

L'astronomie à l'école

Retour à la première page



Bibliographie :

J.Defer, V.Thierry, l'Astronomie au cycle des approfondissements, A.Colin, Pratiques Pédagogiques.

P.Causeret, L.Sarrazin, Les saisons et les mouvements de la Terre, Belin, Pour la science, 2001.

M.Hartmann, l'astronomie est un jeu d'enfant, préface de Pierre Léna (la main à la pâte), Le Pommier, 1999

E.Masclet, l'explication des saisons chez les élèves de cycle III, test d'une séquence d'enseignement et ingénierie didactique, Thèse de doctorat, Laboratoire de Didactique des Sciences Physiques, Université Paris VII, 2003.

L'Astronomie au cycle III

I) Introduction :

Lorsqu'on aborde l'astronomie avec des élèves de cycle III, on se trouve très souvent confronté à une très grande motivation de la part de ces derniers.

Ainsi, dès l'évocation du terme "astronomie" les questions fusent :

→ "Pourquoi il y a des planètes ?"

→ "Pourquoi il y a des étoiles ?"

→ "C'est quoi un trou noir ?"

→ "Pourquoi le ciel est bleu ?"

→ "Comment l'Univers s'est créé ?"

→ "Pourquoi"

→ Etc.

Devant un tel désir de connaître, on serait tenté de répondre d'emblée aux questions posées et très vite on en remonterait aux origines de l'Univers.

Deux semaines après, l'évaluation nous montrerait que cette séance de questions/réponses est un échec complet !!

Pourquoi ?

Globalement, les questions posées correspondent à des connaissances factuelles qui pour être comprises doivent reposer sur des bases solides concernant le Système Soleil/Terre/Lune et le mouvement des planètes autour du Soleil.

Il ne faut surtout pas tomber dans la démagogie en répondant de suite à ces questions qui pourtant intéressent les enfants.

En effet : **ils ne sont pas prêts !!**

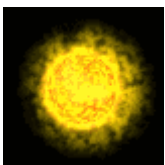
Il est donc nécessaire de leur donner ces fameuses bases avant d'aborder ces questions.

Quelles bases ?

- 1) Le Soleil est une grosse sphère ("boule de feu") très brillante et la Terre, plus petite, est une planète qui n'émet pas de lumière visible par elle-même, de même pour la Lune,
- 2) La Terre est une quasi sphère orientée (Nord/Sud) sur laquelle les êtres vivants se déplacent, "plaqués" au sol qu'ils sont par l'attraction gravitationnelle,
- 3) **La Terre tourne sur elle-même** en 1 jour, d'où l'alternance journée/nuit, d'où divers problèmes de référentiel,
- 4) **La Terre tourne autour du Soleil** dans le vide interplanétaire en 1 année sur une orbite quasi circulaire,
- 5) **Son axe de rotation reste incliné**, de la même façon sur une année, d'environ 23° par rapport à la perpendiculaire au plan de l'écliptique qui passerait par son centre,
- 6) Cet axe incliné constant impose une **variation de la durée des journées et des nuits**, donc une variation de la durée de réchauffement au cours de l'année,
- 7) De plus, du fait de cet axe incliné, l'angle d'incidence des rayons solaires varient fortement, induisant une **variation de température**, donc le phénomène des saisons,
- 8) La Lune tourne autour de la Terre, toutes les planètes tournent autour du Soleil.

II) Séquence : Le Système Terre/Soleil :

A) Mise au point : Qu'est-ce que le Soleil et la Terre ?



Objectif : *Le Soleil est une boule de gaz en feu qui produit de la lumière et la Terre est une boule.*

Déroulement : de 20 à 40 mn.

- a) Recueil de conceptions (Qu'est-ce que ...? Quelle est la forme de? *Dessins et phrases*),
- b) Discussion collective,

c) Si besoin : Diapositives, Analyse de documents (Tavernier CM, que pensaient les anciens?),

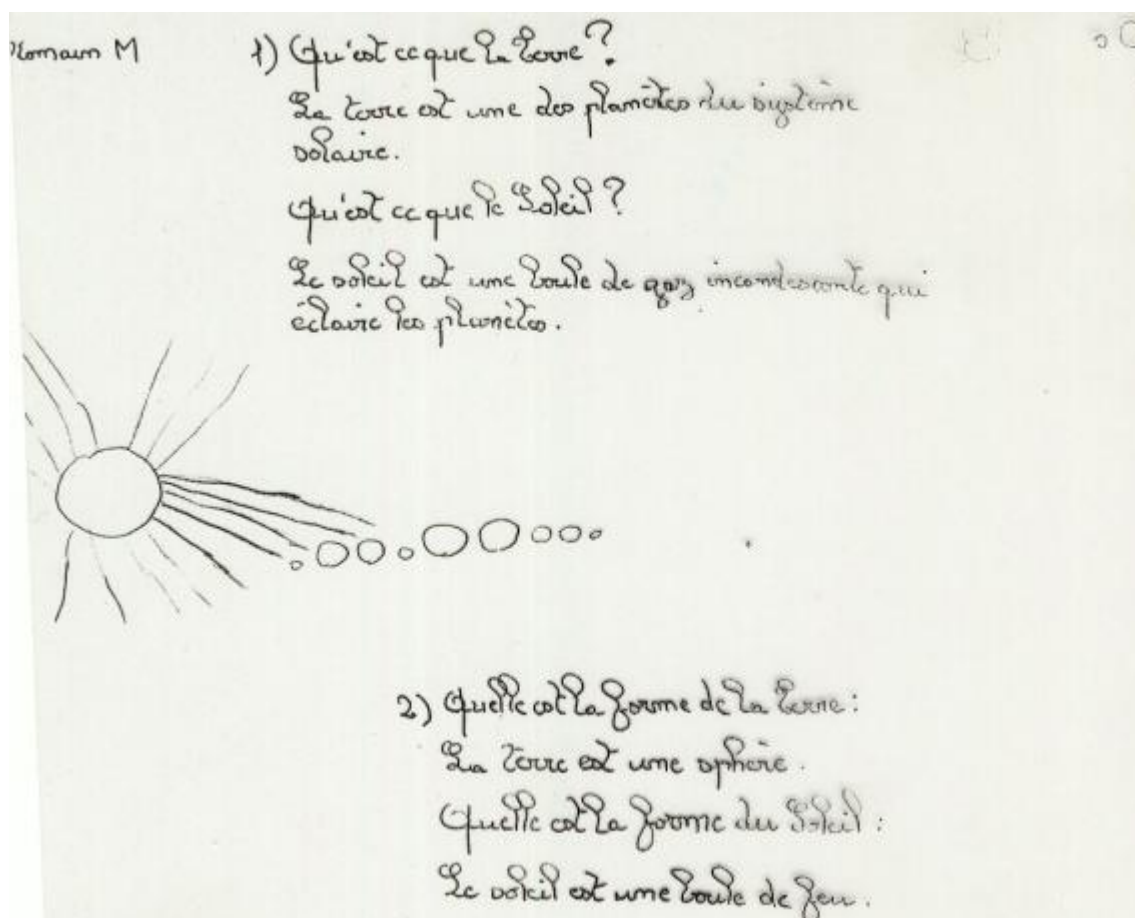
d) Structuration.

Remarques :

En ce qui concerne le Soleil, une très grande majorité des enfants s'entendent sur l'idée que c'est une **"grosse boule de feu"** qui émet de la lumière "qui chauffe". La plupart des élèves sont persuadés que le Soleil est plus gros que la Terre.

La forme et la nature exacte de ce qu'est la Terre ne pose pas de problèmes majeures. Ils savent déjà que la Terre est une boule (on introduira le terme sphère) composée de roches diverses, d'eau et de gaz.

De plus, pour eux, la Terre n'émet pas de lumière par elle-même.



En revanche, il est intéressant de constater certaines contradictions. En effet, si les enfants assimilent le Soleil à une étoile parfois, ceux-ci n'hésitent pas à classer les étoiles comme étant des objets célestes plus petits que la Terre.

Il semblerait que cette contradiction vienne principalement de la confusion sur la nature exacte de ce qu'est une étoile et non sur ce que peut-être le Soleil.

En résumé, cette mise au point fait office de vérification.

Ce n'est pas pour autant qu'il faut éviter cette phase. Elle est nécessaire à la suite des événements.

B) Propriétés gravitationnelles et magnétiques de la Terre :

1) Magnétiques :



Objectifs : - La Terre est "orientée" Nord/Sud,

- Construction de boussole,
- Première approche de son utilisation,

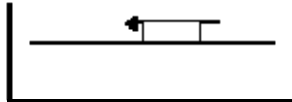
Déroulement : 45 mn.

a) Recueil de conceptions (Comment fait-on pour s'orienter ? Comment fonctionne une boussole ? **Pourquoi l'aiguille est attirée par le Nord?**)

b) Discussion collective,

c) Expérimentation :

- Utilisation de boussole



- et/ou Fabrication de boussole :

(Une boussole/enfant, un aimant pour deux)

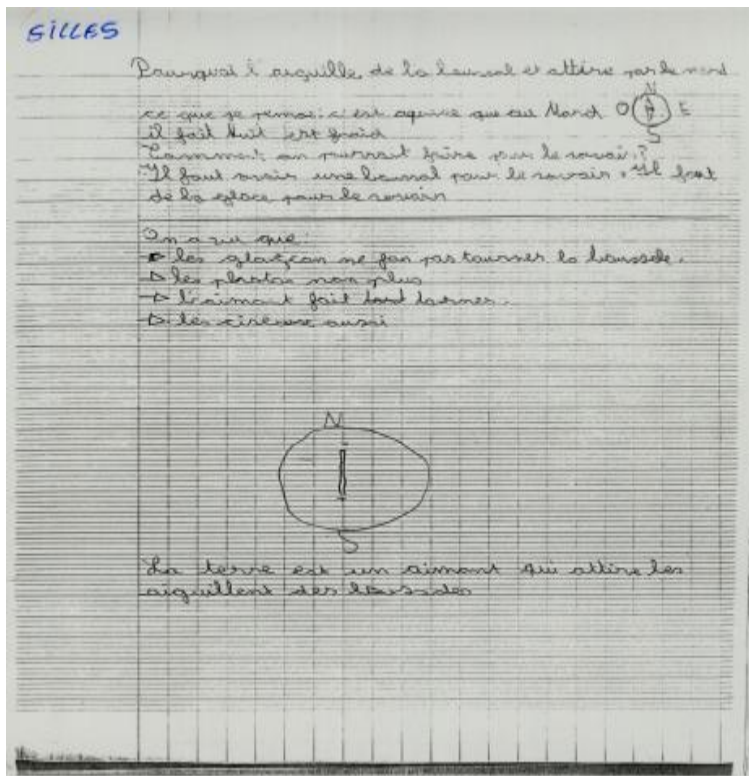
Une aiguille, un morceau de polystyrène, du scotch, un aimant, un récipient plein d'eau.

On frotte **la pointe** de l'aiguille (30s) sur un côté de l'aimant toujours **dans le même sens**, on scotch l'aiguille sur le morceau de polystyrène et on pose le tout sur l'eau du récipient.

Essais en présence d'aimant.

d) Structuration :

La boussole est un aimant attiré par la Terre qui est aussi un aimant. Les pôles de l'aimant Terre sont situés au Nord et au Sud.



