteur de diapositives
 - un appareil photo

Déroulement :

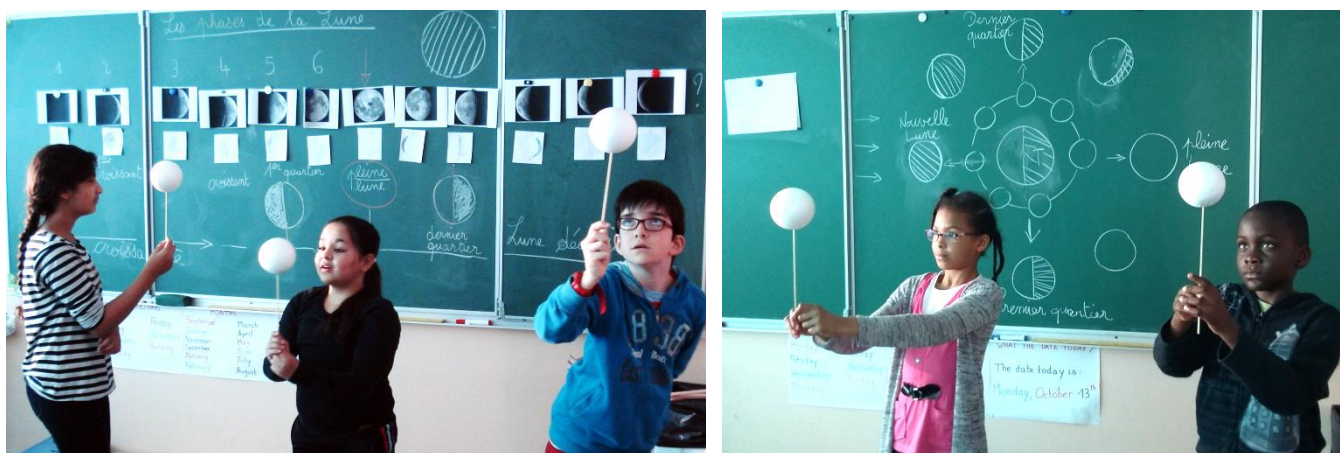
L'enseignant propose aux élèves une autre façon d'expliquer les différentes phases de la Lune. Chaque élève reçoit sa boule de polystyrène qui représentera la Lune.

La consigne est, en tenant la boule à bout de bras, d'observer soi-même les différentes phases de la boule (Lune).

Un projecteur diapo est placé près du tableau et éclaire parallèlement au tableau.

Les élèves se placent à tour de rôle devant le tableau et tournent sur eux-mêmes en tenant la Lune légèrement au-dessus de leur tête.

Pendant qu'un ou deux élèves passent, le maître interroge les autres : est-ce que cette expérience montre bien le mouvement de Terre-Lune par rapport à ce qu'on a vu précédemment ? La consigne est d'observer une nouvelle Lune, une pleine Lune, et les premier et dernier quartiers.



Les élèves se placent à 2 ou 3 devant le tableau et tournent sur eux-mêmes en tenant la boule (Lune) légèrement au-dessus de leur tête. Ils observent successivement une nouvelle Lune, une pleine Lune, et les premier et dernier quartiers.

Classe de CE2 de Antony Baudet - École de l'Obier, Nogent sur Oise

Note pédagogique

Des tableaux de correspondance sont élaborés, avec le même objectif que lors des séances précédentes.

Notre modèle (ou méthode)	Ce qu'il représente	Ce qu'il doit faire
Un élève	La Terre	Tourner sur soi-même et observer la boule
La boule tenue par l'élève	La Lune	

Ce premier tableau ci-dessus est élaboré collectivement. Il en est de même pour la structure du second présenté ci-dessous.

Les élèves ont à leur charge, par petits groupes, de remplir la deuxième colonne. La suite consiste dans la mise en œuvre des simulations.

Guidés dans leur réflexion, les élèves parviennent ainsi plus aisément à repérer les 4 phases importantes de la Lune.

Ce qui peut se passer pour chaque élève qui fait la Terre	Ce que cela représente dans la réalité
Il peut voir la boule éclairée entièrement	<i>C'est la pleine Lune</i>
Il peut voir la moitié gauche de la boule éclairée	<i>C'est le dernier quartier</i>
Il peut voir la boule non éclairée (dans l'ombre)	<i>C'est la nouvelle Lune</i>
Il peut voir la moitié droite de la boule éclairée	<i>C'est le premier quartier</i>

Il serait intéressant de faire des photos (sans flash de manière à bien distinguer la partie éclairée de la partie dans l'ombre) de ces situations pour le cahier d'expériences.

Note :

Cas 1 : Si les élèves n'ont pas pu observer de Lune diurne, leur faire réaliser une deuxième fois l'expérience précédente, en utilisant cette fois un disque de papier à la place de la boule. Demander aux élèves de noter leurs observations : qu'est-ce qui a changé ?

Réponse attendue : il n'y a plus de « phases ».

Quelle hypothèse peut-on alors formuler sur la Lune ? La réponse attendue ici est un commentaire sur la forme de la Lune : elle est vraisemblablement sphérique, puisqu'on n'observe pas de « phases » sur le disque de papier alors qu'on en observe sur une boule.

Cas 2 : Si des observations de Lune diurne ont pu être réalisées, le maître demande aux élèves de comparer les notes consignées dans le cahier, et les observations qui viennent d'être faites : est-ce que ce sont les mêmes résultats ? Pour l'observation réalisée avec un disque, que peut-on dire ? Quelle hypothèse peut-on alors formuler sur la Lune ?

La réponse attendue ici est un commentaire sur la forme de la Lune : elle est vraisemblablement sphérique, puisqu'on n'observe pas de « phases » sur le disque de papier alors qu'on en observe sur une boule.

Le maître forme ensuite des groupes de cinq élèves : l'un se place au milieu des quatre autres, et doit nommer les différentes phases de la Lune représentées par les boules de polystyrène tenues par ses camarades. Puis les rôles changent.

Ce même tableau de correspondance pourra être repris :

Ce qui peut se passer pour chaque élève qui fait la Terre	Ce que cela représente dans la réalité
Il peut voir la boule éclairée entièrement	<i>C'est la pleine Lune</i>
Il peut voir la moitié gauche de la boule éclairée	<i>C'est le dernier quartier</i>
Il peut voir la boule non éclairée (dans l'ombre)	<i>C'est la nouvelle Lune</i>
Il peut voir la moitié droite de la boule éclairée	<i>C'est le premier quartier</i>

Une situation intéressante et particulièrement lisible pour les élèves, consiste à demander à 4 élèves de se placer aux « 4 point cardinaux » et d'observer les phases de la boule (La Lune).

Chacun observe au même moment une phase différente et le jeu consiste à demander à la classe de deviner ce que chaque élève voit : une nouvelle Lune, une pleine Lune, un premier ou un dernier quartier ?

Cette mise en situation permet aux enfants de bien comprendre qu'à chaque position correspond une phase différente. Ils se repèrent progressivement et peuvent ainsi anticiper, grâce aux tableaux de correspondance, la phase de la Lune qu'ils vont observer en fonction de leur position (élève, projecteur, boule).



DEVINE QUI VOIT QUOI ?



Synthèse de la séance : le maître demande à des volontaires de dessiner au tableau la position de la Terre, du Soleil et de la Lune lors des quatre phases précédentes, et fait discuter la classe pour faire émerger une conclusion sur les phases de la Lune.

Conclusion attendue :

La Lune n'est pas un corps brillant, elle n'émet pas sa propre lumière, elle ne fait que réfléchir celle du Soleil. Il n'y a donc toujours qu'une demi-sphère qui est éclairée (expérience de la boule). Ce que nous voyons de la Lune dépend de sa position autour de la Terre. Si on voit toute la partie éclairée (un disque entier) cela correspond à la Pleine Lune, lorsque nous ne voyons que la partie non éclairée, elle n'apparaît pas et on parle de Nouvelle Lune. Lors des autres phases, nous voyons à la fois la partie éclairée et celle qui est dans l'obscurité, ce qui nous donne l'impression de voir des "morceaux" de Lune.

