

Auteurs : david Wilgenbus(plus d'infos)

Résumé : A partir d'une ancienne publicité pour un opérateur téléphonique, les participants s'interrogent sur la possibilité qu'il y ait, en même temps sur Terre, un lever et un coucher de Soleil. Ils sont alors mis en situation d'investigation et explorent le système Terre-Soleil pour comprendre l'origine de l'alternance jour/nuit et des saisons. Une seconde situation problème offre un point de vue inédit : en se « plaçant » sur la Lune, les participants tentent de prédire le mouvement de la Terre, la présence ou non de phases ... ceci les amenant à comprendre l'origine des phases de la Lune et des éclipses, ainsi que les faces visible et cachée de la Lune. Dans un troisième temps, les participants caractérisent les différentes étapes de la démarche d'investigation qu'ils ont vécue.

Objectif : comment mettre en place une activité scientifique basée sur la démarche d'investigation ? L'intérêt de l'astronomie est de permettre à la fois une démarche expérimentale et une démarche de modélisation, ce qui n'est pas réalisable avec d'autres domaines

Matériel:

- Une salle dans laquelle on peut faire l'obscurité
 - Un vidéoprojecteur ou un rétroprojecteur
 - 10 boules de polystyrène de 10 cm de diamètre (ou 10 pamplemousses)
 - 10 boules de 5 cm de diamètre (ou 10 petites oranges)
 - 5 lampes de poche
- Matériel :
- 1 globe terrestre (utilisé pour les mises en commun, mais « interdit » aux groupes au début)
 - Des pics à brochette
 - 5 boussoles
 - 2 lampes de bureau identiques
 - Quelques carrés de chocolat
 - Des cure-dents
 - Du papier cartonné
 - Ciseaux, colle, feutres, ficelle
 - Grandes feuilles de papier pour les posters

Copyright : Creative Commons France. Certains droits réservés.



Terre, Lune, Soleil

L'atelier d'astronomie part d'une situation, inspirée d'une publicité de France Télécom, selon une idée de Gilles Cappe, maître ressource sciences à Montivilliers, dans l'académie de Rouen.



*Un homme, assis face à la mer avec un mobile, regarde le coucher du Soleil. Une femme, assise sur la muraille de Chine avec son mobile, regarde l'horizon.
L'homme, quand il voit disparaître le Soleil, demande à la femme : « l'as-tu ? »
À cet instant, la femme voit le Soleil se lever et répond : « Oui, je l'ai. »*

NB : On peut également projeter cette vidéo (en ligne [ici](#)) :

Questions :

1. Est-ce possible ?
2. Si oui, où se trouve l'homme (image de gauche) ?
3. Et si non, pourquoi ?

Répondre individuellement, et par écrit, à ces 2 questions, très rapidement et sans justifier la réponse. Ensuite, le formateur, en fonction des réponses, répartit les stagiaires en groupes hétérogènes de 4 : des désaccords doivent apparaître dans chaque groupe.

Travail de groupe (20 minutes) : se mettre d'accord et justifier sa réponse ;

Du matériel (utile et volontairement inutile) est à disposition, permettant au formateur de savoir si les stagiaires réfléchissent à l'utilité du matériel avant de réaliser une expérience.

Plusieurs groupes, par exemple, ont pris des boussoles, sans idée préalable quant à leur utilisation. Lors de la phase de mise en commun, ceci a fait l'objet d'une discussion.

Volontairement, aucune consigne d'écriture n'a été donnée. Au moment de la mise en commun, ceux qui n'avaient rien écrit ne pouvaient pas se remémorer leur cheminement. Nous avons donc réfléchi à ce qu'il aurait été important de noter : la question, les hypothèses, la façon dont on pense les « tester », la description de l'expérience (ou modèle), les résultats et l'interprétation de ces résultats.