Gilles : "Au Nord, il fait nuit et froid. Pour le savoir : il faut de la glace"

Remarques :

La plupart des enfants connaissent la boussole. En général, ils savent que cet outil permet de s'orienter sur Terre mais peu arrivent à expliquer correctement son fonctionnement et son utilisation.

Pour ce qui nous concerne, l'utilisation précise nous intéresse peu, elle fait l'objet d'une séquence à part entière, en général lors de courses d'orientation (parcours suivi, parcours en étoile, etc.).

Que disent les enfants lorsqu'on leur demande "comment marche une boussole"?

→ "A cause du froid, de la température"

→ "A cause du vent"

→ "A cause de la glace"

→ "A cause des aimants"

→ Etc.

Il s'agit donc de leur montrer le fonctionnement via l'expérimentation (en approchant des boussoles préfabriquées près d'un morceau de glace, d'une source de chaleur, etc.).

Une fois constatée l'influence des aimants, on peut fabriquer des boussoles dans le but de "consolider" ces connaissances acquises.

De plus, il serait dommage de passer à côté de cette fabrication qui ne pose pas de problème particulier et qui génère une forte motivation de la part des élèves.

Evidemment, lors de la phase de structuration, il est nécessaire d'aborder le côté aimant de la Terre en montrant sur un globe terrestre (*sans axe incliné*) le Nord et le Sud.

Globalement, cette séance ne présente pas de difficulté très importante.

2) Gravitationnelles :

Objectifs : - **La Terre attire les personnes vers le centre,**

ainsi, de "l'autre côté de la Terre, les gens ne tombent pas".

Déroulement : 45 mn.

a) Recueil de conceptions (**Dessinez un bonhomme en France et en Australie**)

b) Discussion collective, Comment savoir ?

c) Documentation : vidéos, photos, magazines, internet, etc.

d) Structuration :

La Terre attire les personnes vers le centre, la Terre est "comme un aimant" pour les objets.

Remarques :

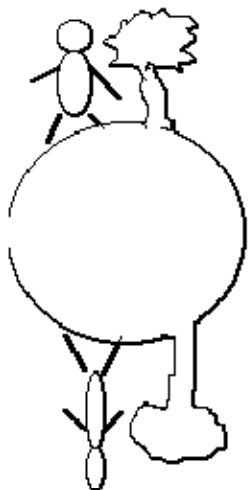
Cette séance pose de nombreux problèmes conceptuelles aux enfants :

→ Le sens de l'écriture (Gauche/droite, **haut/bas**),

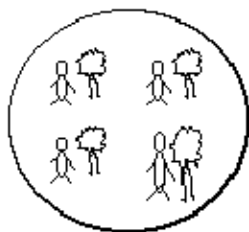
→ Se mettre à la place d'autrui,

→ Inverser le sens haut/bas,

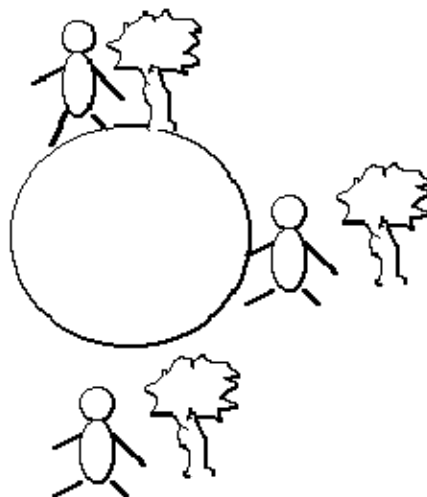
C'est pourquoi, on obtient ces types de réponses :



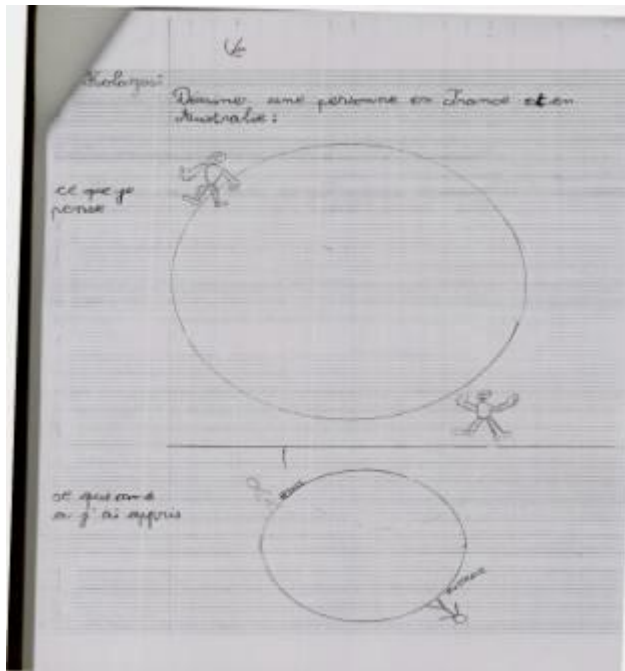
1)



2)



3)



Ces représentations initiales se répartissent assez inégalement dans la classe : la représentation 1) est d'ordinaire peu fréquente mais toujours présente (ouf!), certains enfants évoquant d'ailleurs l'idée que la Terre est comme un aimant, la 2) est souvent majoritaire et la 3) relativement importante (1/3).

La représentation 2) peut être interprétée comme une vue en perspective. Si on interroge les élèves, il est souvent évident pour eux que les Australiens marchent sur la Terre.

Heureusement, lors de la discussion collective, beaucoup d'enfants basculent vers la "bonne" représentation (1)).

Même si l'interprétation est séduisante, le sens de l'écriture ne suffit peut-être pas à expliquer les dessins du type 1, et il arrive fréquemment que ces enfants aient du mal à comprendre pourquoi les gens "d'en bas" ne tombent pas.

Malheureusement, on ne peut pas faire d'expériences, seule une activité de documentation est réalisable.

Ensuite, il est possible de prendre un globe terrestre aimanté et de faire circuler un bonhomme.

Cette séance est **inévitabile** sous peine de voir la question "pourquoi les gens d'en bas ne tombent-ils pas ?" faire son apparition quand on abordera l'inclinaison de l'axe terrestre lors de l'explication de la variation de la durée des journées et des nuits.

C'est en effet ce qu'il m'est arrivé il y a quelques temps avec la classe de Françoise Verpillat (CM1)(maintenant conseillère pédagogique) alors que dans la classe (CM1/CM2) de Marc Weisser(maître de conférence, à présent), le problème ne s'est pas posé car nous en avons discuté précédemment.

Il ne me semble pas pertinent d'évoquer la force d'attraction entre les masses qui est à l'origine de la fameuse attraction gravitationnelle : c'est un peu difficile.

Rappel : $F = \text{Constante} \times (\text{Masse de la Terre} \times \text{Masse de l'objet}) / (\text{distance entre l'objet et le centre de la Terre au carré})$.

Bref : même si cette séance intéresse les enfants, sa difficulté conceptuelle est grande et il n'est pas évident que l'ensemble de la classe suive.

C) L'alternance Jour/Nuit : *il est possible d'introduire cette question via le cadran solaire.*



Dans quel sens tourne la Terre ?

Objectif : Trouver une explication cohérente à l'alternance des jours et des nuits.

Déroulement : 1 h 30 mn à 2 h.

- a) Recueil de conceptions (Expliquer pourquoi il fait tantôt jour, tantôt nuit ?)
- b) Discussion collective, Comment choisir ?
- c) Modélisation : par groupe de deux (matériel : 2 boules, une lampe)

Réalité Modèle

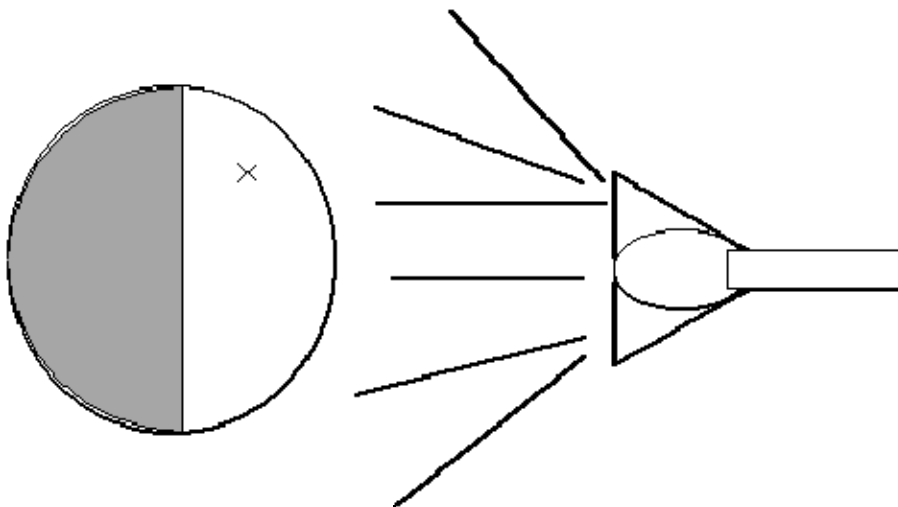
Soleil → Lampe de poche ou ampoule,

Terre → □□□□□□ Boule de polystyrène (sans axe),

Lune → □□□□□□ // // // ,

Colmar → □□□□□ Croix sur la boule.

On transforme la question initiale en "trouver au moins deux moyens pour que la croix sur la boule soit tantôt éclairée, tantôt non éclairée par l'ampoule".



d) Structuration : mise en commun, la discussion permet de rayer certaines propositions "fantaisistes" en les confrontant aux observations réelles, ainsi il reste :

- 1) La Terre tourne autour du Soleil fixe sans tourner sur elle-même,

- 2) La Terre tourne sur elle-même sans tourner autour du Soleil fixe,
- 3) Le Soleil tourne autour de la Terre fixe,
- 4) La Terre tourne sur elle-même et le Soleil tourne,
- 5) La Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil.

Remarques :

Plusieurs questions se posent : Pourquoi modéliser ? Pourquoi **deux** moyens ? Pourquoi garde-t-on les cinq possibilités lors de la structuration ?

La modélisation (remplacer les objets réels par des objets qui leur ressemblent) permet aux enfants de manipuler et donc de participer activement à la recherche d'explication sachant que l'expérimentation (manipuler les objets réels) est impossible.

Leur demander de rechercher deux cas les obligent à penser autrement et ainsi de constater qu'il est possible de trouver plusieurs explications au même phénomène.

La seule constatation de l'alternance jour/nuit ne permet pas de choisir parmi ces cinq explications car elle ne contient pas *assez d'informations*, il faudra donc en apporter par la suite.

Pour ce qui concerne cette séquence, voici les **explications** les plus fréquentes :

- 1) La Terre tourne autour du Soleil et/ou tourne sur elle-même,
- 2) Le Soleil tourne autour de la Terre,
- 3) La Lune cache la Terre,
- 4) Quelqu'un "éteint" le Soleil,
- 5) Les nuages cachent la Terre,
- 6) Le jour, c'est fait pour jouer, la nuit, pour dormir

La dernière proposition correspond souvent aux enfants en difficulté qui reste dans l'égocentrisme radical piagétien. La confrontation avec les autres leur fait souvent prendre conscience de leur "erreur".

Les explications du type interrupteur ou nuages sont vite abandonnées lorsque l'on fait la liaison avec la réalité (on ne voit pas le Soleil s'éteindre, les nuages ne sont pas présents tous les jours et on voit le Soleil "disparaître" sous l'horizon).

La Lune pose plus de problème car pour eux, elle est toujours présente la nuit, donc elle doit servir à quelque chose !!