Liste des connaissances à acquérir au cours de cette séquence sur la Lune:

- La Lune tourne autour de la Terre en 28 jours
- La Lune tourne aussi sur elle-même en 28 jours, ce qui fait qu'elle présente toujours la même face à la Terre
- La Lune est une boule, tout comme la Terre et le Soleil
- La Lune n'émet pas de lumière : elle ne fait que refléter une partie de la lumière du Soleil
- Il existe des phases de la Lune, dont le premier et le dernier quartier, la nouvelle Lune et la pleine Lune
- Le fait qu'on puisse voir telle ou telle phase est dû à la position de la Lune, de la Terre et du Soleil ; à une position précise correspond une unique phase

Évaluation formative

SÉANCE 13 : POSITION DE LA LUNE ET PHASES LUNAIRES

Matériel : - une maquette Terre/Lune par groupe
- une lampe par groupe

Déroulement :

Le maître explique que cette séance a pour but de faire le bilan de ce qu'on sait à présent sur les phases de la Lune et les mouvements Terre / Lune / Soleil.

Par groupe de 4 :

Chaque groupe reçoit une maquette et une lampe ainsi que la **fiche** 10.

Le maître explique le fonctionnement de la maquette et l'objectif de l'expérience : voir pourquoi il y a des phases de Lune par rapport aux positions relatives Terre / Lune / Soleil.

On rappelle que la lampe représente le Soleil, qui reste fixe ; la grosse boule de polystyrène représente la Terre et la boule de cotillon, la Lune.

Les élèves manipulent la maquette et ont pour consigne :

- de dessiner sur la fiche en gris la partie dans l'obscurité de la Terre et de la Lune à différents moments (8 phases) vue de l'espace.
- de dessiner l'aspect de la Lune vue de la Terre à différents moments (8 phases différentes à dessiner)
- de dessiner sur une feuille blanche la position de la Lune, du Soleil et de la Terre qui donne cet aspect (en vue de dessus), dans plusieurs configurations différentes.

Penser à faire échanger les rôles.

Mise en commun :

Pour certaines phases choisies de la Lune (un premier et un dernier quartier, une pleine lune et une nouvelle lune), le maître demande si des groupes ont réussi à les observer et les dessiner.

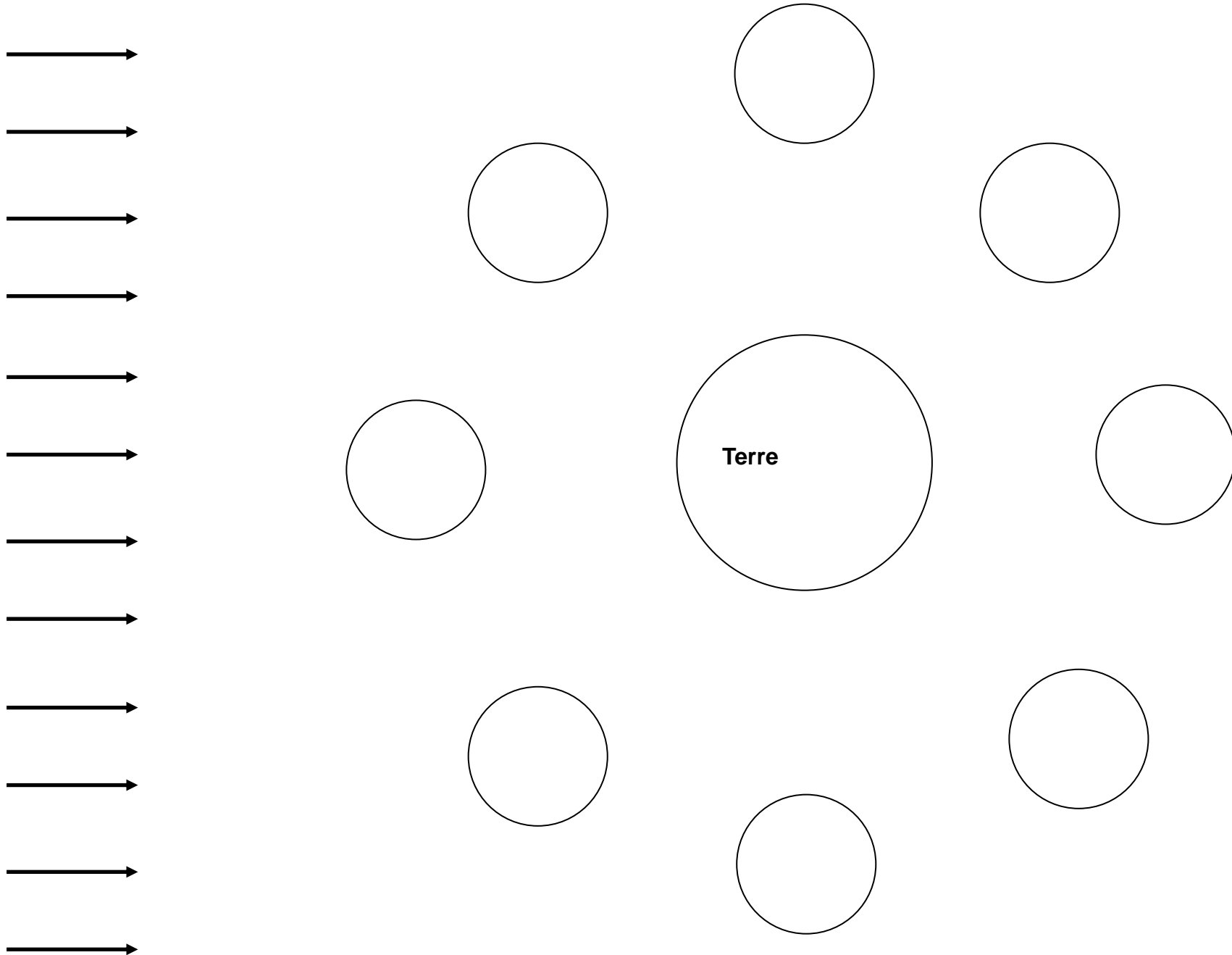
Demander aux groupes de dessiner au tableau la position des trois astres qui leur a permis d'obtenir chaque phase.

On comparera ensuite les **fiches** 10 des groupes pour conclure sur l'impact des positions de la Terre, du Soleil et de la Lune sur les phases de la Lune.

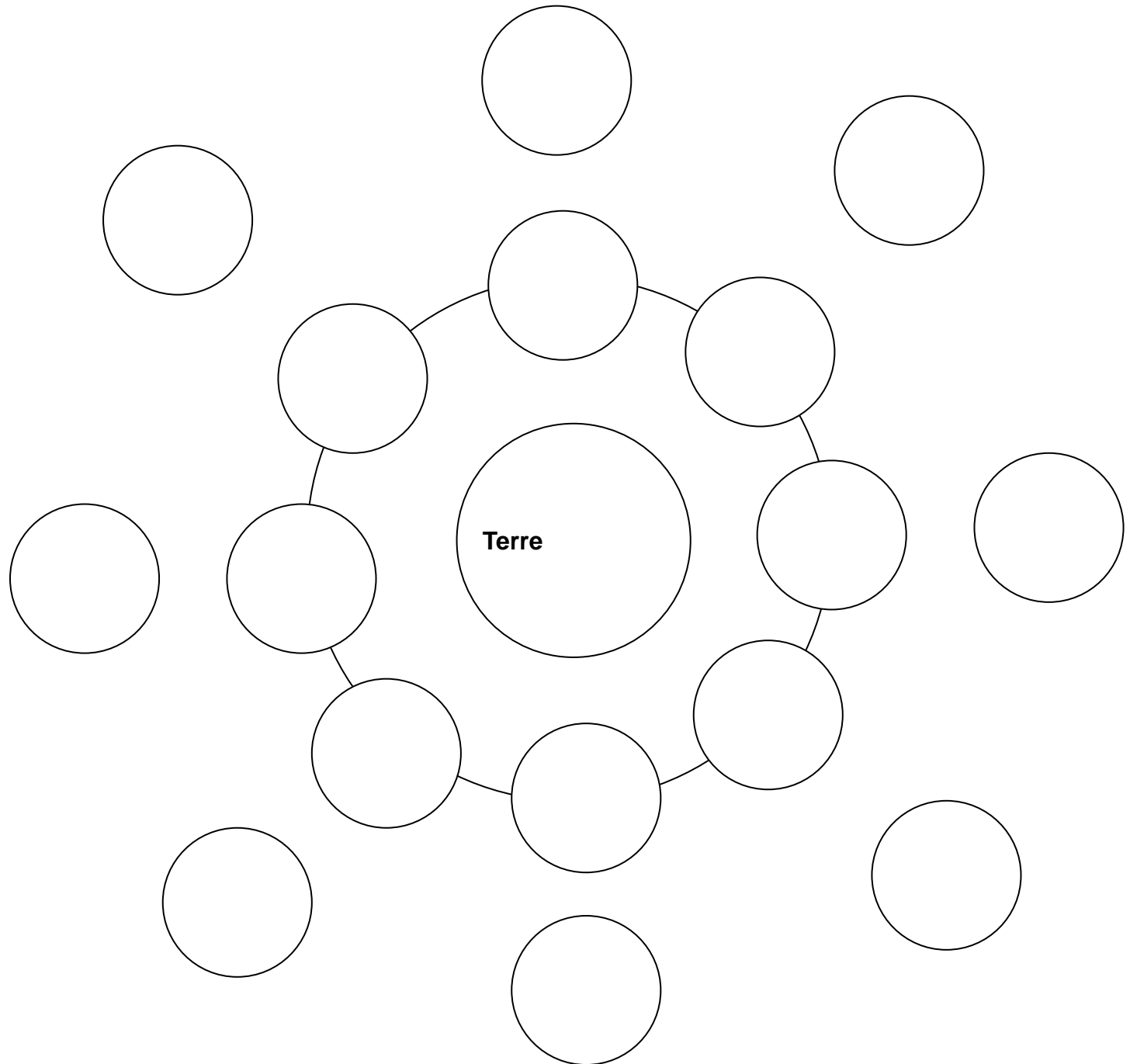
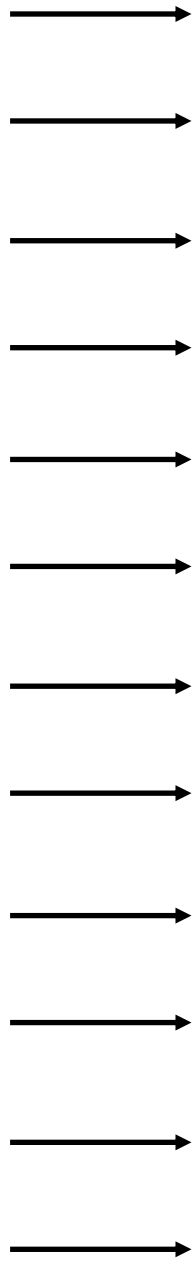
Conclusion attendue :