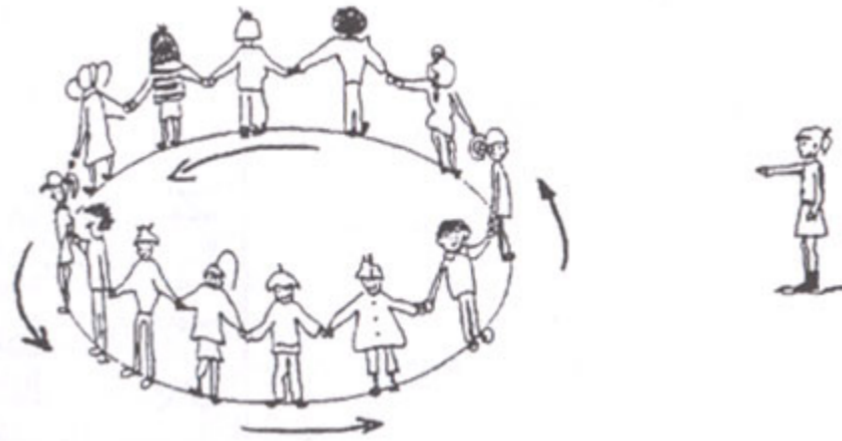
La première question (*Est-il possible d'avoir, en même temps, un lever et un coucher du Soleil en 2 endroits sur Terre ?*) permet de travailler sur ce qu'est le jour et la nuit (partie éclairée ou non du globe par la lumière du Soleil). En général, les enseignants n'ont aucune difficulté à ce stade, mais ils sont toujours incapables d'expliquer où est le lever, et où est le coucher, ce qui revient à déterminer dans quel sens tourne la Terre. Ils utilisent leurs connaissances (c'est dans le sens inverse des aiguilles d'une montre / d'Est en Ouest, etc.), mais sans être convaincu, et surtout, sans pouvoir justifier autrement que par « je le sais ». De même, tous font tourner la Terre sur elle-même, alors qu'on peut tout aussi bien faire tourner le Soleil autour de la Terre. Nous discutons de toutes les façons de reproduire des jours et des nuits, et cherchons à valider ou invalider les hypothèses :

1. La Terre tourne sur elle-même
2. Le Soleil tourne autour de la Terre
3. La Terre tourne autour du soleil (les jours et les nuits durent 6 mois !)
4. Le Soleil est périodiquement éclipsé (il n'y a ni lever, ni coucher du soleil)
5. Et plein d'autres hypothèses plus fantaisistes, mais que l'on peut toujours éliminer (exemples : « Quelqu'un éteint périodiquement le Soleil » ou « une planète ou la Lune passe devant le Soleil ». On ne devrait donc pas voir de lever ou de coucher de Soleil mais, soit une transition brutale jour/nuit, soit des éclipses de Soleil chaque jour !)

Il reste alors les 2 premières hypothèses, et le formateur demande aux stagiaires de réfléchir à une façon de les valider ou invalider. Après avoir tâtonné avec leurs lampes, fait des ombres, dessiné des trajets du Soleil dans le ciel... nous concluons... qu'aucune de ces expériences ne permet de conclure ! Le formateur introduit alors un pendule simple (un trousseau de clés au bout d'une ficelle) et leur demande comment ce pendule va osciller si lui-même le lâche en étant immobile, où en se déplaçant en translation... ou surtout en tournant sur lui-même. On note les différentes hypothèses et on fait les manips : surprise, le pendule oscille toujours dans le même plan. Nous discutons alors de Foucault et de son Pendule, et tentons d'interpréter collectivement le tracé de ce pendule sur le sol. C'est une preuve que la Terre tourne sur elle-même.



Une fois acquis ce « fait » (la Terre tourne sur elle-même), nous cherchons à connaître le sens de cette rotation. Les stagiaires, toujours par groupe, imaginent une expérience ou une observation permettant de conclure. Seul un groupe a eu l'idée de se représenter la trajectoire du Soleil dans notre ciel : si l'on « voit » le Soleil bouger dans tel sens, alors cela signifie que la Terre tourne en sens inverse. Pour certains, le passage d'un référentiel à l'autre est évident, pour d'autres, il est très difficile. S'inspirant d'une idée de J. M. Rolando (professeur d'IUFM), le formateur leur propose un « jeu » à l'extérieur.