Fort heureusement, on ne voit pas d'éclipse tous les jours !

Ainsi, après la modélisation, la mise en commun permet de trouver entre trois et quatre explications cohérentes. La proposition 4) est rarement évoquée (tant mieux !!).

A noter que la plupart des enfants savent que la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Mais si ils le savent, ce n'est pas sûr qu'ils le comprennent !!

Il ne faut pas avoir peur de se lancer dans les manipulations. D'autant plus que cette phase présente peu de difficulté de compréhension.

Conseils :

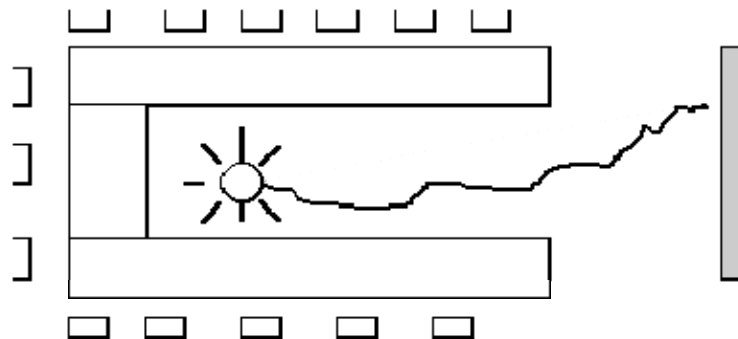
- Distribuer le matériel **après** avoir énoncé la consigne (trouver deux moyens),
- Le groupe de deux permet la confrontation en comité réduit des points de vue,
- Le niveau sonore augmente : ce n'est pas grave tant que les enfants parlent du sujet !!




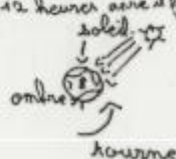
Si ce n'est pas le cas, vous recadrez la classe en leur demandant de poser la matériel et en lançant une discussion sur ce qu'ils ont déjà compris. Si ce n'est pas suffisant, vous relancez l'activité en reformulant la consigne (en montrant un exemple) et en demandant à un élève faible de dire ce qu'il faut faire.

- Pour assurer une bonne mise en commun, vous **récupérez** le matériel avant la discussion, sinon vous risquez d'avoir des boules qui roulent !!

- Attention aux "batailles lasers" avec les lampes de poche !!

- Si vous ne disposez pas d'assez de lampes de poche, même après avoir demandé aux élèves d'en apporter, vous pouvez mettre une lampe au milieu de la classe disposée en U. Sachant que dans ce cas vous favorisez des explications de type héliocentrique (Soleil au centre).




	ce que MOI je pense	ce que MOI je pense	ce que MOI je pense
Pourquoi fait-il jour ?	<p>Le soleil se lève comme nous le jour (le matin) et après il éclaire le monde.</p> <p>le soleil se lève</p>  <p>moi je me lève</p> 	<p>Je pense que quand il fait jour c'est que le soleil est devant la Terre donc il nous éclaire.</p>	<p>la terre tourne et il fait jour parce que le soleil nous éclaire mais 12 heures après il fait nuit</p>  <p>tourne</p>
Pourquoi fait-il nuit ?	<p>Le soleil va se coucher, ça nous permet de dormir et ça lui permet aussi de dormir. C'est une boule de feu qui va haut dans le ciel le matin pour nous éclairer. Et le soir il va bas presque dans la terre pour nous laisser dormir. Il est quelque part dans d'autres pays pour les éclairer.</p>	<p>Je pense que quand il fait nuit c'est que le soleil n'est pas devant la Terre donc il ne nous éclaire pas.</p>	<p>il fait nuit parce que le soleil ne nous éclaire pas et la terre tourne mais 12 heures après il fait jour</p>  <p>soleil</p> <p>ombre</p> <p>tourne</p>

Astronomie,
Classe de CM1 d'Ottmarsheim, M. Weisser

Nom et prénom : Benoit Fuzella

1) Expliquez pourquoi il fait jour, pourquoi il fait nuit sur la Terre.

Dessin :



Expliquez votre dessin :

J'ai dessiné un soleil avec un rayon sur dir qu'il fait jour et un soleil avec les rayons sur dir qu'il fait nuit.

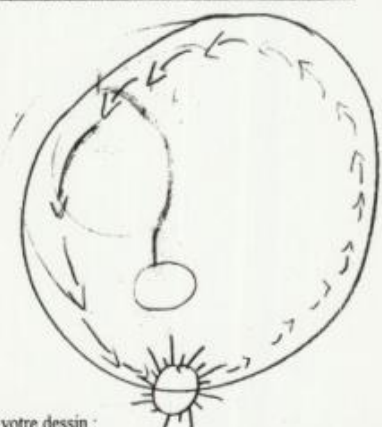
Le soleil tourne et la terre tourne ce qui fait qu'il fait jour. La terre est à la place du soleil il fait nuit.

Astronomie,
Classe de CM2 de Wittelsheim, M^{me} Kempf

Nom et prénom : Nadia Souad

1) Expliquez pourquoi il fait tantôt jour, tantôt nuit sur la Terre :

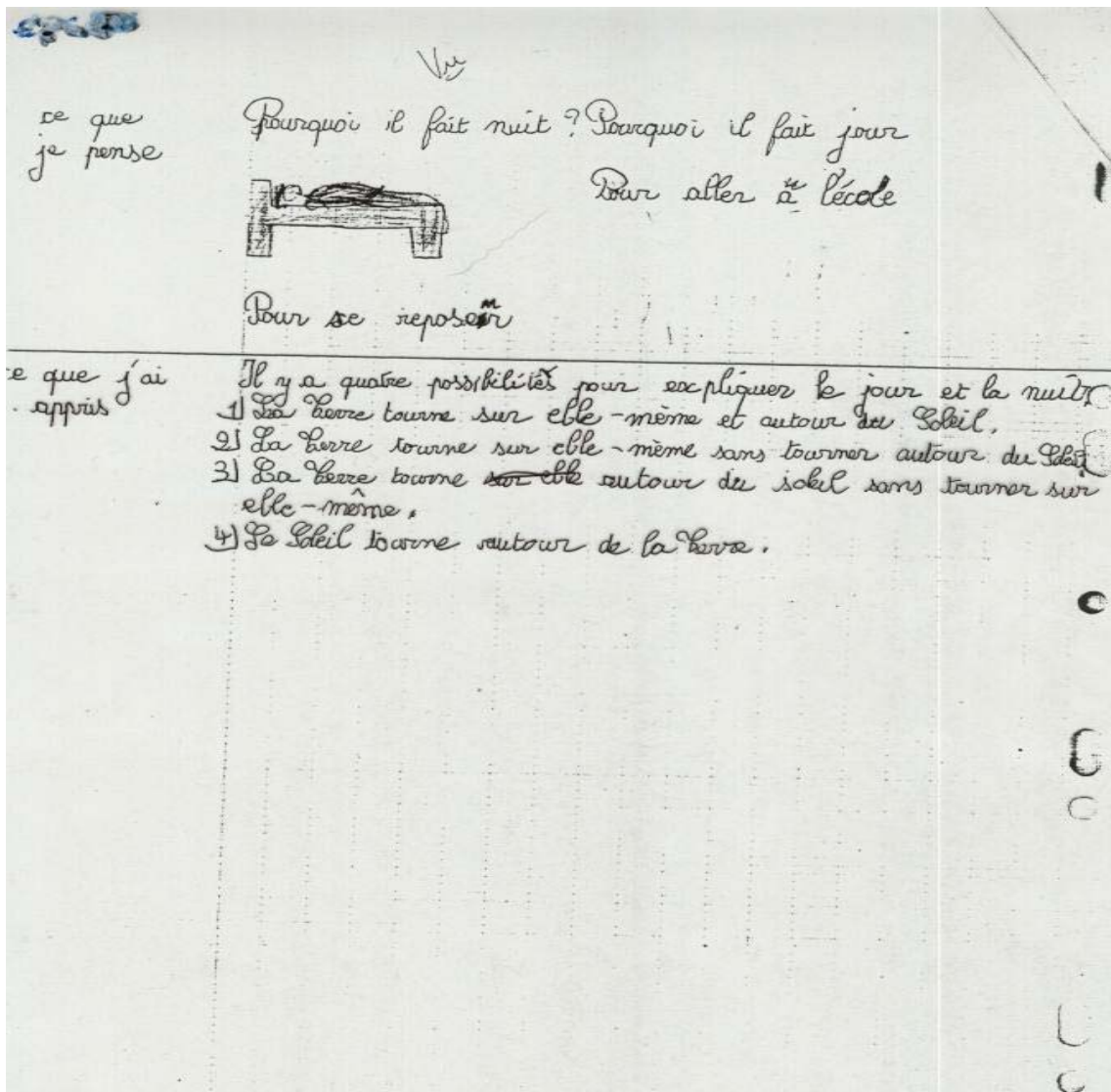
Dessin :



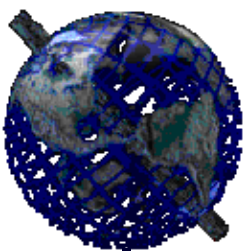
Expliquez votre dessin :

La terre est fixe et le soleil tourne autour d'elle. le soleil fait 1 an pour faire un tour complet. quand la...

ERSIN



D) La variation de durée des jours et des nuits :



Dans la droite lignée de ce qui a été fait précédemment, la mise en évidence de la variation de la durée des jours et des nuits permet ce fameux apport d'informations supplémentaires qui permet d'éliminer quelques-unes des explications de l'alternance jour/nuit.

Dans cette phase, il s'agit tout d'abord de prouver que les jours (comprendre journées) et les nuits n'ont pas la même durée au cours de l'année (1) et ensuite de trouver une explication de ce phénomène (2)).

1) Objectifs : - Mettre en évidence la variation de durée des jours et des nuits,

- Maîtriser la soustraction de durée,

- Construire un graphique,

Déroulement : Deux séances d' 1 h 30 mn.

a) Recueil de conceptions (Est-ce que les jours et les nuits ont la même durée au cours de l'année ?),

b) Discussion collective,

c) Documentation : calendrier de la poste (lever et coucher du Soleil (en temps universel, c'est à dire l'heure de Greenwich), travail individuel :

Calculer la durée du jour pour chaque mois

Mois	Lever du Soleil	Coucher du Soleil	Durée
21 janvier	7 H 30 minutes	16 H 30 minutes	
21 février	6 H 45 minutes	17 H 15 minutes	
21 mars	6 H 00 minutes	18 H 00 minutes	
21 avril	4 H 45 minutes	18 H 45 minutes	
21 mai	4 H 00 minutes	19 H 30 minutes	
21 juin	3 H 45 minutes	20 H 00 minutes	
21 juillet	4 H 15 minutes	19 H 45 minutes	
21 août	5 H 00 minutes	19 H 00 minutes	
21 septembre	5 H 30 minutes	17 H 45 minutes	
21 octobre	6 H 30 minutes	16 H 45 minutes	
21 novembre	7 H 15 minutes	16 H 00 minutes	
21 décembre	7 H 45 minutes	16 H 00 minutes	
21 janvier	7 H 30 minutes	16 H 30 minutes	

La soustraction se fera alors ainsi :

On ne peut pas mélanger les heures et les minutes, donc la soustraction se fait entre les minutes et entre les heures : A) ou B)

16h45 20h00 (impossible) → 19h60

- 6h30 - 3h45 - 3h45

10h15mn

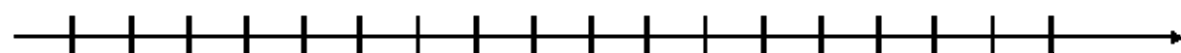
16h15mn

16h15mn

Facile

Difficile

On peut également faire le calcul en utilisant une flèche du temps :



3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

On pointe l'heure de lever et on additionne les heures et les minutes jusqu'au coucher.