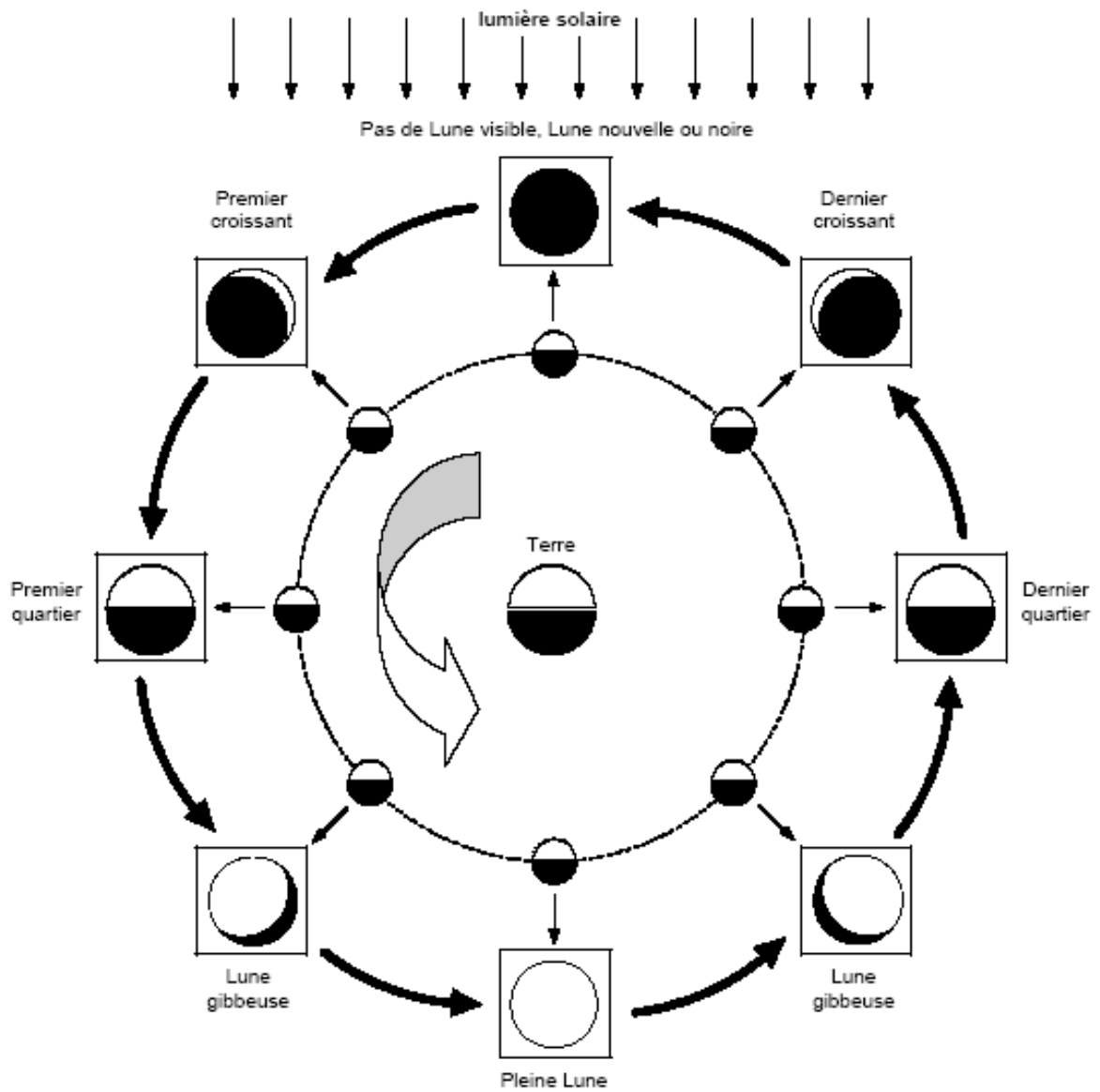
La position de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil influe sur les phases de la Lune. Pour une phase donnée, il y a une seule position de la Lune qui permet de l'obtenir.

SOLEIL



SOLEIL





Le premier cercle de lune (à l'intérieur) représente ce que voit un observateur dans l'espace.
 Le cercle situé à l'extérieur représente ce que peut voir un observateur sur Terre.

SÉANCE 14 : 20 MARS 2015 : ÉCLIPSE DE SOLEIL !

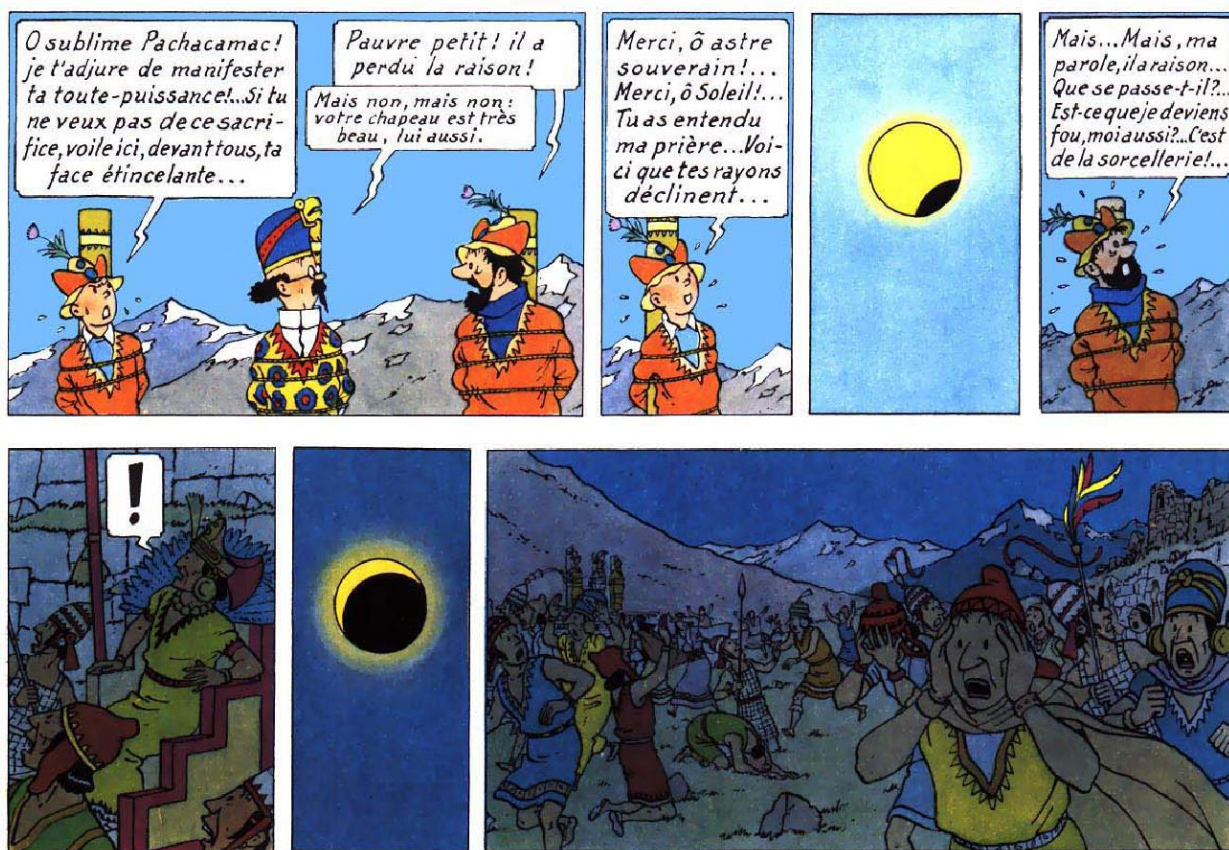
Cette séance sera menée quelques jours avant l'éclipse partielle de Soleil prévue le 20 mars 2015 au matin.