(Tiré de *L'astronomie à l'école, construire des compétences et des savoirs au cycle 3*, J. M. Rolando, Delagrave)

Un stagiaire joue le rôle du Soleil, et les autres forment un cercle (représentant, par exemple, l'équateur terrestre), regardant à l'extérieur.

1. On reproduit d'abord ce qu'on « voit » : le Soleil tourne autour de la Terre (qui elle, ne tourne pas). À chaque fois que le stagiaire-Soleil passe devant un stagiaire-Terre, il prononce son nom à haute voix.
2. On essaie, ensuite, de reproduire ce qu'on « sait » : la Terre tourne autour d'elle-même, le Soleil est immobile. Le but est que, vu de la Terre, le Soleil parcourt le même chemin qu'en 1, c'est-à-dire, qu'on entende la même succession de prénoms, dans le même ordre. La « Terre » constate alors qu'elle est obligée de tourner dans le sens inverse de celui qu'avait choisi le Soleil en 1.

Ce jeu est très efficace pour faire comprendre le sens de rotation de la Terre sur elle-même : pas besoin de s'en souvenir, il suffit de penser à la trajectoire du Soleil dans le ciel, et de se dire qu'en réalité, c'est la Terre qui tourne, dans le sens inverse.

Lors de la mise en commun qui suit ce jeu, nous discutons de l'intérêt qu'il y a, pour les enfants, d'utiliser leur corps pour « faire » des sciences. Voir, toucher, entendre, ressentir avec son corps est parfois (souvent !) plus efficace qu'une expérience de pensée.

De là, le formateur enchaîne sur les questions suivantes :

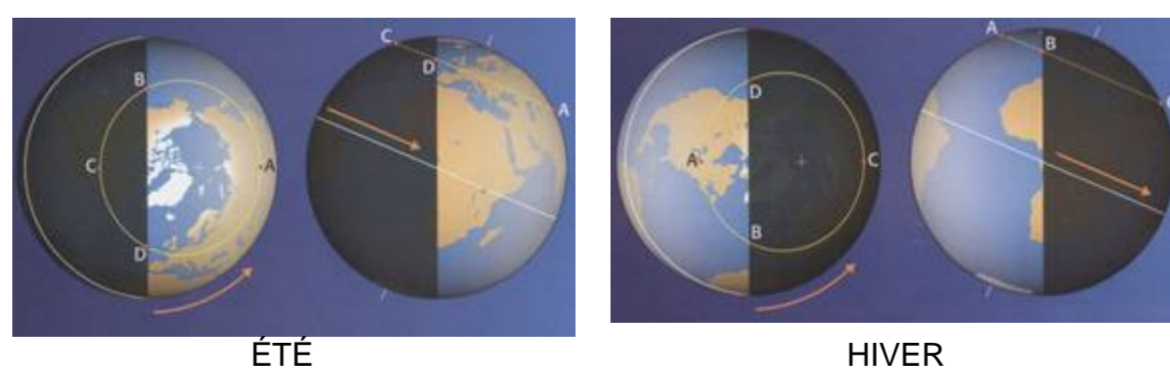
- La durée du jour est-elle identique partout, à un moment donné ?
- La durée du jour est-elle identique tout le temps, en un lieu donné ?
- Pourquoi fait-il plus froid en hiver qu'en été ?

La première question nécessite d'introduire l'inclinaison de l'axe de rotation terrestre. En général, les stagiaires considèrent ce fait comme acquis dès le début de la séance (bien que les questions précédentes ne nécessitent pas de faire appel à cette fameuse inclinaison). Si presque tous disent « la Terre est inclinée », bien peu comprennent vraiment ce qui est incliné (l'axe de rotation de la Terre), et surtout par rapport à quoi (le plan de l'orbite terrestre... ou écliptique).