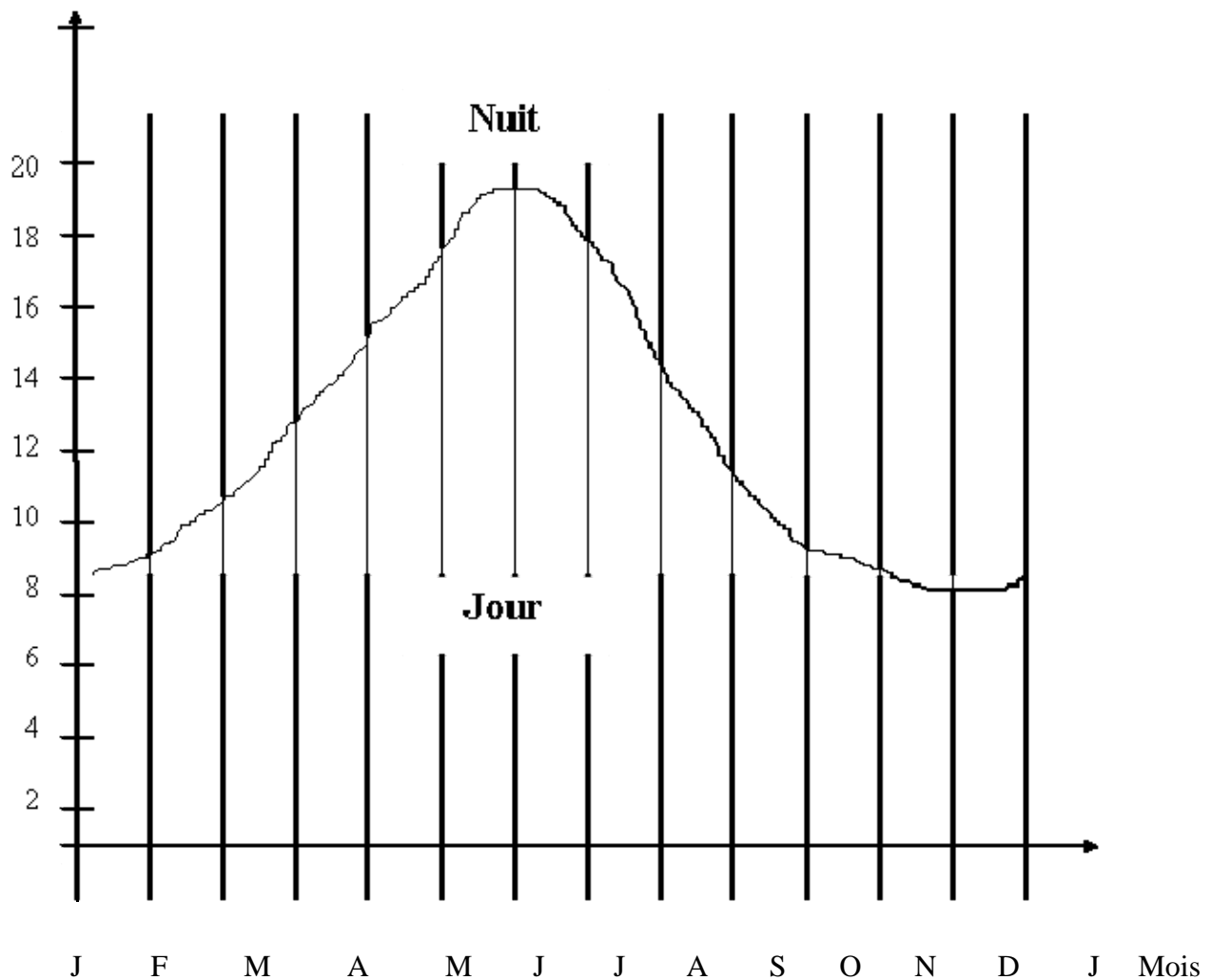
A partir du tableau rempli, il est possible de construire un graphique :

Courbe de la variation de durée des jours et des nuits durant l'année :

A partir du tableau rempli, il est possible de construire un graphique :

Courbe de la variation de durée des jours et des nuits durant l'année :

Heures



Attention : La courbe va trop haut

d) Structuration :

Le graphique nous a permis de montrer que les journées duraient plus longtemps en été qu'en hiver (16h15mn en été et 8h15mn en hiver) et pour la nuit, c'est l'inverse.

2) Objectifs :

- Montrer que la Terre tourne sur elle-même en tournant autour du Soleil,

- Expliquer la variation de durée des jours et des nuits

Déroulement : 1 h 30 mn.

a) "Démonstration" de la rotation et de la révolution de la Terre :

Nous avons deux informations :

→ Le jour dure 24h,

→ La variation (graphique) s'étale sur 365 jours,

Il faut donc trouver parmi les cinq explications de l'alternance jour/nuit celles qui contiennent **deux** périodes (voir page 5) : il reste donc

4) *La Terre tourne sur elle-même et le Soleil tourne,*

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

En fait, les deux points de vue sont équivalents (cela dépend où on se trouve). Ici, il est nécessaire d'apporter un argument "d'autorité" : les astronautes ont vu que la dernière était la bonne explication.

Heureusement, comme cela a été dit page 7, la proposition *m* est rarement évoquée. Ce qui simplifie largement le travail.

A noter que l'héliocentrisme ne peut se montrer que par recoupement de plusieurs rotations : Vénus et Mars (ce qui est bien trop difficile pour des élèves).

b) Structuration : La Terre tourne sur elle-même en 24h et autour du Soleil en 365 jours.

a) Recueil de conceptions (Pourquoi la durée des jours et des nuits varie ?),

b) Discussion collective,

c) Modélisation : on peut à présent mettre un axe de rotation dans les boules,

Modélisation : par groupe de deux (matériel : 1 boule/groupe, une lampe/tout le monde)

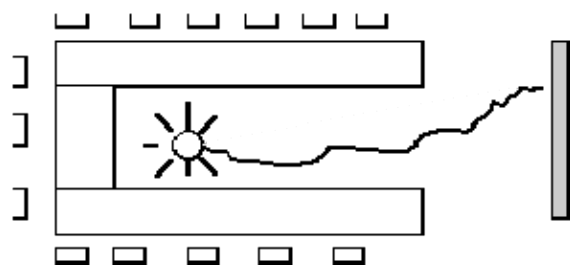
Réalité Modèle

Soleil Lampe ou ampoule,

Terre Boule de polystyrène (**avec axe**),

Colmar Croix sur la boule.

On transforme la question initiale en "trouver un moyen pour que la croix sur la boule soit plus longtemps éclairée que non éclairée par l'ampoule".

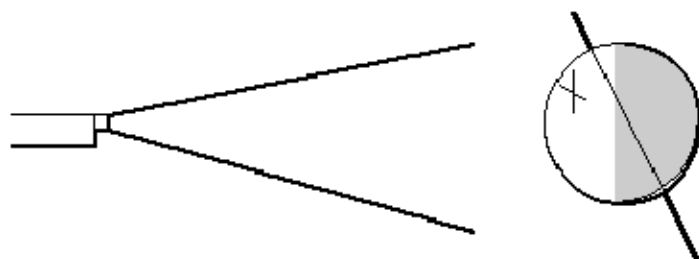


La structure en U s'impose !

Avec quelques difficultés (dont on parlera dans l'*analyse*), on constate que le meilleur moyen possible consiste à **pencher l'axe** de la boule vers l'ampoule.

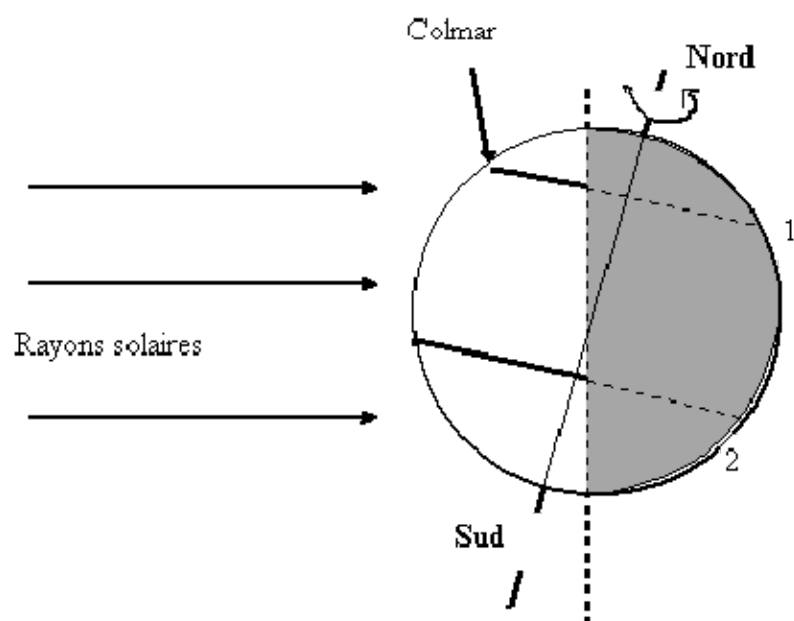
Mise en commun : on prend un grand globe terrestre et on le fait tourner lentement mais régulièrement sur lui-même et on compare les durées de passage de la croix dans la partie éclairée par rapport à la partie non éclairée.

Projecteur diapos



d) Structuration :

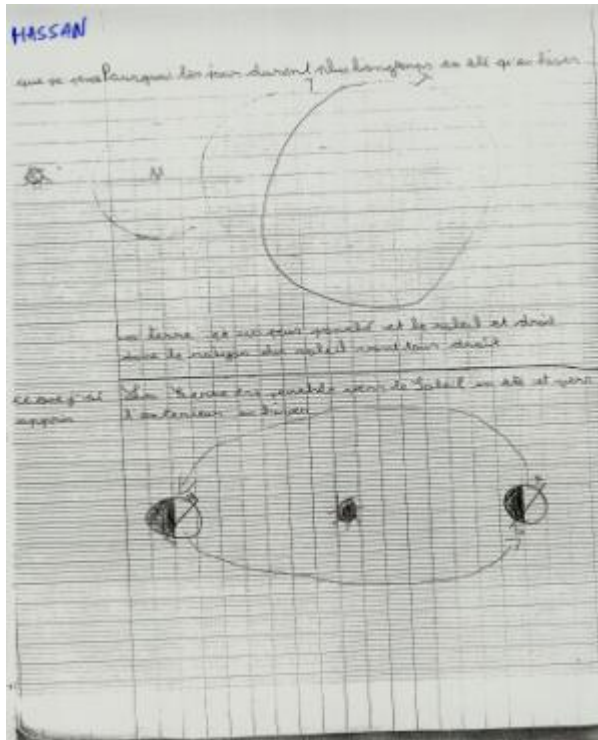
Colmar



Si on met en parallèle la trajectoire 1 (hémisphère Nord en hiver) et la trajectoire 2 (hémisphère Sud en été), on constate que plus de la moitié de la deuxième trajectoire appartient à la partie éclairée. Ainsi les journées sont plus longues que les nuits. Et inversement pour la première trajectoire. (explications pour adultes)

L'axe de la Terre est penché d'environ 23° par rapport à la verticale, en été vers le Soleil, en hiver vers l'extérieur. Ainsi, en été, la ville de Colmar reste plus longtemps éclairée qu'en hiver.