Rappel en collectif :

Nous savons que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures et tourne autour du Soleil en un an. Nous savons également que la Lune, unique satellite "naturel" de la Terre, tourne autour de celle-ci en un mois environ.

Connaissances visées : Ces mouvements combinés les uns par rapport aux autres offrent une multitude de situations possibles dont certaines, les éclipses, sont bien connues.

Pour commencer la séance : lecture de l'extrait de Tintin *Le temple du Soleil*.



Phase 1 : Créer chez les élèves un questionnement scientifique en réaction à l'extrait de Tintin.

Que se passe-t-il dans cet extrait ?

Pourquoi fait-il nuit à la fin de l'extrait ?

Pourquoi une partie du Soleil apparaît-elle cachée ?

Selon vous, que va-t-il se passer ensuite (du point de vue du Soleil) ?

L'enseignant note sur une affiche les réponses des élèves qui seront recopiées dans le cahier accompagnées de l'image ci-dessus.

Phase 2 : Recueillir les conceptions des élèves.

À ce stade, les élèves auront certainement parlé d'éclipse.

Qu'est-ce qu'une éclipse de Soleil ?

Faire (sur une feuille A4) un dessin légendé explicatif.

Consigne : Dessine ce qu'il se passe pour que le Soleil semble disparaître.

Phase 3 : Mise en commun des dessins et discussion collective.

L'enseignant écrit les hypothèses principales des élèves ainsi que les éventuelles remarques.

Phase 4 : Modélisation par le biais de 2 boules de polystyrène (une pour la Lune, une pour la Terre) et d'une lampe (pour le Soleil).

Les élèves ont pour mission de modéliser une éclipse de Soleil. Demander aux élèves de faire en sorte qu'on observe, à un endroit de la Terre, une éclipse.

Vérifier que les élèves ont toujours en tête la correspondance terme à terme entre modèle et réalité.

Phase 5 : Mise en commun et synthèse collective

Comment peut-il y avoir des éclipses de Soleil ?

Il faut expliquer que les astres doivent être alignés (bien placer la Lune proche de la Terre). La dernière a eu lieu en 1999, la prochaine éclipse aura lieu le 20 mars 2015.

Montrer aux élèves des photos d'éclipses où l'on voit toutes les étapes de l'éclipse.

Chaque élève réalise un dessin sur son cahier d'expériences montrant les 3 astres avec le cône d'ombre créé.

Voir dessin ci-dessous :

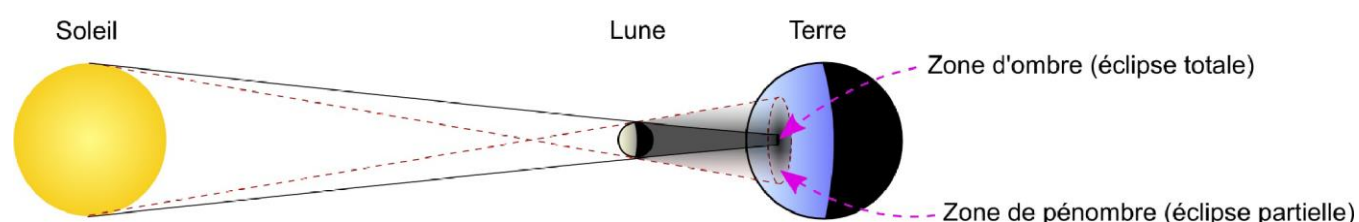


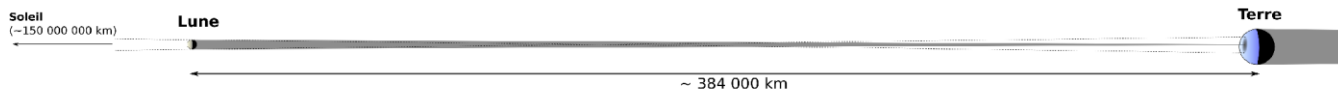
Illustration 2: Représentation schématique d'une éclipse de Soleil (échelles non respectées).

Note scientifique :

Lors de l'éclipse solaire, on observe la Lune sous la forme d'un disque sombre qui vient cacher le Soleil... et qui a à peu près le même diamètre que celui-ci. Ceci relève du hasard !

En effet, la distance Terre-Lune est environ 400 fois inférieure à la distance Terre-Soleil. Par ailleurs, le diamètre de la Lune est environ... 400 fois inférieur à celui du Soleil. C'est cette formidable coïncidence qui explique que Lune et Soleil aient, vu de la Terre, le même diamètre apparent.

L'illustration ci-dessous respecte les échelles et montre bien que l'ombre de la Lune est un très fin "pinceau" : il suffit effectivement que la Lune soit légèrement décalée par rapport au plan de l'orbite terrestre pour qu'aucune ombre ne se projette sur la Terre. A l'échelle de cette illustration, le Soleil serait situé à 400 fois la distance Terre-Lune, soit à 56 mètres et aurait environ 50 cm de diamètre.



Représentation schématique d'une éclipse de Soleil (échelles respectées)

On peut également se représenter le système Terre-Lune à l'aide de petites sphères : si la Terre avait la taille d'une balle de ping-pong, la Lune aurait celle d'une bille de verre (~1cm de diamètre) et serait située à environ 1m de la Terre.

Phase 6 : Nouvelle modélisation

L'objectif de cette modélisation est de faire comprendre aux élèves comment un astre de petite taille (la Lune) peut en cacher un de plus grande taille (le Soleil).

→ Variante 1 :

Maintenant que tout le monde est d'accord sur le mécanisme qui permet d'expliquer les éclipses solaires, les élèves vont modéliser ce mécanisme. Pour cela on place au centre de la classe une lampe représentant le Soleil (une ampoule devant laquelle on aura placé un disque de papier calque) et on distribue aux élèves des boules de cotillon représentant la Lune. Les élèves se répartissent dans la classe en face de la lampe. Ils ont alors pour consigne de fermer un œil (ou de masquer un œil avec la main) et de simuler une éclipse en déplaçant le cotillon pour masquer peu à peu la lampe. Ils verront ainsi le « Soleil » s'effacer progressivement exactement comme dans l'extrait de Tintin.

Au moment où la lampe est masquée par le cotillon, demander aux élèves de regarder avec l'autre œil, sans bouger la tête. Ils remarqueront qu'on n'observe plus l'éclipse ou en tout cas que le Soleil n'est plus caché de la même manière. En s'appuyant sur cette observation, on arrive à la conclusion suivante : On ne voit pas l'éclipse de tous les endroits de la Terre à un moment donné.

Remarque importante : Du point de vue des élèves, cotillon et lampe doivent avoir le même diamètre apparent. Pour cela les élèves se placeront à la bonne distance de la lampe et tendront le bras plus ou moins.