En manipulant leurs sphères et leurs lampes, ils arrivent à la conclusion qu'on ne peut pas expliquer simplement la différence entre les durées du jour en divers endroits de la planète sans introduire cet élément dans le « modèle ». Nous considérons cela comme une justification suffisante et acceptons donc l'affirmation « la Terre est inclinée » (nous savons maintenant ce que signifie cette formulation approximative).



La seconde question « La durée du jour est-elle identique tout le temps, en un lieu donné ? » a tout intérêt à être posée maintenant, et pas avant. En effet, la variation de la durée du jour en un lieu donné, au cours de l'année, s'explique par le fait que l'axe de rotation de la Terre est incliné, certes, mais surtout que cette inclinaison est constante. C'est-à-dire que la direction pointée par l'axe ne change pas au cours d'une année, pendant le mouvement de la Terre autour du Soleil.

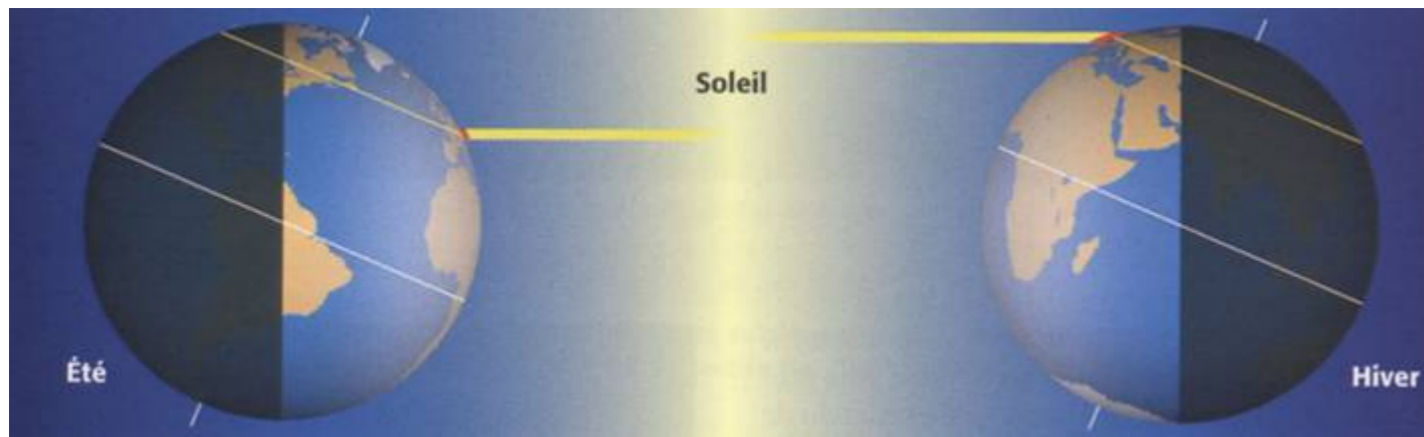


Enfin, la dernière question « pourquoi fait-il plus froid en hiver qu'en été ? » est la conclusion de cette première partie. Les stagiaires répondent en général que la Terre est plus loin du Soleil en hiver. Une discussion de groupe permet d'invalider facilement cette hypothèse, d'autres stagiaires faisant remarquer que, dans ce cas, l'hiver devrait avoir lieu au même moment sur toute la planète, ce qui n'est pas le cas : quand c'est l'hiver dans l'hémisphère Nord, c'est l'été dans l'hémisphère Sud, et vice-versa.