Remarques :



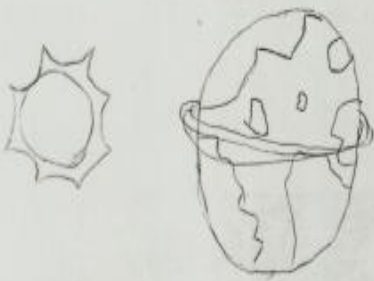
Hassan: «La Terre est penchée et le Soleil est droit, donc les rayons du Soleil vont tout droit.»

Astronomie,
Classe de CMI d'Ottmarsheim, M.Weisser

Nom et prénom : Jaffré Quentin

1) Expliquez pourquoi la durée des jours et des nuits change au cours de l'année :

Dessin :

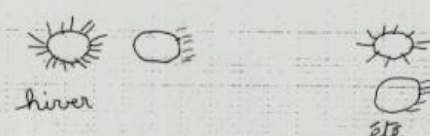


Expliquez votre dessin :

Parce que la terre ne tourne pas parce qu'elle
travaille trop et se fait ralentir la terre est si lente
qu'elle ne tourne pas.

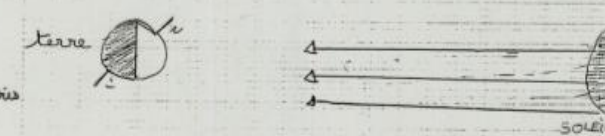
↓ Pourquoi les jours sont plus longs en été et plus courts en hiver ?

Enfin Parce que quand la terre tourne et elle est sur elle-même s'est en été et quand elle tourne sur elle-même et autour du soleil que je pense et elle est plus loin du soleil s'est en hiver

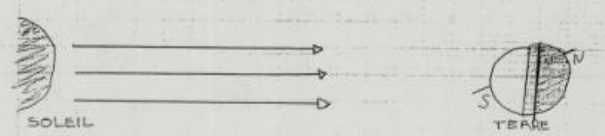


En été, la Terre est penchée vers le Soleil.

que j'ai appris



En hiver, la Terre est penchée vers l'extérieur



Mise en évidence de la variation de durée :

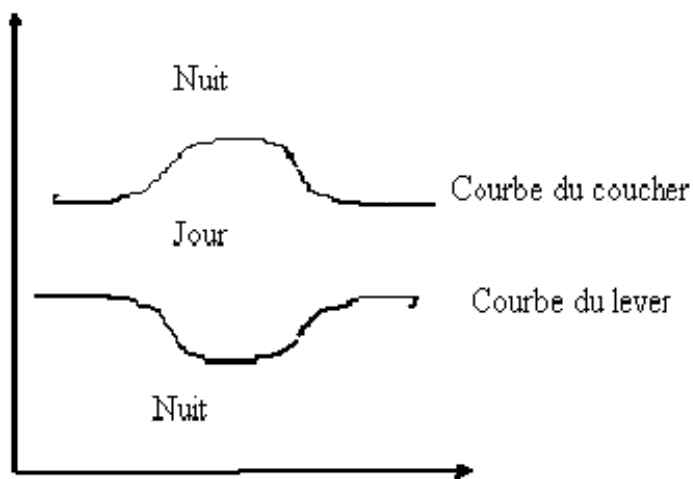
En général, les enfants savent que les journées sont plus longues en été qu'en hiver. Mais ils ne savent pas que cette différence varie du simple au double. De plus, cette activité permet de consolider ce savoir.

La première partie (le calcul de durée et la construction de graphique) présente quelques difficultés, principalement sur la question de la soustraction. C'est pourquoi il est nécessaire de passer du temps (au moins 3h) sur cette phase.

Si la systématisation (via de nombreux exercices de soustraction de durée) peut être nécessaire pour faciliter l'apprentissage, il ne faut pas oublier de donner du sens à ces activités. Ainsi, il est préférable de poser le problème de la variation de durée des jours et des nuits et ensuite d'apprendre à soustraire des durées et non de faire le contraire.

Dans le cas où les enfants éprouvent des difficultés pour soustraire des durées, il est possible de travailler à partir d'une flèche horaire où il suffit d'additionner les heures et les minutes en partant de l'heure de lever du Soleil jusqu'au coucher (voir page 7).

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, les enfants arrivent assez facilement à réaliser le graphique.



Courbe de variation des heures du lever et coucher du Soleil au cours de l'année.

Toutefois, certains d'entre eux ont du mal à comprendre la différence entre en-dessous (durée du jour) et au-dessus de la courbe (durée restante = durée de la nuit) .

Ils confondent souvent les nombres sur l'axe vertical avec les heures du jour.

Si tel était le cas, le graphique ressemblerait aux courbes ci-contre.

Seul un retour sur le tableau en liaison avec le graphique permet de leur faire prendre conscience de leur confusion.

Démonstration de la double rotation :

L'intérêt de mettre en relation les deux périodes (24h et 1an) avec les explications de l'alternance jour/nuit est principalement d'éviter d'apporter un argument d'autorité pour expliquer la rotation de la Terre sur elle-même.

Les enfants comprennent très bien la démarche et trouvent sans problème les explications (parfois 4) et souvent 5)) qui cadrent avec ces deux périodes.

Modélisation :

C'est sans doute la séance la plus difficile conceptuellement de toute cette progression.

En effet, les élèves n'ont pas ou peu d'idées pour expliquer la variation de la durée des jours et des nuits.

En général :

- 1) Distance plus grande en hiver entre la Terre et la Soleil,
- 2) Variation de la vitesse de rotation de la Terre,
- 3) Les saisons (?!),

4) L'axe est incliné (très rare).

Dès que l'idée de distance est évoquée, de nombreux enfants semblent y adhérer assez facilement.

C'est sans doute la plus facile à comprendre.

La modélisation montre très bien (avec une lampe assez forte (75 à 100W)) que la distance ne joue pas.

Comme les enfants savent que le jour dure toujours 24h, la variation de la vitesse de rotation de la Terre leur semble après discussion peu crédible.

Il est également possible de travailler sur le cadran solaire pour montrer la régularité de la rotation terrestre ($15^\circ/1h$).

Le problème majeur est le suivant : comment faire en sorte que les enfants trouvent par eux-mêmes que si on incline l'axe de la Terre la durée des journées n'est pas égale à celle des nuits ?



→ Tout d'abord : il faut **matérialiser l'axe** par un bâton pour éviter des mouvements annexes,

→ Il faut leur demander de faire tourner la Terre autour de l'axe de manière **régulière** et de mesurer avec un chronomètre,

→ Si le blocage reste constant, alors posez leur la question suivante :

"Trouvez un moyen pour que la croix reste **toujours éclairée** même si la boule tourne sur elle-même".

Et là ! Miracle ! Les enfants font ceci :



Ensuite on leur demande : "Trouvez un moyen pour que la croix reste **moitié éclairée-moitié non éclairée** lorsque la boule tourne sur elle-même".

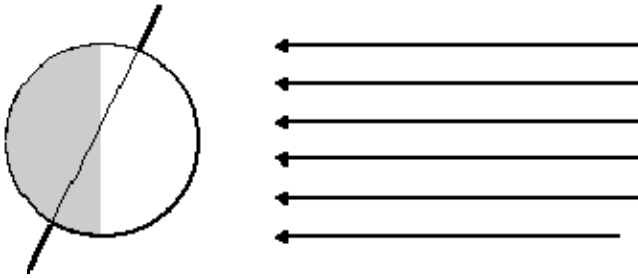


Et là, ils trouvent ceci :

Donc, pour répondre à la question initiale, il suffit de trouver la **position intermédiaire** !!

Attention : la limite entre ombre et lumière n'est pas colinéaire à l'axe Nord/Sud, ceci est fondamental!

Il faut que les enfants en soient conscients.



E) Le phénomène des saisons :

Objectifs : - Faire une liaison entre lumière et énergie thermique,

- Expliquer le phénomène des saisons.

Déroulement : 1h30 à 2h30 en fonction du type de fonctionnement adopté.

a) Recueil de conceptions (Expliquer pourquoi il y a des saisons, dessins et phrases),

b) Discussion collective, apports d'informations :

□□□□□□□□□□ ⇒ Début janvier : la distance Terre/Soleil = 147 000 000 km,

⇒ Début juillet : la distance Terre/Soleil = 152 000 000 km,

Les saisons sont inversées entre l'hémisphère Sud et l'hémisphère Nord

→ **La Terre est plus loin du Soleil en été comparé à l'hiver,**

→ **La distance n'explique pas les saisons !!**

c) Expérimentation :

Travail en atelier tournant : 3 fois 4 groupes de 2,

→ Thermomètres (annexe I),

→ Lampes de poche (annexe II),

→ Photopiles (annexe III),

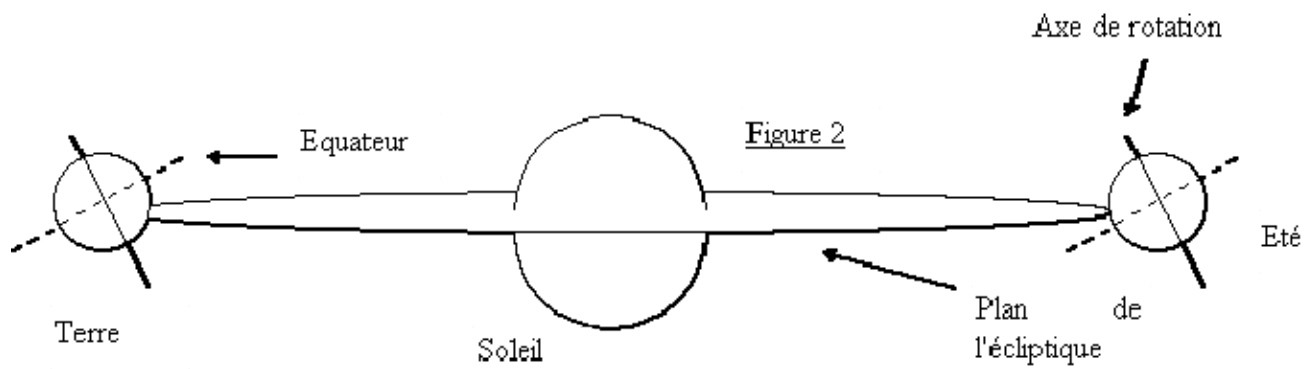
Les enfants doivent suivre un protocole expérimental mettant en évidence l'équivalence entre :

⇒ Lumière et chaleur,

⇒ Distance et inclinaison,

Mise en commun.

d) Structuration :



L'axe de rotation de la Terre reste penché de la même façon tout au long de l'année pour quelqu'un qui regarde le système Terre/Soleil de loin (voir dessin ci-dessus).

Ainsi, en été, l'axe de la Terre est penché vers le Soleil, et donc les rayons solaires frappent "fort", il fait chaud :



En hiver, l'axe de la Terre est penché vers l'extérieur par rapport au Soleil, et donc les rayons solaires "rasent", il fait froid :



Remarques :

Astronomie,
Classe de CM1 de Colmar, M^{me} Jegoux

Nom et prénom : ERIE Elvira-Jane

1) Expliquez le phénomène des saisons :

Dessin :

Expliquez votre dessin :

En hiver le soleil chauffe moins la terre,
en été le soleil chauffe plus la terre.

