



La main à la pâte  
Nogent-sur-Oise

# [LES PHASES DE LA LUNE (2)]

GUIDE PÉDAGOGIQUE POUR LE CE2

## SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2</b>
<b>CRÉDITS</b> .....	<b>3</b>
<b>MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ETUDE</b> .....	<b>4</b>
<b>LETTRE AUX PARENTS</b> .....	<b>6</b>
<b>PROGRESSION DU MODULE</b> .....	<b>7</b>
<b>MATÉRIEL NÉCESSAIRE</b> .....	<b>8</b>
SÉANCE 1 : Comment voit-on la Lune dans le ciel ? .....	9
SÉANCE 2 : Les phases de la Lune .....	11
SÉANCE 3 : Les cratères de la Lune (1) .....	14
SÉANCE 4 : Les cratères de la Lune (2) .....	18
SÉANCE 5 : Pourquoi le ciel est bleu ? (1) .....	20
SÉANCE 6 : Pourquoi le ciel est bleu ? (2) .....	23
SÉANCE 7 : La gravitation .....	25

## CRÉDITS

### Ressources utilisées :

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

Dossier pédagogique « Astralala »

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

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

Grand N, Jean-Michel Rolando - Académie de Grenoble

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

Delagrave, Jean-Michel Rolando

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

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

Stellarium, logiciel de simulation du ciel

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

Académie de Nantes

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

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

Un travail collectif mené par

Jérôme SZERWINIACK (élève polytechnicien)

Virginie VITSE (Enseignante référente Maths/Sciences)

Nicolas DEMARTHE (Coordinateur du Centre pilote)

Révisé en 2023 par

Quentin BODINI--LEFRANC (élève polytechnicien)

## MISE EN ŒUVRE DU SUJET D'ÉTUDE

### Planification

Ce sujet d'étude représente environ de 7 à 12 séances. On pourra au choix mener une ou deux séances par semaine afin d'assurer une continuité dans la construction des connaissances.

### Le rôle du maître

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

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

### Organisation des séances

Chaque séance est organisée sensiblement de la même manière :

#### Travail en groupe classe :

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

#### Travail en petits groupes :

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

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

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

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

#### Synthèse collective :

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

## Le cahier d'expériences

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

### Quel contenu possible ?

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

### À quoi sert-il ?

Pour l'enfant :

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

Pour le maître, c'est :

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

### Comment le faire évoluer ?

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

## L'évaluation

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

### Au cours des séances :

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

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

### L'évaluation finale :

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

## LETTRE AUX PARENTS

Madame, Monsieur,

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

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

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

### **Cela peut se faire de plusieurs façons :**

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

Je vous remercie pour votre aide.

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

Signature des parents :

## PROGRESSION DU MODULE

### Séquence 1 : Que sont le jour et la nuit ?

	Séances	Objectifs	Résumé	Dispositif
1	<b>Comment voit-on la Lune dans le ciel ?</b> (1h00)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'interroger à partir de l'analyse d'une image</li> <li>- Emettre des hypothèses</li> </ul>	À partir de l'étude de la couverture de l'album de Tintin <i>On a marché sur la Lune</i> , les élèves se questionnent sur la place de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil.	Image issue de l'album de Tintin <i>On a marché sur la Lune</i> .
2	<b>Les phases de la Lune</b> (1h30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emettre des hypothèses</li> <li>- Réaliser des observations en autonomie</li> <li>- Mettre en place une modélisation</li> </ul>	À partir d'observations réalisées individuellement, les élèves mettent en évidence l'aspect des différentes phases de la Lune.	Petites boules de polystyrène + lampes
3	<b>Les cratères de la Lune (1)</b> (1h30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emettre des hypothèses</li> <li>- Proposer et mettre en place un protocole expérimental</li> </ul>	Les élèves s'interrogent sur l'origine et la taille des cratères du sol lunaires	De quoi projeter des images
4	<b>Les cratères de la Lune (2)</b> (1h30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mettre en place un protocole expérimental</li> <li>- Interpréter des résultats</li> </ul>	Les élèves mettent en place l'expérience préparée lors de la séance précédente.	Expériences de chutes de billes dans la semoule
5	<b>Pourquoi le ciel est bleu ?</b> (1h30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interpréter une expérience</li> <li>- Emettre des hypothèses</li> <li>- Appréhender le lien matière/couleur</li> <li>- Découvrir l'atmosphère et le caractère matériel de l'air qui nous entoure</li> </ul>	La comparaison entre la couleur du ciel terrien et du ciel lunaire permet d'introduire la notion d'atmosphère.	Expérience pour reproduire l'atmosphère
6	<b>Pourquoi le ciel est bleu ?</b> (1h30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réaliser une expérience</li> </ul>	Les élèves réalisent les expériences préparées lors de la séance précédente et concluent qu'il y a bien de l'air autour de nous, responsable de la couleur bleue du ciel.	Expériences proposées par les élèves pour démontrer la présence d'air
7	<b>La gravitation</b> (1h30)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Appréhender la notion de gravité</li> <li>- Réfléchir à partir d'une analogie</li> </ul>	Les élèves s'interrogent sur la notion de gravitation à partir de l'étude d'une vidéo et d'une analogie avec des aimants.	Vidéos et aimants