Cette croyance très répandue que la Terre est plus loin du Soleil en hiver est probablement due à une mauvaise représentation de ce qu'est l'orbite de la Terre. Beaucoup se la représentent comme une ellipse très allongée (on dit très « excentrique »), alors qu'en réalité, l'excentricité de cette ellipse est très faible. L'orbite de la Terre est quasiment un cercle ! Pour s'en convaincre, on peut comparer la distance Terre-Soleil à différents moments de l'année ou, mieux, tracer un cercle d'environ 1 mètre de diamètre, au feutre ou à la craie, au tableau. L'écart entre l'ellipse (que serait l'orbite de la Terre) et ce cercle « parfait » est contenu dans l'épaisseur du trait !

Une discussion de groupe s'engage alors, au cours de laquelle on fait le bilan de ce qu'on a appris : la Terre tourne autour du soleil et son axe de rotation est incliné par rapport à l'écliptique. De plus, cette inclinaison est constante. Après quelques minutes de réflexion par petits groupes, la plupart des stagiaires avancent une autre explication : « les rayons sont inclinés ».

Cette fois encore, il s'agit de discuter de la formulation et d'arriver à un énoncé moins ambigu, du type : les rayons du Soleil arrivent sur Terre en faisant un angle avec la surface terrestre. Cet angle dépend du lieu, de l'heure, et de la saison ! Une fois cette étape franchie, le plus dur est fait car les stagiaires ont une compréhension intuitive de ce qui se passe : « l'énergie est diluée », « le même rayon éclaire une plus grande surface, alors il chauffe moins », etc.



Quel rapport entre l'inclinaison des rayons lumineux sur une surface et la température ?

Une petite expérience simple met tout le monde d'accord. On découpe 2 morceaux de chocolat, qu'on expose chacun sous la lumière d'une petite lampe de bureau (assez près de l'ampoule : une dizaine de centimètres maximum). Les 2 morceaux sont posés horizontalement sur une table. Dans un cas, la lampe est posée verticalement (elle éclaire le chocolat par le dessus), alors que dans l'autre cas, elle est inclinée sur la table (elle éclaire le chocolat sur le côté). Après avoir patienté une quinzaine de minutes, on fait le test suivant :

- Un stagiaire pose le doigt sur le carré de chocolat éclairé par le côté : le chocolat est encore dur
- Ensuite, il fait de même sur celui éclairé par le dessus : il colle au doigt. Il a fondu, preuve que la température était plus élevée dans ce cas.

Pour que l'expérience réussisse, il faut :

- Que les morceaux de chocolat aient la même taille (et qu'il s'agisse du même chocolat)
- Que les lampes et les ampoules soient identiques
- Que la distance entre les ampoules et les carrés de chocolat soit la même dans les 2 cas.

Cette expérience peut bien entendu être faite avec un thermomètre, mais le chocolat apporte une touche de fantaisie qui détend bien l'atmosphère, après ces dures heures de travail. Et puis, une fois la manip terminée, on peut manger ce qui reste...

Notre mise en situation a donc permis d'aborder l'alternance des jours et des nuits, les différents mouvements de la Terre, et le phénomène des saisons, tout en travaillant sur un vocabulaire souvent mal maîtrisé : hémisphère, rotation, écliptique, solstice, équinoxe, etc.

On peut poursuivre la formation (il reste de nombreux points du programme d'astronomie à parcourir !) avec une nouvelle situation problème, comme celle-ci : le formateur leur montre une photo prise par une sonde (Clémentine, en l'occurrence), où l'on voit un clair de Terre, depuis la Lune. « Imaginez ce qui se passerait si, à la place d'une photo, je vous avais montré un film. Qu'est-ce qui bougerait, qu'est-ce qui changerait ? Et, qu'est-ce qui ne changerait pas ? »



Après une discussion collective, nous avons découpé le problème en sous-questions, en fonction de ce qui est susceptible d'évoluer sur cette scène :