Ce que je pense :

Explique pourquoi il y a des saisons. Tu peux faire un dessin commenté par des phrases.

en hiver l'axe est dans l'extérieur
en été l'axe est dans l'intérieur.

Astronomie,
Classe de CM2 de Wittelsheim, M^{me} Kempf

Nom et prénom : EPPLIN Guillaume

1) Comment expliquer les saisons ?

Dessin :

Expliquez votre dessin :

le trajet que fait la terre est ovale.
Donc la terre s'approche plus ou moins du soleil

Les conceptions les plus fréquentes sont les suivantes :

- Rien (majoritaire),
- Distance Terre/Soleil plus grande en hiver qu'en été (fréquent),
- Axe incliné (peu fréquent),

De la même façon qu'en ce qui concerne la variation des jours et des nuits, l'idée de distance variable séduit une grande partie des élèves dès qu'elle est évoquée, quand bien même l'inclinaison de l'axe Nord/Sud a été vu précédemment dans l'explication de la variation de la durée des jours et des nuits.

Pourquoi ?

Plusieurs obstacles se dressent dans la tête des enfants pour qu'ils puissent faire le lien entre inclinaison et saisons :

- La distance correspond à un vécu quotidien : lorsqu'on s'éloigne d'une source de chaleur, on a plus froid,

→ Le lien entre inclinaison de l'axe et inclinaison des rayons n'est pas immédiat,

→ Et surtout le lien entre rayons et chaleur n'a pas été mis en évidence.

C'est pourquoi il convient de leur faire "sentir" via l'expérimentation.

Il ne suffit pas de donner l'information " **La Terre est plus loin du Soleil en été comparé à l'hiver**" aux enfants pour que ceux-ci l'acceptent d'emblée et surtout acceptent l'idée d'inclinaison.

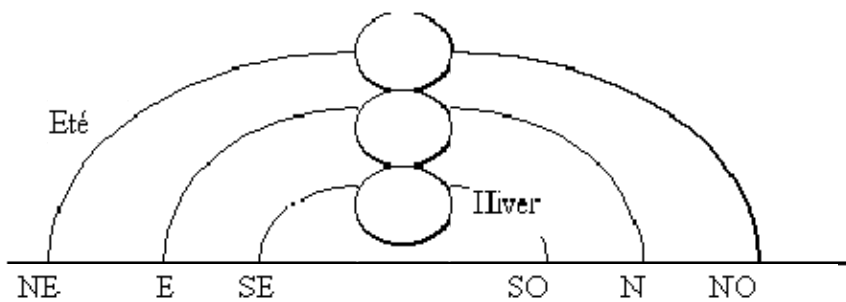
Etant en plein conflit cognitif, il est nécessaire de leur apporter des **expérimentations** suffisamment bien pensées pour leur donner un **modèle explicatif de remplacement** qui leur conviennent.

Cette séance peut s'organiser de plusieurs façons :

⇒ 2h30mn : ateliers tournants (chaque élève fait les trois ateliers) et mise en commun (idéal),

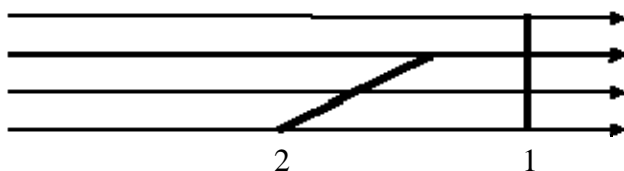
⇒ 1h30mn : trois ateliers non tournants (chaque enfant ne participe qu'à un atelier) et mise en commun (l'élève ne se rappellera que de son atelier et pas des autres).

Lors de la structuration, il est possible d'évoquer également les différentes trajectoires du Soleil en fonction de l'époque de l'année :



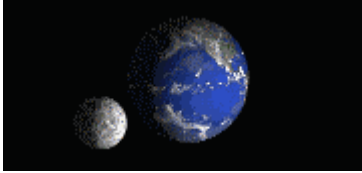
Le Soleil est plus haut en été et donc les rayons "frappent plus fort" la surface terrestre.

Rappel : Pourquoi l'inclinaison des rayons \Rightarrow baisse de température ?



En 1, on capte 4 rayons (situation été) et en 2 on en capte 3 (situation hiver), ainsi, le "capteur solaire" incliné capte moins d'énergie, donc la température diminue.

III) Séquence : Les phases de la Lune :



Est-ce le bon sens de rotation ?

Les enfants sont fascinés par la Lune, au point de la faire intervenir fréquemment dans leur modèle explicatif de l'alternance jour/nuit.

Pour la plupart d'entre eux, la Lune n'est visible que la nuit (ce qui est faux), c'est pourquoi il est nécessaire de leur faire observer la Lune de jour.

Objectif : Expliquer les phases de la Lune,

Déroulement : 2h à partir du k

Observations : Pendant 1 mois, dessins des différentes phases de la Lune,

On donne les noms des différentes phases et on fait comprendre que la Lune diffuse la lumière solaire.

a) Recueil de conceptions (Pourquoi la Lune change de forme ?),

b) Discussion collective,

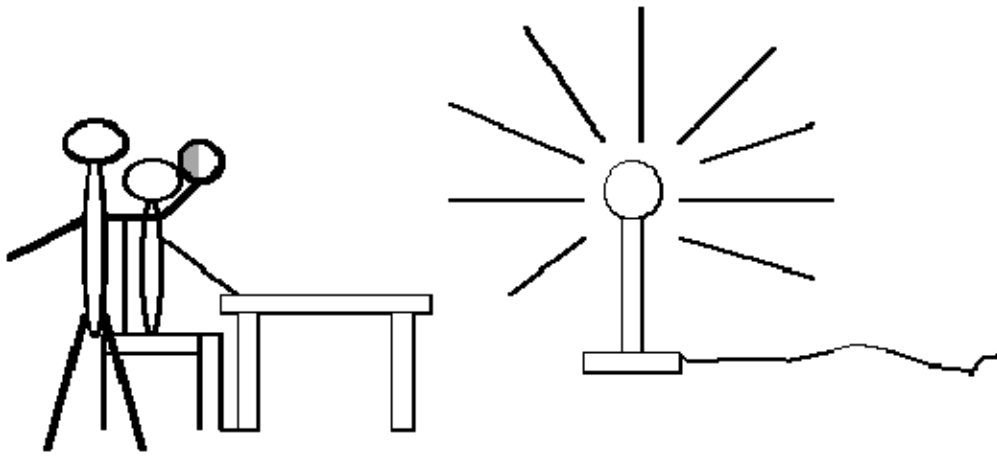
c) Modélisation :

<i>Réalité</i>		<i>Modèle</i>
Soleil	→□□□□	Lampe centrale,
Lune	→□□□□	Boule de polystyrène,
Terre	→□□□□□	Enfant.

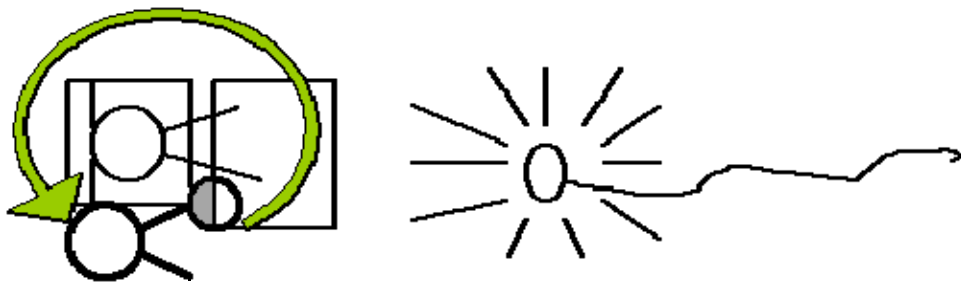
Par groupe de deux, à tour de rôle, les enfants dessinent ce qu'ils voient lorsqu'ils jouent la Terre et lorsqu'ils font tourner la Lune autour de la Terre :

L'enfant-Terre reste assis et l'enfant-Lune est debout en faisant tourner la Lune autour de la tête du premier.

Vue de côté :



Vue de dessus :



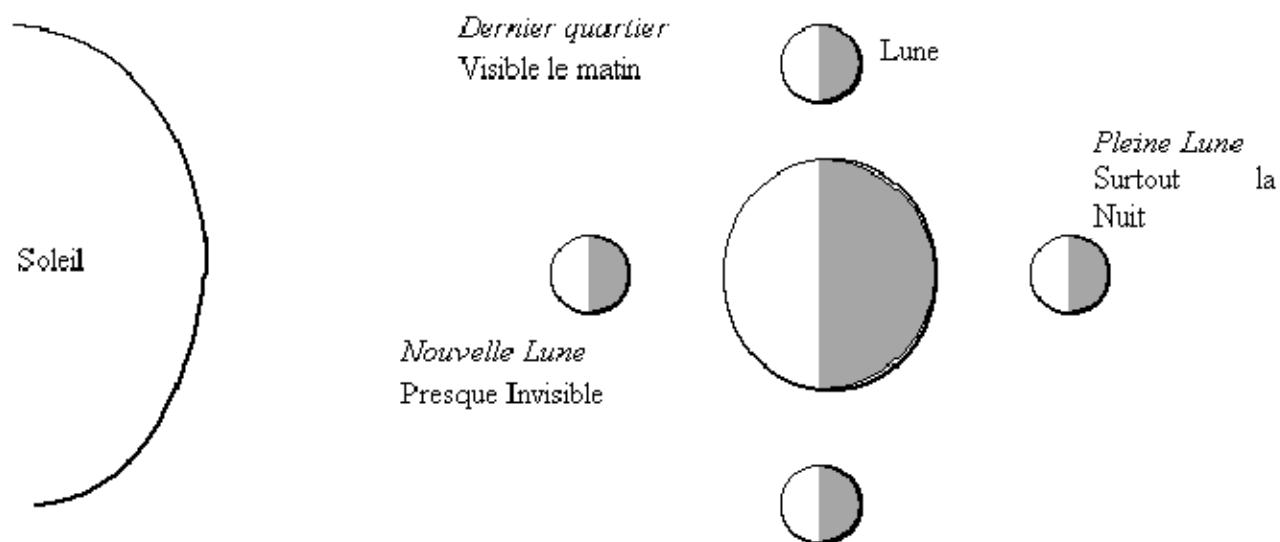
On obtient donc deux types de dessin : ce que voit un observateur terrestre et ce que voit un observateur extérieur au système Terre/Lune.

Organisation : en U, un enfant debout (observateur extérieur) qui fait tourner avec son bras la boule autour de la tête d'un enfant assis (Terre), **sans se déplacer** afin de garder le même point de vue. Il déplace la Lune et il s'arrête lorsque l'une des quatre phases est reconnue (4 positions).