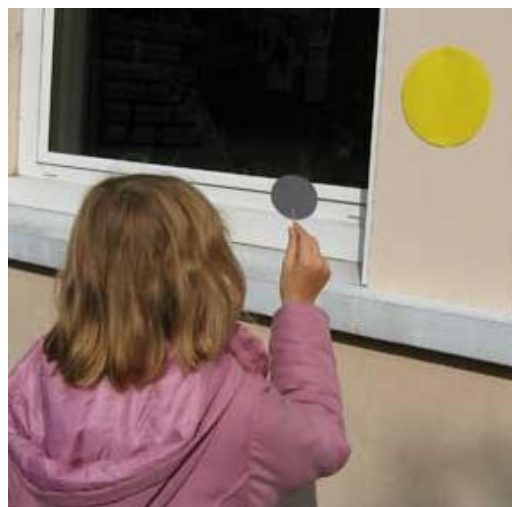
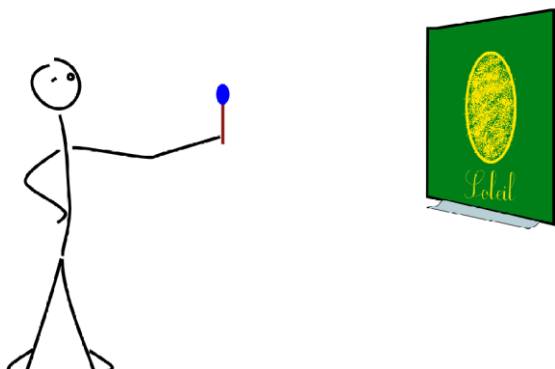
→ Variante 2 :

La situation déclenchante peut être par exemple :

- Une photo d'éclipse annulaire montrant que les diamètres apparents de la Lune et du Soleil sont semblables.
- Une petite recherche documentaire permettra de trouver leurs diamètres réels (en km) et de constater qu'ils sont en revanche très différents !

Comment alors une "petite" Lune peut-elle cacher un "gigantesque" Soleil ?

Après avoir recueilli les idées des élèves, l'enseignant propose le défi suivant : superposer un petit disque de carton de quelques cm de diamètre (représentant la Lune) au contour du Soleil dessiné au tableau (illustration ci-dessous) :



Plusieurs constatations pourront être faites par les élèves :

- il est nécessaire de fermer un œil pour n'avoir qu'un seul point de vue ;
- en pliant le bras (en rapprochant la Lune), le Soleil est davantage recouvert ;
- en étendant le bras (en éloignant la Lune), le Soleil n'est plus totalement recouvert ;
- pour une même position, en modifiant la taille de la Lune, le Soleil est plus ou moins recouvert.

Une fois la bonne position trouvée pour chacun, on pourra simuler une éclipse en faisant passer la Lune devant le Soleil, l'observateur représentant la Terre. (Fin Variante 2).

Cette modélisation est l'occasion d'embrayer sur une consigne de sécurité élémentaire : Peut-on faire la même modélisation en utilisant le vrai Soleil au lieu d'une lampe ? Parce que regarder le Soleil directement est extrêmement dangereux surtout lors d'une éclipse !

Rappel de sécurité élémentaire	
Ne JAMAIS regarder directement le soleil partiellement éclipsé (éclipse annulaire ou phase partielle d'une éclipse), sous peine de dommages irréversibles de l'œil.	A stick figure is shown looking towards a yellow sun with a black dot in the center. A large red 'X' is drawn over the figure, indicating that this action is dangerous and should not be done.

Pour clarifier encore la compréhension qu'ont les élèves du phénomène d'éclipse, on a ensuite recours, en collectif, à la modélisation suivante :

→ **S'il y a du Soleil :**

Il est possible de modéliser l'ombre de la Lune sur la Terre en utilisant le "vrai" Soleil comme source lumineuse (de préférence bas sur l'horizon). Pour cela, en se basant sur les tailles et distances du système Soleil-Terre-Lune, on observera que :

- la Lune est environ 3 à 4 fois plus petite que la Terre ;
- la Lune est éloignée de la Terre d'environ 30 diamètres terrestres.

Il suffira alors de choisir un globe terrestre puis de trouver une sphère 3 à 4 fois plus petite (représentant la Lune) que l'on placera à une distance équivalente à 30 diamètres du globe, à l'extrémité d'une baguette par exemple. Relier Terre et Lune par un fil de longueur adéquate facilitera le positionnement. Ainsi, un globe de 30cm pour la Terre, et une Lune de 10cm placée à 9m permet de simuler de manière réaliste une éclipse de Soleil avec ombre et pénombre visibles (illustration ci-dessous).

On pourra remarquer que la zone d'ombre a une étendue limitée sur Terre : cela confirme le fait qu'une éclipse ne soit pas observable depuis l'ensemble d'un hémisphère. En outre, étant donnée la précision requise, les élèves auront vite compris pourquoi une éclipse est un phénomène rare !

→ **S'il n'y a pas de Soleil :**

On modélisera le Soleil par la lampe utilisée précédemment (ou mieux : par un projecteur diapo) et on placera devant celle-ci un cotillon ou une boule de polystyrène de manière à observer une tache semblable à celle qu'on peut voir sur l'image ci-dessous :



Simulation réaliste de l'ombre de la Lune lors d'une éclipse de Soleil (Image CLEA).

Il importe que les élèves comprennent bien que cette tâche d'ombre correspond aux endroits d'où l'éclipse est (plus ou moins) visible et que cette tâche ***se déplace*** au cours du temps d'est en ouest. Pour cela il importe de déplacer la boule représentant la Lune pour obtenir un tel déplacement de la tâche.

Pour visualiser ce déplacement dans le cas précis de l'éclipse du 20 mars 2015, consulter : http://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89clipse_solaire_du_20_mars_2015#mediaviewer/File:SE2015Mar20T.gif

Note scientifique :

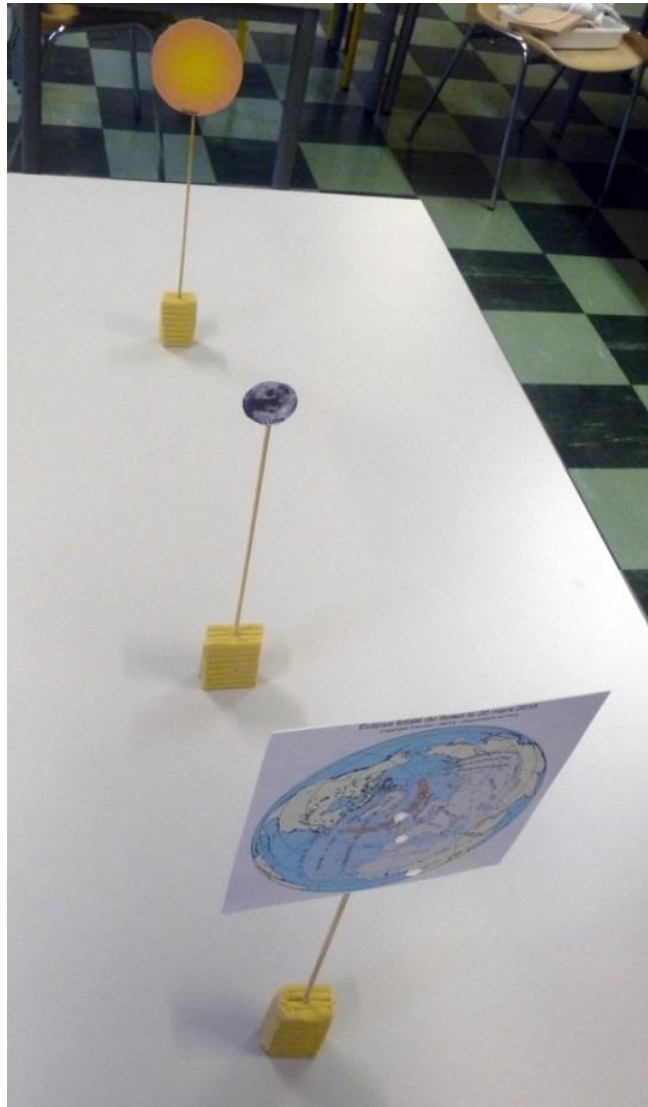
C'est bel et bien le déplacement de la Lune sur son orbite qui explique le déplacement de la zone d'ombre sur la Terre. En effet on pourrait croire que ceci est lié à la rotation de la Terre sur elle-même. Il n'en est rien car la Terre tourne sur elle-même d'est en ouest (soit encore, vu du pôle Nord : dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) ce qui tendrait à engendrer un déplacement de la zone d'ombre... d'ouest en est ! Or c'est bien un déplacement d'est en ouest qui est observé. La rotation de la Terre sur elle-même n'a donc qu'un effet limitant sur le déplacement de la zone d'ombre.