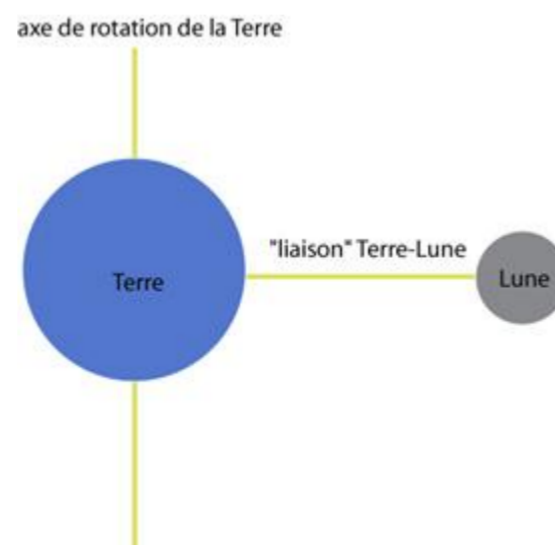
- *Verrons-nous, alternativement, des jours et des nuits se succéder sur la Lune ?*
 - Réponses partagées, pas de consensus
- *Le ciel restera-t-il noir ?*
 - Presque tout le monde répond «oui», car il n'y a pas d'atmosphère. C'est la bonne réponse, mais cette question ne peut pas être traitée dans le cadre de la mise en situation. Il faudrait aborder la notion de diffusion (faisable avec du matériel simple, un bac transparent, de l'eau, du lait, une source de lumière intense) ce qui nous éloignerait de l'astronomie, thème de cette formation.
- *Verrons-nous la Terre tourner sur elle-même ?*
 - Presque tout le monde répond «non, car, depuis la Terre, on ne voit qu'une face de la Lune. Vu de la Lune, la Terre doit montrer la même face.». Cette réponse est fausse...
- *Verrons-nous se succéder des phases de la Terre (pleine Terre, croissant, etc.) ?*
 - Réponses partagées, pas de consensus
- *Verrons-nous la Terre se déplacer dans le ciel, et si oui, comment ?*
 - Réponse unanime : « oui, la Terre se déplacera dans le ciel lunaire, de la même façon que l'on voit la Lune se déplacer dans notre ciel ». Cette réponse, unanime, est fausse.

À lui seul, ce petit problème permet d'aborder quasiment tout le programme d'astronomie de l'école primaire : mouvement de la Terre et de la Lune, phases de la Lune, éclipses, face visible/face cachée, jours/nuits, saisons...

La question la plus intéressante est sans doute la dernière : «*Verrons-nous la Terre se déplacer dans le ciel, et si oui, comment ?* »

Les stagiaires, par groupes de 4, doivent justifier leur réponse avec le même matériel que précédemment. Ils construisent un modèle du système Terre-Lune, en général faux :

- Soit ils font tourner la Lune autour de la Terre sans s'occuper du fait que la Lune doit présenter toujours la même face à la Terre
- Soit, pour tenir compte de ce phénomène, ils introduisent une contrainte très forte : ils « soudent » la Lune et la Terre avec un pic à brochette :



Ce modèle est bien sûr absurde puisqu'il implique que la Lune tourne autour de la Terre à la même vitesse que la Terre tourne sur elle-même. Si c'était le cas, on devrait avoir 1 jour = 1 mois !