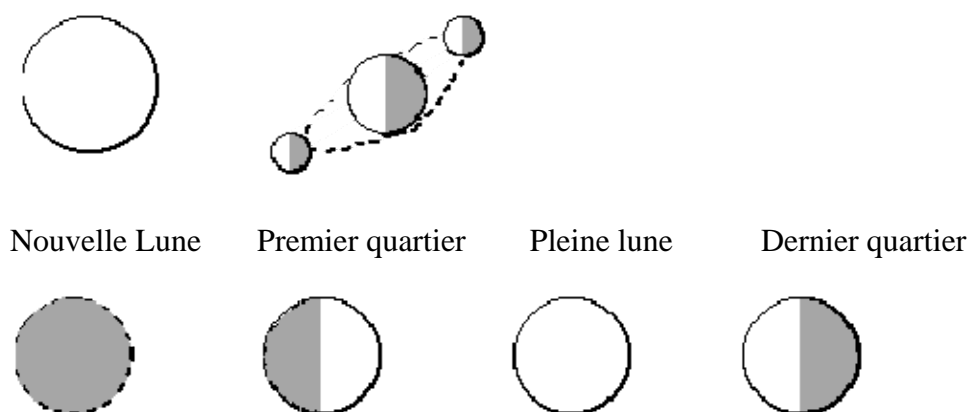
Ensuite, on inverse les rôles afin que chaque enfant voit les deux situations.

d) Structuration : mise en relation des deux types de dessins :

Vue de dessus



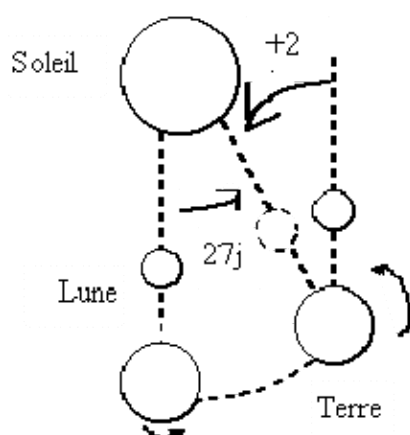
Vue de côté :



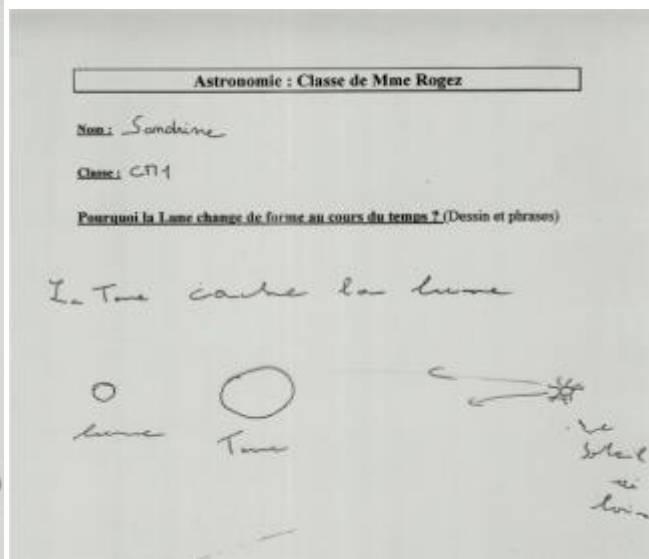
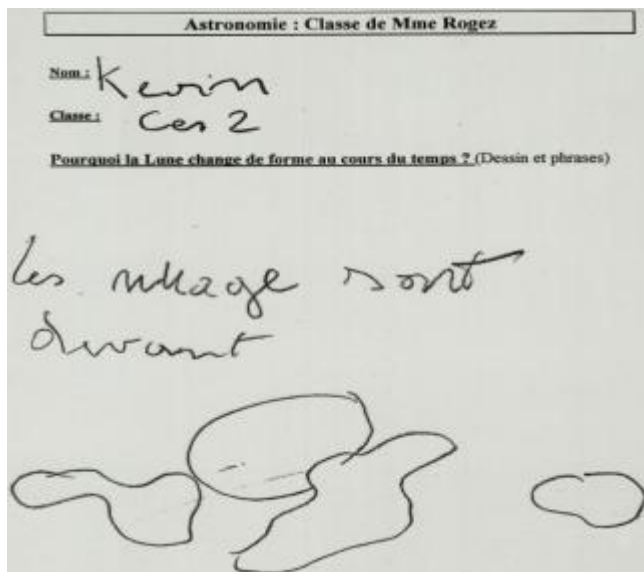
La Lune tourne autour de la Terre qui tourne autour du Soleil.

En fonction de la position de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil, un observateur terrestre voit différemment la partie éclairée de la Lune : ce sont les phases de la Lune.

On voit toujours la même face de la Lune car la Lune tourne sur elle-même à la même vitesse qu'elle tourne autour de la Terre.



La Lune tourne autour de la Terre en **27 jours** (360°) mais il faut **29 jours** pour voir l'ensemble des phases lunaires (car la Terre s'est déplacée sur sa trajectoire, il faut deux jours de plus à la Lune pour se retrouver dans l'alignement Terre/Soleil) :



Remarques :

Cette séance est sans doute l'une des plus difficiles à réussir!

Les conceptions les plus fréquentes sont les suivantes :

- ⇒ Rien (majoritaire),
- ⇒ Les nuages cachent,
- ⇒ La Terre projette son ombre sur la Lune (fréquent),
- ⇒ La Lune tourne autour de la Terre (peu fréquent),

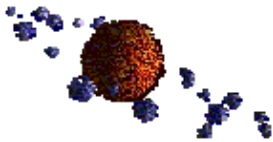
Il est nécessaire d'être **très clair** dans les consignes, sinon cette séance risque d'être un échec sérieux, notamment sur les rôles de chacun pendant la modélisation.

Il ne faut pas hésiter à **montrer** ce qu'il faut faire.

La modélisation permet d'éliminer la deuxième explication. Attention : pour la position Pleine Lune, les élèves debout ont tendance à placer la Lune derrière la tête de l'enfant assis/lampe p Eclipse de Lune !!

Surtout : ne pas remplacer l'enfant-Terre par une boule de polystyrène car il est difficile pour un enfant de se mettre à la place de quelqu'un situé sur cette boule.

IV) Séquence : Le Système Solaire :



Les enfants sont passionnés par les planètes, c'est pourquoi il serait dommage de passer à côté de ces séances même si elles présentent des difficultés d'organisation.

Objectifs : Comprendre le Système Solaire,

Construire un planétaire,

S'exprimer devant un groupe.

Déroulement : 2h (documentation du j au m)+ 2h (planétaire du n au p)

a) Recueil de conceptions (Dessiner le Système Solaire)

b) Discussion collective,

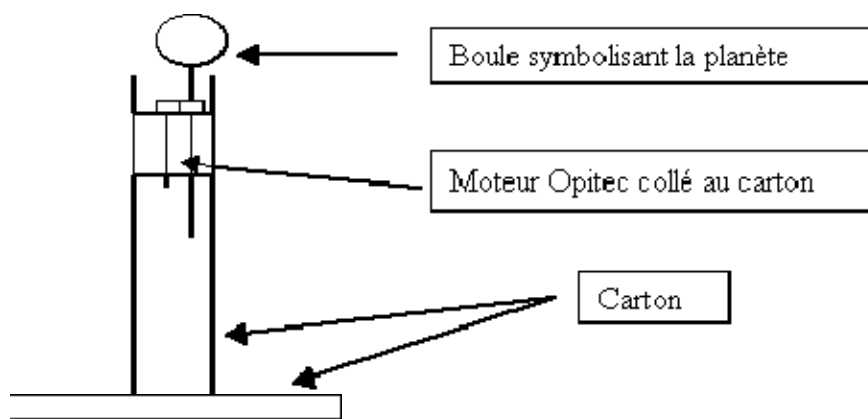
c) Documentation (Tavernier, etc.): Groupe de deux

Les enfants cherchent les données qui constituent une fiche d'identité de la planète choisie.

NOM DES ASTRES	DISTANCE AU SOLEIL EN MILLIONS DE Km	PÉRIODE DE RÉVOLUTION AUTOUR DU SOLEIL	PÉRIODE DE ROTATION AU-TOUR DE SON AXE	DIAMÈTRE EN Km	TEMPÉRATURE (surface)
SOLEIL (étoile)	0	---	25 jours 10 h	1 393 000	6 000 °C
MERCURE ♀	58	88 jours	59 jours	4 880	- 170 °C à 350 °C
VENUS ♀	108	225 jours	- 243 jours	12 103	480 °C
TERRE ♂	150	365,25 jours	23 h 56 min	12 756	20 °C
LUNE (satellite)	Distance à la Terre : 384 000 km	Autour de la Terre : 29 jours 12 h	29 jours 12 h	3 538	- 175 °C à 125 °C
MARS ♂	228	1 an 322 jours	24 h 37 min	6 787	- 133 °C à 22 °C
JUPITER ♀	778	11 ans 314 jours	9 h 50 min	142 800	- 150 °C
SATURNE ♀	1 427	29 ans 166 jours	10 h 14 min	120 800	- 180 °C
URANUS ♀	2 870	84 ans	- 10 h 42 min	51 800	- 210 °C
NEPTUNE ♀	4 496	164 ans 9 mois	17 h 50 min	49 500	- 220 °C
PLUTON ♀	5 946	247 ans 8 mois	6 jours 9 h	2 800	- 230 °C

d) Exposés (petit texte et dessins): les enfants présentent aux autres leur planète.

e) Electricité: moteur et engrenages (voir annexe IV) par groupe de deux.