Grâce à cette modélisation, les élèves réalisent que certaines régions du globe voient très bien l'éclipse, quand d'autres la voient mal... ou pas du tout ! (à commencer par les régions qui sont dans la nuit lorsque le phénomène se produit). C'est pour cela qu'il est si rare d'observer une éclipse solaire de bonne qualité. L'activité qui suit va compléter cette prise de conscience.

En utilisant le dispositif page suivante, à imprimer, on observera au préalable avec les élèves la carte de l'éclipse, où la bande de totalité est bien visible, puis on demandera aux élèves de réaliser, en groupes, le dispositif représenté sur cette même illustration, en leur précisant que les échelles ne sont pas respectées.

On pourra alors demander aux élèves de positionner correctement la Lune (sur un support mobile) et le Soleil afin d'obtenir une éclipse totale depuis la bande de totalité (orifice du haut, à proximité de l'Islande).

On leur demandera alors de prévoir, selon eux, (et de dessiner, en justifiant leur réponse) ce qu'ils verront en plaçant leur œil sur l'orifice situé sur la France, puis sur celui situé au Gabon. Les réponses pourront être validées aussitôt en réalisant l'observation : on aura bien une éclipse partielle vue depuis la France... et aucune éclipse vue depuis le Gabon. Les distances différentes de la Lune et du Soleil modifient les perspectives, même pour ce modèle ne respectant pas les échelles.



Éclipse totale du Soleil le 20 mars 2015

Copyright P.Rocher - IMCCE - Observatoire de Paris

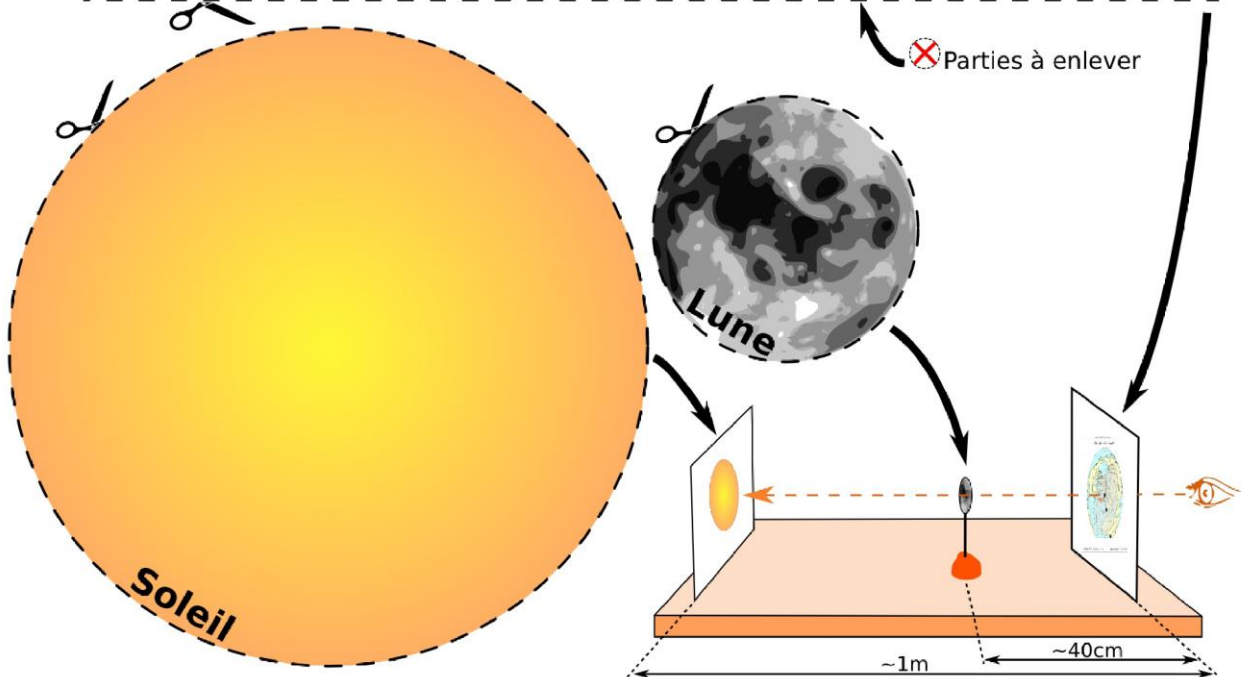


Illustration 20 Modèle à imprimer, découper puis assembler comme indiqué (distances approximatives).

LE SYSTÈME SOLAIRE

Séance 15 : introduction

Séance collective

- ▶ Partir de ce que savent les élèves

Tous les élèves ont des connaissances sur l'Univers, le Soleil, les galaxies, la Terre, les planètes... Il s'agira de les amener à modifier leurs représentations, à préciser leur vocabulaire, et à se poser de nouvelles questions.

QUESTIONS GUIDES :

1. Quels sont les objets que l'on peut voir dans le ciel ?

En réponse à cette question, les élèves citeront de nombreux objets, sans distinguer ce qui relève de la réalité ou de la fiction, sans se préoccuper de la distance au sol : *étoiles, étoile du Berger, constellations, planètes, comètes, astéroïdes, Lune, astres, météorites, ciel, avions, fusées, hélicoptères, vaisseaux spatiaux, satellites, feuilles, nuages, êtres humains, Martiens, etc.*

2. Peut-on classer ces objets ?

Le maître propose aux élèves de classer ces objets par famille (les objets naturels, les objets fabriqués par l'homme, les êtres vivants).

3. Et ces objets naturels, sont-ils tous pareils ?

Les élèves répondront qu'ils diffèrent par la taille, par la forme peut-être (dans le cas des astéroïdes) et ils évoqueront sans doute les distances qui les séparent de notre Terre.

Il conviendra de définir ces objets célestes. Le mot « astre » sera peut-être suggéré par un élève, sinon le maître le proposera.

4. Et tous ces astres, que font-ils ?

On s'attend ici à ce que les élèves parlent des mouvements des astres.

Ils diront, par exemple, que la Lune tourne autour de la Terre ou que la Terre tourne autour du Soleil ou encore que la Terre tourne sur elle-même.

Note : Les élèves « savent » que la Terre tourne autour du Soleil, formule apprise par cœur et qui n'est pas toujours porteuse de sens. On peut néanmoins utiliser cette connaissance pour initier un questionnement.

5. N'y a-t-il que la Terre qui tourne autour du Soleil ?

Le maître demande aux élèves de répondre à cette question, individuellement, sur leur cahier d'expériences. Il les incite à schématiser, notamment pour préciser la position des différents astres. Les dessins seront réalisés sur une feuille A4 de manière à pouvoir les afficher au tableau lors de la mise en commun.

On constatera alors que :

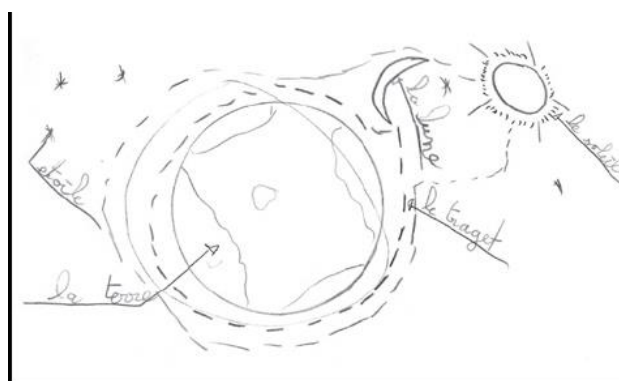
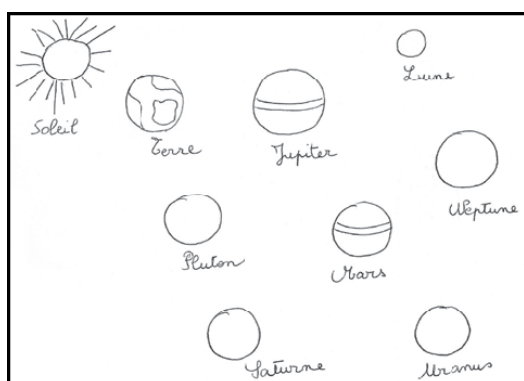
- les idées exprimées avec un texte ou un schéma ne sont pas toujours concordantes ;
- la plupart des enfants citent les planètes avec un nom parfois approximatif (*Junon* ou *Vénis*) ;

La Terre n'est donc pas au centre de l'Univers. Et elle tourne autour du Soleil.
 Mais n'y a-t-il que la Terre qui tourne autour du Soleil ? Précise ta réponse.