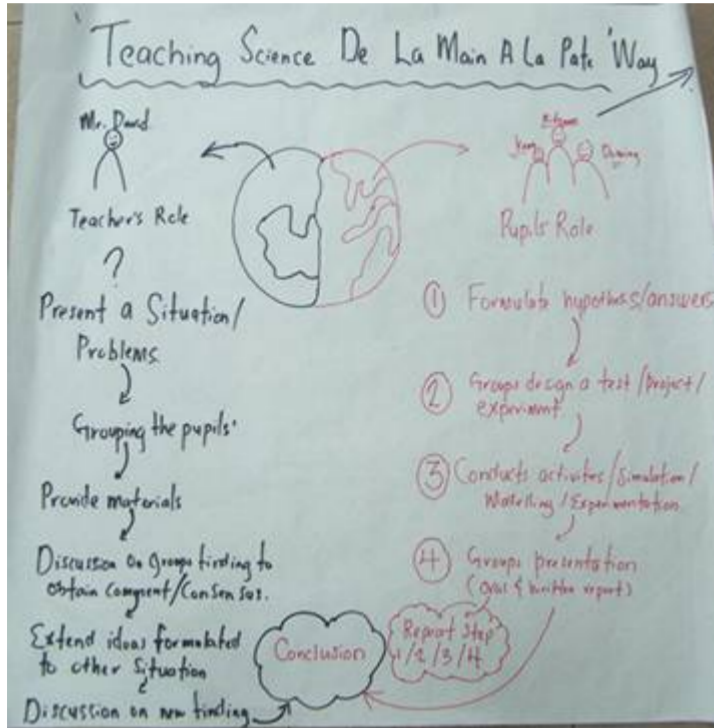
Après une phase de tâtonnement, ils arrivent donc à un modèle correct : la Terre tourne sur elle-même « rapidement » (en 24 heures), et la Lune tourne autour de la Terre « lentement » (28 jours) en tournant en même temps sur elle-même, de façon à toujours présenter la même face du côté de la Terre. Pour cela, il est souvent nécessaire d'introduire des repères sur la Lune : cure-dent, bonhomme dessiné sur la face visible.

Certains, à ce stade, s'aperçoivent que, vue de la Lune, la Terre n'a pas l'air de bouger : ceux qui sont sur la face cachée ne la voient pas et ne la verront jamais ; ceux qui sont sur la face visible la voient toujours, et toujours à la même place. Pour d'autres, le changement de point de vue est vraiment difficile et il faut recourir à nouveau à un jeu de rôle pour leur faire percevoir la scène. Un stagiaire joue le rôle de la Terre et un autre celui de la Lune. Le stagiaire-Lune doit tourner autour de la Terre en ne lui montrant qu'une seule de ses faces (visage, côté, dos...). Il décrit où est la Terre « dans son ciel » : juste devant lui (cela correspond, sur la Lune, à une Terre au zénith) car il a choisi de se mettre de face. S'il a choisi de se mettre de profil, alors il verra toujours la Terre sur l'horizon, etc. Quelle que soit la position de l'observateur sur la Lune, celui-ci ne voit jamais la Terre se déplacer dans le ciel. Il la voit toujours au même endroit (ou ne la voit jamais s'il est sur la face cachée), et cet endroit (zénith, horizon...) dépend du lieu où il se trouve.

On peut revenir à notre liste de questions et traiter celles que nous avons mises de côté, notamment celles qui ne faisaient pas consensus, comme «*Verrons-nous se succéder des phases de la Terre, vue de la Lune ?* ».



La dernière phase de mise en commun permet aux groupes les plus avancés d'exposer leurs travaux aux autres. Nous insistons à nouveau sur la nécessité d'agir pour comprendre : expérimenter, modéliser, observer... et ne pas seulement imaginer. Toutes les hypothèses données par les stagiaires, et certaines avec beaucoup de conviction, se sont révélées fausses. Parfois, il a suffi d'une petite manip avec une boule et une lampe, parfois il a fallu, en plus, se mettre en scène « avec son corps »



L'atelier se termine en demandant aux stagiaires de concevoir et réaliser un poster qui retracerait la démarche pédagogique qu'ils ont vécue : comment les problèmes ont-ils été introduits, quels ont été les postures et les rôles du formateur, idem pour les stagiaires, comment la « classe » était-elle organisée, quels sont les différents temps forts de la séance, quelles ont été les difficultés, etc. Voici un exemple parmi d'autres de poster produit.

Il est intéressant de ne pas en rester là et de comparer et discuter ces posters, notamment si les stagiaires sont amenés à en faire de similaires dans d'autres thèmes (SVT, technologie). Cela s'avère très utile pour s'approprier la démarche d'investigation, avec ses spécificités.

Source URL: <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/14226/terre-lune-soleil>