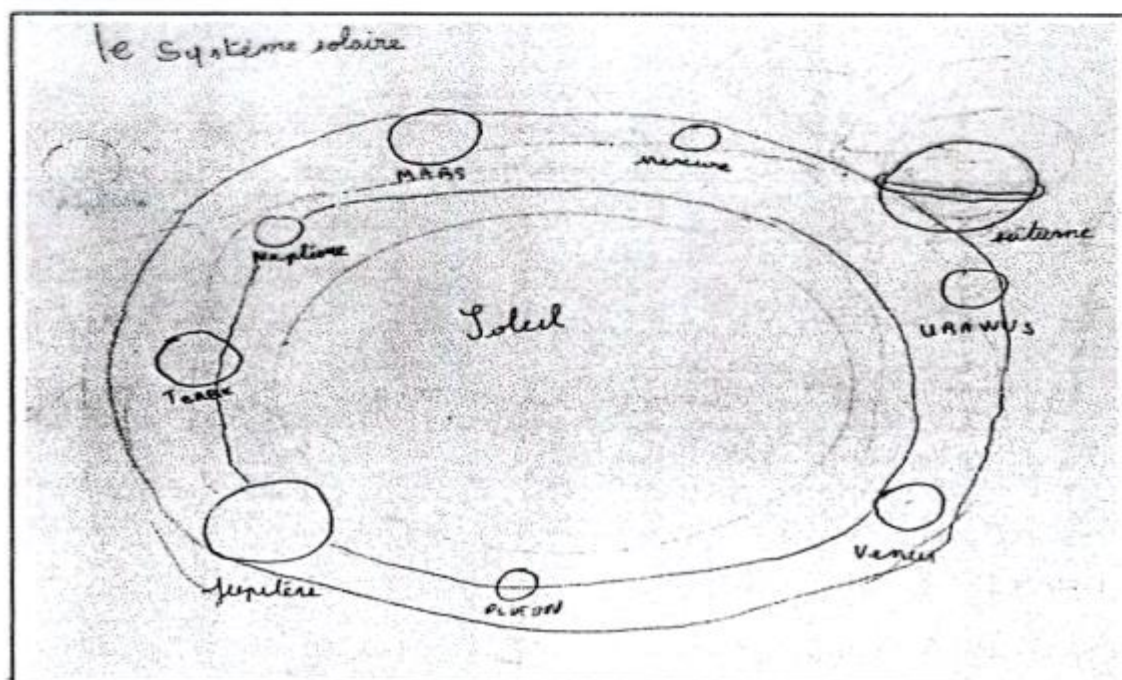
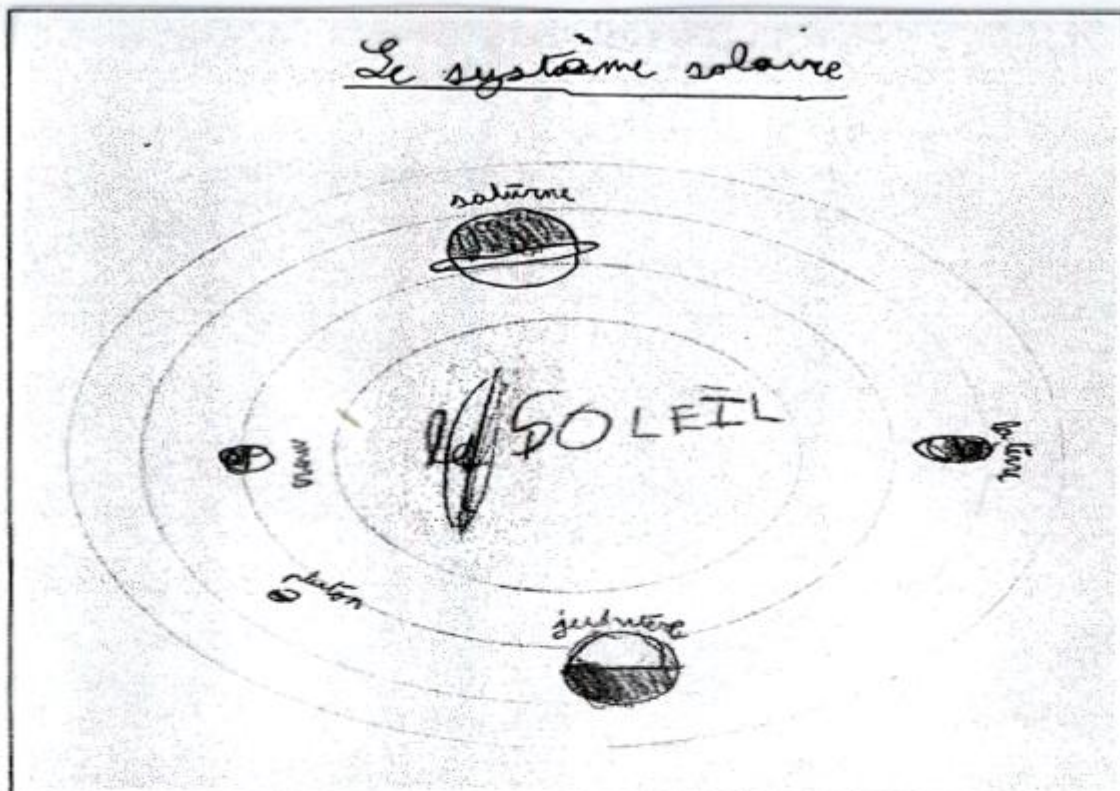
f) Structuration:

On place les planètes en respectant les distances en prenant comme échelle 1 mètre correspond à 1000 millions de Km (Pluton à 5,9 m; Mercure à 5,8 cm).

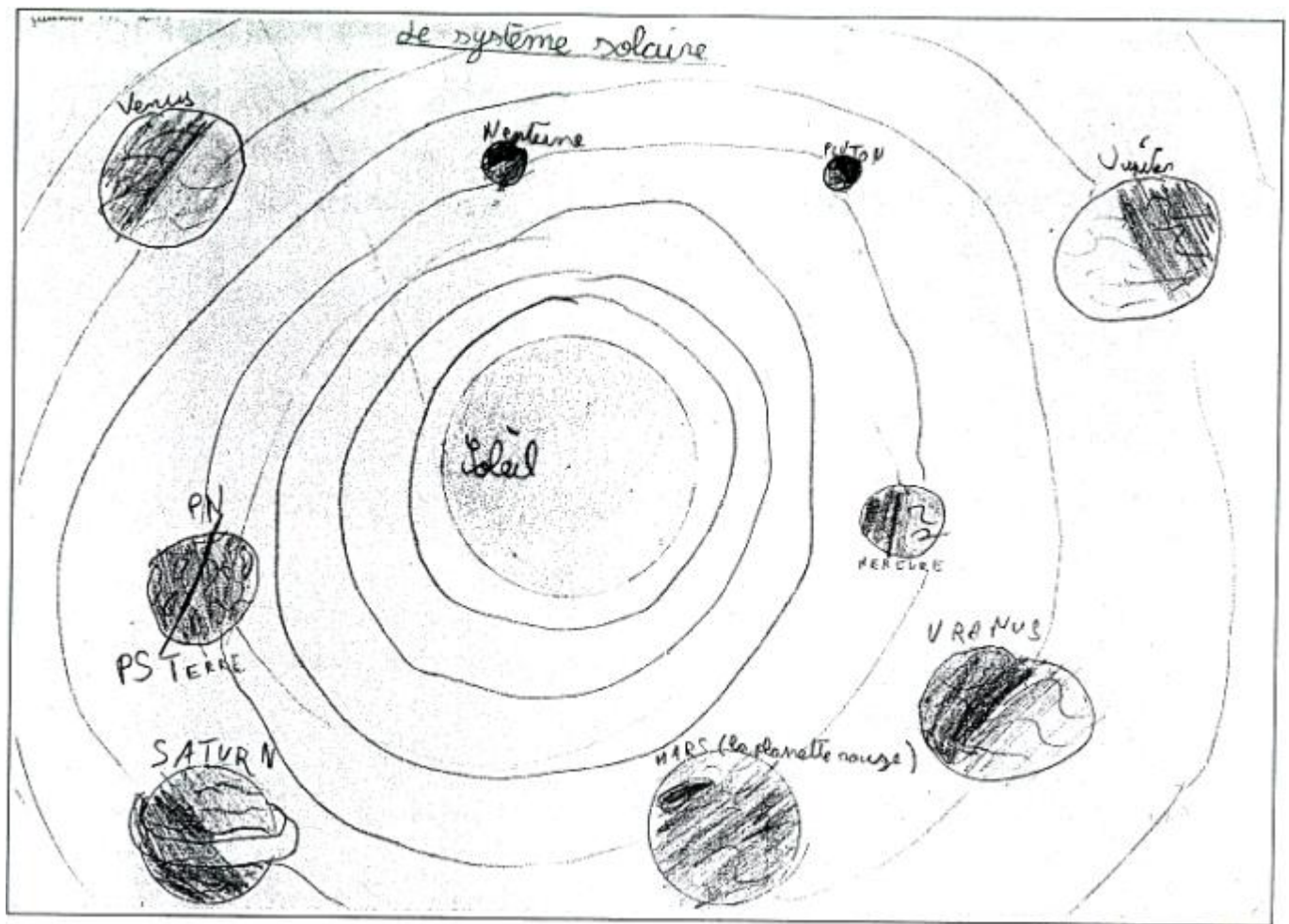
«Le Système Solaire est constitué de 9 planètes, cinq telluriques (sol) et quatre joviennes (gaz)»

Remarques :

Les enfants ont tendance à placer les planètes sur la même orbite: (Elèves de CM1)



D'autres enfants ont déjà de solides connaissances: (même si l'ordre n'est pas encore bon)



Les difficultés de cette séquence sont liées à l'organisation: Il faut assez de matériel pour que chaque enfant ait un travail à faire: assez de livres (au moins un par enfant), assez de moteurs (1/2 enfants) si vous voulez construire un planétaire animé.

En ce qui concerne la documentation, le problème principal c'est la compréhension des données: les nombres sont très grands et les unités changent. Cela ne dérange pas un enfant d'écrire, par exemple, que la Terre est située à 150 millions de degrés du Soleil ou Jupiter a une température de -170 Km !

L'apport du moteur Opitec à engrenages (Vincennes, www.opitec.fr) ne se fait pas sans difficultés, il faut bien préparer le matériel et étudier ce moteur (Annexe IV) avant de faire le planétaire.

Ceci dit, cette séquence passionne les enfants!

V) Séquence : L'Univers :

Objectifs : Comprendre l'Univers,

S'exprimer devant un groupe.

Déroulement : 2h

a) Recueil de conceptions (Qu'est-ce qu'une étoile, une Galaxie, l'Univers)

b) Discussion collective,

c) Documentation (Tavernier, etc.): Groupe de deux

Les enfants cherchent les données sur les étoiles, les galaxies, l'Univers.

d) Structuration.

(définitions), le Soleil est une étoile moyenne, une galaxie, un groupement d'étoiles, etc.

Est-ce grand l'univers ?

La nuit, tu peux voir des milliers de points lumineux. Ton œil peut en distinguer environ 5 000. Mais, grâce à leurs télescopes, les astronomes en dénombrent des centaines de millions.

Les étoiles que nous voyons depuis la Terre constituent **Notre galaxie**. Ce rassemblement d'étoiles a la forme d'un disque légèrement renflé en son centre. Il y a des milliards d'étoiles dans Notre Galaxie et des milliards d'autres galaxies dans l'univers.



Si tu pouvais quitter la Terre sur un rayon de lumière... tu avancerais à la vitesse de 300 000 kilomètres par seconde. Avec ce véhicule ultra-rapide, tu ferais 8 fois le tour de la Terre en une seconde ; tu atteindrais la Lune en moins de 2 secondes, le Soleil en 8 minutes, l'étoile la plus proche en un peu plus de 4 ans, l'Etoile Polaire en 600 ans, et les étoiles lointaines des milliers d'années après ton départ. Les astronomes pensent que l'univers pourrait, actuellement, avoir un rayon compris entre 12 et 20 milliards d'années-lumière.

Qu'est-ce qu'une constellation ?

Une **constellation** est un groupe d'étoiles qui forment une figure à laquelle on donne un nom : par exemple, la Grande Ourse, la Petite Ourse, le Cygne, le Taureau...

Comme la Terre tourne autour du Soleil, on ne voit pas toute l'année les mêmes constellations. Cependant, à n'importe quelle époque de l'année, une constellation est toujours visible depuis la France : la Grande Ourse. Elle permet de trouver l'Etoile Polaire. Quand on regarde l'Etoile Polaire, on regarde dans la direction du Nord.



Activités

1 Fais la liste des planètes du système solaire, de la plus proche à la plus éloignée du Soleil, puis de la plus petite à la plus grosse.

2 Réalise une maquette du système solaire en choisissant l'échelle 1/10 000 000 000, par exemple. A cette échelle 1 million de km est représenté par 10 cm. Dois-tu réaliser cette maquette dans la classe ou dans la cour de l'école ?

3 Sachant que l'étoile la plus proche du Soleil en est à 40 000 000 000 000 km, à quelle distance du Soleil devrais-tu la placer dans ta maquette ?

4 Que signifient les mots : constellation, galaxie, univers ?

5 Le soir, quand le ciel est bien dégagé, cherche l'Etoile Polaire. Compare la direction dans laquelle tu la vois à celle donnée par une boussole.

J'ai découvert

Neuf *planètes* tournent autour du Soleil. Une *planète* ne produit pas de lumière ; elle renvoie celle du Soleil, ce qui la rend lumineuse.

Dans l'univers, les « objets » sont regroupés en structures de dimensions très différentes : les *planètes* dans le système solaire, les *étoiles* dans *Notre Galaxie*...

Il y a beaucoup de vide dans l'univers : entre les planètes, puis entre les étoiles de *Notre Galaxie*, puis entre les galaxies.

Mots importants

planète, étoile, galaxie.