## MATÉRIEL NÉCESSAIRE

### Pour une classe :

#### Matériel fourni :

- Petites boules de polystyrène
- Semoule (environ 8 paquets de 1 kg pour 5 groupes)
- Sable, gravier, farine, pâte à modeler
- Billes
- Balances
- Bacs transparents
- 1 lampe
- Sacs en plastiques, gobelets, verres, bouteilles, seringues...
- Aimants

#### Matériel à fournir par l'enseignant :

- Vidéoprojecteur
- Grandes règles graduées
- Lait

## SÉANCE 1 : COMMENT VOIT-ON LA LUNE DANS LE CIEL ?

### RESUME

À partir de l'étude de la couverture de l'album de Tintin *On a marché sur la Lune*, les élèves se questionnent sur la place de la Lune par rapport à la Terre et au Soleil.

### OBJECTIFS

- S'interroger à partir de l'analyse d'une image
- Emettre des hypothèses

### MATERIEL A PREPARER POUR LA SEANCE :

Un vidéoprojecteur et la photocopie couleur de la vignette de Tintin au format A5 distribuée à chaque élève qui la collera dans le cahier d'expériences.

### DÉROULEMENT

**Inducteur** : couverture de l'album d'Hergé *On a marché sur la Lune*.

**En groupe classe** :

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, des cratères. On voit, à côté de la fusée, deux astronautes tout petits et leurs ombres très longues.

Si les élèves parlent dès cette première phase des points suivants, l'enseignant peut déjà noter les questions sur l'affiche. Sinon, une fois la description achevée, il pose plusieurs questions aux élèves, sans leur donner la réponse définitive qui sera l'objet des séances suivantes. On note sur une affiche les questions qui restent en suspens :

*A quoi ressemble la Lune depuis la Terre ? Est-ce qu'elle est toujours pareil ? Est-ce qu'elle brille ?*

Elle prend plusieurs formes appelées « phases » : croissant, lune gibbeuse, pleine Lune, nouvelle Lune. Elle ne brille pas mais renvoie la lumière du Soleil.

*Qu'appelle-t-on « face cachée de la Lune » ?*

C'est la partie de la Lune qu'on ne voit jamais depuis la Terre, elle se situe de l'autre côté de la face que l'on observe chaque nuit.

Le maître annonce que l'on verra comment cela est possible à la séance suivante.

*Pourquoi peut-on voir des trous sur le sol de la Lune ?*

Les élèves pensent à des impacts de météorites ou à des volcans. S'ils ne connaissent pas le mot, le maître introduit le nom « cratère ».

*Est-ce qu'il fait jour ou nuit sur l'image ?*

Les élèves remarquent que le ciel est noir et qu'on peut voir les étoiles, mais en même temps le sol lunaire est éclairé et les personnages ont des ombres... Il fait bien jour !

*Pourquoi les personnages portent-ils une combinaison ?*

Pour respirer, sur la Lune il n'y a pas d'oxygène (ou d'air pour simplifier)

Exemples de questions notées sur l'affiche (seulement la colonne de gauche) :

Questions à résoudre	Séance de résolution
Pourquoi voit-on la Lune depuis la Terre ?	2
A quoi ressemble-t-elle ?	2
D'où vient la face cachée de la Lune ?	2
D'où viennent les cratères ?	3 / 4
Pourquoi le ciel est-il noir alors qu'il fait jour ?	5 / 6
Pourquoi faut-il porter une combinaison sur la Lune ?	5 / 6

Si les élèves posent d'autres questions au cours de la séance, le maître les ajoute sur l'affiche et essaiera d'y répondre au cours des séances suivantes. A la fin de la séquence, les questions non résolues pourront faire l'objet d'une recherche documentaire.

L'enseignant annonce que ces questions seront résolues lors des séances suivantes.

## SÉANCE 2 : LES PHASES DE LA LUNE

### RESUME

À partir d'une modélisation, les élèves retrouvent l'explication des phases de la Lune qu'ils ont abordé au CE1 et s'intéressent à sa face cachée.