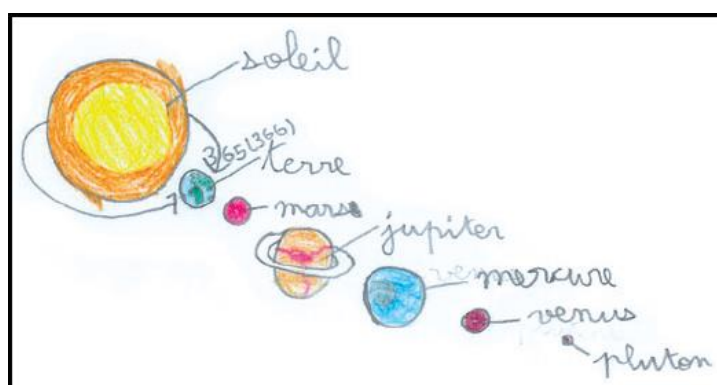
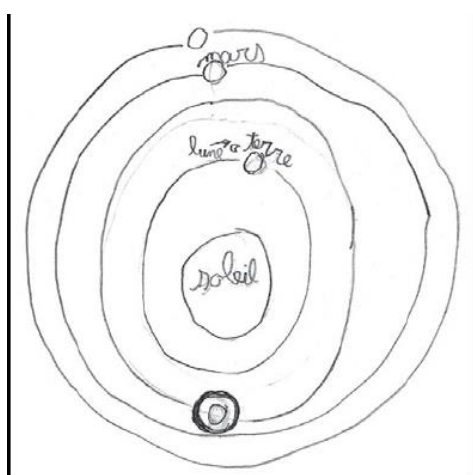
*De mon avis, toutes les planètes qui existe font partie de
 tourner autour du Soleil occasion : Exemple :*

- la Terre
- la Lune
- Mars
- Vénus
- Jupiter

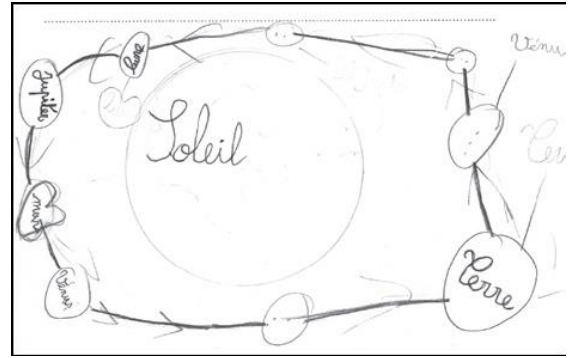
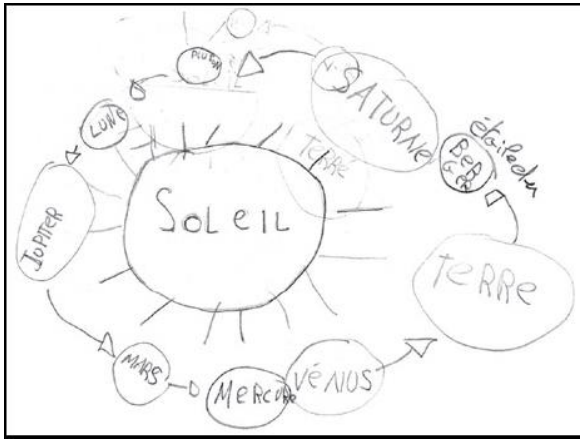
- les dessins concernant le système solaire présentent des astres parfois avec une organisation géocentrique :



- certains dessins proposent une organisation héliocentrique : les planètes (ou certaines planètes, pas forcément dans le bon ordre) sont ainsi représentées comme tournant sur des trajectoires différentes centrées sur le Soleil, avec une vue de dessus ou en perspective :



- d'autres dessins figurent les planètes en chapelet, tournant autour du Soleil sur la même trajectoire « en faisant la ronde ». La Terre y est parfois représentée comme la plus grosse des planètes :



Ces représentations montrent le travail à mener aussi bien sur la Lune que sur les planètes, leur place, leurs tailles comparées, leur différence de statut, l'organisation héliocentrique des planètes.

Les dessins sont affichés au tableau et le maître propose aux élèves de les comparer et de les classer. Quelles différences observez-vous ? Quels sont les dessins qui se ressemblent ? On propose alors de lister les différences (une seule ou, au contraire, plusieurs orbites ; représentation géocentrique ou héliocentrique ; ...)

Après compilation des différentes réponses, l'enseignant présente au tableau une synthèse illustrée par les représentations les plus significatives.

L'objectif sera de classer les objets répertoriés par catégorie, évacuer ceux qui n'ont pas leur place dans l'étude du système solaire, expliciter les mots utilisés, faire apparaître des insuffisances ou contradictions, provoquer des interrogations et poser des questions.

Exemples :

- *Est-ce que tous les mots qui restent dans notre liste sont des planètes ?*

Les mots tels que *Mars*, *Vénus*, ou *Terre* désignent des **planètes** et peuvent être classés dans cette catégorie. Il s'agit d'un premier classement des astres que l'on peut voir dans le ciel.

Puis le maître incite les élèves à se poser les questions suivantes :

- *Avons-nous listé toutes les planètes ?*
- *Quelles définitions peut-on donner à astres, étoiles, planètes, Lune ?*
- *Est-ce que la Terre tourne autour du Soleil, ou est-ce le Soleil qui tourne autour de la Terre ?*
- *Est-ce que toutes les planètes tournent autour du Soleil sur la même trajectoire, ou sur des trajectoires différentes ?*
- *Est-ce que la Lune tourne autour du Soleil ?*

Note : Ce sont ces interrogations qui vont initier la démarche d'investigation par l'observation, par la modélisation et par l'exploitation de documents. D'autres questions naîtront en cours de route.

L'enseignant termine la séance en expliquant aux enfants qu'ils vont tenter d'apporter des réponses à ces questions au cours des séances suivantes.

Séance 16 : la Terre, les autres planètes et le Soleil

Nous avons vu, lors des séances précédentes, que la Terre tourne sur elle-même, que la Lune tourne autour de la Terre, et que le tout tourne autour du Soleil en une année (365 jours).

Le maître demande alors : « Qu'en est-il des autres planètes ? »

Il choisit parmi les dessins des élèves, différentes représentations : géocentrisme, héliocentrisme sur la même orbite, et héliocentrisme réel (orbites différentes).

L'enseignant propose alors une discussion :

1. « Est ce que Mars (*qui aura probablement été cité*) tourne autour de la Terre ? »

Les élèves s'accordent sur le fait que Mars serait alors une lune de la Terre, donc cette hypothèse est réfutée.

Le maître conclut alors en remarquant que les élèves se sont mis d'accord sur le fait qu'une planète doit tourner autour du Soleil.

2. « Est ce que toutes les planètes tournent en file indienne autour du Soleil ? »

Il est probable que les élèves n'arrivent pas à trouver d'arguments pour réfuter cette hypothèse. Le maître donne alors un indice, en indiquant que l'année martienne dure 2 années terrestres. Autrement dit : combien de temps faut-il à la planète Mars pour faire le tour du Soleil ?

Le maître distribue une feuille à chaque élève sur laquelle figure un cercle représentant l'orbite d'une planète qui gravite autour du Soleil. Il demande : pouvez-vous dessiner la planète Terre sur son orbite et y ajouter la planète Mars ? Il demande ensuite aux élèves de dessiner, d'une autre couleur, la place de la Terre et de Mars au bout de 6 mois, puis au bout d'un an. On voit alors qu'il y aurait collision entre les deux planètes.

Les élèves arrivent à la conclusion que ces deux planètes doivent posséder des orbites différentes.

Variante : Le maître peut donc faire un dessin au tableau, en situant la Terre et Mars sur une même orbite autour du Soleil aux extrémités d'un diamètre. Il demande alors aux élèves de dessiner avec une autre couleur la place de la Terre et de Mars au bout de 6 mois, puis au bout d'un an. On voit alors qu'il y aurait collision entre les deux planètes.

Note : au cours des séances suivantes, les élèves arriveront à la conclusion que toutes les planètes ont des orbites différentes !

3. « Quelle est la forme d'une planète ? »

Note : prévoir une séquence vidéo (ou le logiciel *Balade à ciel ouvert*) montrant le mouvement des planètes autour du soleil.

Il s'agit de montrer aux élèves qu'il ne suffit pas de tourner autour du Soleil pour être une planète. On peut montrer une photo d'astéroïde qui tourne autour du Soleil et demander s'il s'agit d'une planète. Le maître demande alors : « quelle différence y a-t-il entre un astéroïde et la Terre ? ». La question de la forme viendra rapidement à l'esprit des élèves qui diront que la Terre, contrairement aux astéroïdes, est ronde.

Le maître propose aux élèves de trouver la définition d'une planète. Il demandera : à présent, que savez-vous des planètes ?

Définition proposée (à copier dans le cahier d'expériences) :

« Une planète est un astre rond qui tourne autour du Soleil. Chaque planète doit être seule sur son orbite. »

Le maître demande alors quelles planètes les élèves connaissent et les notent au tableau. Une recherche documentaire permettra de vérifier le nom des planètes données par les élèves et le cas échéant, de compléter la liste.

Séance 17 :

Toutes les planètes du système solaire sont-elles identiques ?

Les caractéristiques des planètes

Cette séance a pour but de montrer aux élèves comment exploiter toutes les données que l'on peut recueillir. Dans un premier temps, les élèves émettent des hypothèses (par exemple : « il fait de plus en plus chaud au fur et à mesure que l'on se rapproche du Soleil »). Puis, les élèves effectueront un travail de recherche sur les planètes (recherche de la température sur chacune d'entre-elles et des distances au Soleil) pour essayer de valider ou de réfuter leurs hypothèses. Enfin, ils tenteront de montrer qu'il est possible de prédire la carte d'identité complète d'une planète à l'aide de quelques données (mathématiques).

I. Émettre des hypothèses

Les élèves mettent en relation (de manière intuitive) des paramètres à savoir :

- la taille
- la température
- distance au Soleil
- présence d'une atmosphère ou non
- révolution
- rotation

Par exemple, il semblerait logique de penser que plus une planète est proche du Soleil, plus il y fait chaud.

Le maître amène donc les élèves à se poser des questions sur les liens entre ces paramètres, sans les nommer en tant que tels et recueille les hypothèses des élèves.

Questions possibles du maître :

1) Relation distance / température :

« À votre avis, la température d'une planète située loin du Soleil est-elle plus élevée que celle d'une planète proche du Soleil ? Est-ce l'inverse ? Ou bien il n'y a pas de rapport entre la distance au Soleil et la température ? »

Note scientifique pour le maître :

Il semble logique que si l'on se rapproche de la source de chaleur, la température augmente.

2) Relation atmosphère / taille :

« À votre avis, si la Terre était plus petite, aurait-elle une atmosphère ? »

Note scientifique pour le maître :

On pourrait penser que cela n'a aucun rapport avec la taille, voire même que plus la planète sera grosse, plus elle aura une atmosphère fine. En réalité, comme tout gaz, l'atmosphère (de l'air) va avoir tendance à occuper tout l'espace qui lui est offert et donc se disperser dans l'espace. Il faut donc que la planète soit très lourde (donc grosse) pour qu'elle puisse retenir l'air sous l'effet de la gravité. Jupiter, la plus grosse des planètes du système solaire, possède une atmosphère très épaisse contrairement à mercure (plus petite que la Terre) qui n'a pas d'atmosphère.

3) Relation atmosphère / température :

« À votre avis, si la Terre n'avait pas d'atmosphère, ferait-il plus chaud, ou moins chaud, ou la température serait-elle la même? »

Note scientifique pour le maître :

Ici, les élèves penseront sûrement au fait que ça n'a rien à voir, voire même qu'il ferait plus chaud s'il n'y avait pas d'atmosphère qui fait office de protection entre la Terre et le Soleil. En réalité, il ferait beaucoup plus froid si nous n'avions pas d'atmosphère qui joue le rôle d'une serre (effet de serre) : elle permet de « capturer » la chaleur du Soleil donc de réchauffer encore plus la Terre, alors que la Lune (où la température est très basse : - 80°C en moyenne) dépourvue d'atmosphère ne fait que réfléchir les rayons solaires.

4) Relation distance / révolution :

« À votre avis, si la Terre était plus éloignée du Soleil, est-ce qu'elle tournerait plus vite autour du Soleil ? Moins vite ? Identiquement ? »

Note scientifique pour le maître :

Dans le cas présent, l'intuition se révèle faible. On pourrait croire que les planètes font toutes un tour du Soleil en un an, ou encore que la vitesse des planètes ne varie pas mais que par conséquent, les planètes les plus éloignées mettent plus longtemps à parcourir leurs orbites plus longues. Dans la réalité, la révolution augmente bien avec la distance, mais pas de manière aussi simple : la vitesse diminue si la distance au Soleil augmente.

5) Relation distance / rotation :

« À votre avis, les planètes tournent-elles toutes sur elles-mêmes ? Dans le même sens ? Est-ce que la Terre tournerait plus vite sur elle-même si elle était plus proche du Soleil ? »

Note scientifique pour le maître :

Dans ce cas, il n'y a aucun moyen de savoir quelle est la vitesse de rotation de la planète à l'aide de la distance. Même si les planètes tournent pratiquement toutes dans le même sens que la Terre, il y a des exceptions isolées. Enfin, la vitesse de rotation ne semble avoir aucun rapport avec la distance, et n'être que le fruit du hasard.

II. Recherche documentaire

La classe se répartit par groupe de 4 ou en binôme et chacun choisit une planète (*sauf Saturne*), la Lune, et le Soleil.

On demande alors aux élèves d'établir la carte d'identité de leur planète, par la réponse aux questions :

- Quel est son nom ? *quelle est son origine ?*
- Est-ce une étoile, une planète, une lune ? De quoi est-elle constituée ?
- Quel est son diamètre ?
- À quelle distance est-elle du Soleil ?

- En combien de temps tourne-t-elle autour du Soleil ? Tourne-t-elle sur elle-même ? Si oui, en combien de temps et dans quel sens ?
- Quelle température y fait-il ?
- A-t-elle une atmosphère ?
- *Peut-on la voir facilement ? Doit-on avoir un télescope ?*
- *Les hommes ont-ils déjà exploré cet astre ? Comment ?*
- Comment peut-on la reconnaître ?
- Dessiner la planète
- Représenter la planète dans du carton au 1/1 000 000 000

Mise en commun au tableau des fiches caractéristiques et du modèle. Tri des planètes par ordre de distance au Soleil. Prévoir un travail sur l'unité astronomique (UA).

On peut demander aux élèves d'établir une frise avec une certaine échelle pour placer les planètes dans l'ordre après le Soleil, ce qui sera très utile pour la prochaine partie.

ATTENTION : il est très important que les élèves inscrivent les unités utilisées, aussi bien sur les cartes d'identités que dans le tableau.

Astre	Soleil	Mercure	Vénus	Terre	Lune	Mars	Jupiter	Saturne	Uranus	Neptune
Type	Etoile	Planète	Planète	Planète	Satellite	P	P	P	P	P
Distance (en millions de km)										
Distance (en u.a.)	0	0.39	0.72	1	1	1.52	5.2	9.54	19.2	30
Ø (en milliers de km)	1391	5	12	13	3	7	143	120	51	50
Atmosphère	non	Non	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Température En °C	5000	169	462	30	-77	-63	-160	-190	-214	-226
Révolution En jours	0	88	225	365	365	687	4335	10757	30800	60000
Rotation En jours	28	59	-243	1	1	1	0.4	0.44	-0.7	0.67
Type P		Tellurique	Tell	Tell		Tell	Gaz	Gaz	Tell ?	Tell ?

III. Exploitation des données

Cette partie est essentiellement basée sur des constructions de graphiques, qui sont beaucoup plus visuels et permettent de mieux appréhender les réponses aux hypothèses.

Le maître commence par demander comment on peut essayer de vérifier l'hypothèse n°1 (t° /distance)

Les élèves proposeront probablement de faire un petit tableau avec la température juste en dessous de la distance des planètes. Le maître peut alors proposer de faire un graphique en utilisant la frise. (*y placer des dessins de thermomètres ?*).

BIBLIOGRAPHIE - SITOGRAPHIE

Calendriers, miroirs du ciel et des cultures, La main à la pâte

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

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

Site de l'IMCCE sur les éclipses (Institut de Mécanique Céleste et de Calcul des Éphémérides) : <http://www.imcce.fr/promenade/pages3/369.html>

Observation d'une éclipse de Soleil - Nicolas Morange - La main à la pâte

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11741/observation-dune-clipse-de-soleil#2>

Histoire d'éclipses - dossier La main à la pâte

<http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11708/1-histoires-d-clipse>

"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.