### OBJECTIFS

- Emettre des hypothèses
- Réaliser des observations en autonomie
- Mettre en place une modélisation

### MATERIEL

Projecteur diapo

Boules de polystyrène avec pique à brochette et deux punaises, une de chaque côté (une boule par binôme)

### Consigne de sécurité :

Les élèves ne doivent jamais regarder directement le projecteur de diapositive

### DÉROULEMENT

#### En groupe classe :

**Rappel de ce qui a été étudié au CE1 :** on demande à quelques élèves de dessiner au tableau comment on voit la Lune dans le ciel. A-t-elle toujours la même forme ?

Puis l'enseignant demande : Comment appelle-t-on ces différentes formes ou phases ? Pourquoi voit-on différentes phases de la Lune ?

L'enseignant annonce que la séance sera consacrée à revoir la modélisation sur les phases de la Lune. Il présente le matériel et demande aux élèves ce que chaque élément va représenter : les boules de polystyrène représenteront la Lune et le vidéoprojecteur le Soleil. Le tableau suivant est recopié dans le cahier d'expériences afin d'aider les élèves à articuler modèle et réalité :

Notre maquette	Ce que ça représente
Une lampe	Le Soleil
Une boule en polystyrène	La Lune
Notre tête	La Terre

L'enseignant demande alors aux élèves de retrouver les différentes phases de la boule (Lune).

Un projecteur diapo est placé perpendiculairement au tableau de sorte d'émettre un faisceau lumineux parallèle au tableau.

Les élèves se placent à tour de rôle (4 à la fois) devant le tableau et tournent sur eux-mêmes en tenant la Lune légèrement au-dessus de leur tête.



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 d'Antony Baudet –École de l'Obier, Nogent sur Oise

Une fois que tout le monde est passé, les élèves remplissent la colonne de droite du tableau suivant en guise de synthèse :

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>

L'enseignant leur demande alors si la Lune brille : après cette séance, tous les élèves doivent répondre que non, c'est la lumière du Soleil qui est réfléchiée par la Lune.

Il montre alors les deux questions de l'affiche auxquelles cette séance a déjà permis de répondre : on voit la Lune parce qu'elle réfléchit la lumière du Soleil et elle change d'apparence selon ses phases.

Si les enfants l'ont mentionné, il demande aux élèves à quelle autre question la modélisation pourrait répondre : celle de la face cachée.

Une seconde activité de modélisation est lancée : les élèves doivent réussir à faire tourner la Lune autour d'eux sans jamais voir la punaise de la face cachée. Après quelques essais, ils comprennent que la Lune doit tourner sur elle-même en même temps qu'elle tourne autour de la Terre, et que ces deux mouvements doivent avoir la même période.

## **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.

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

Munis de l'outil du tableau des correspondances modèle/réalité, 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.

## SÉANCE 3 : LES CRATÈRES DE LA LUNE (1)

### RESUME

Les élèves s'interrogent sur l'origine et la taille des cratères du sol lunaire

### OBJECTIFS

- Emettre des hypothèses
- Proposer et mettre en place un protocole expérimental

### Matériel :

- De quoi projeter des images

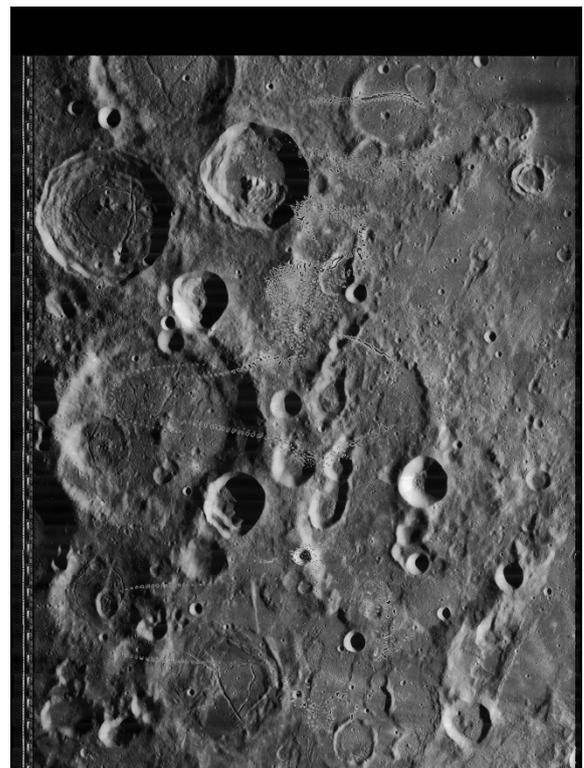
### Par groupe :

- Entre un et deux paquets de semoule (prévoir environ 8 paquets pour 5 groupes) de 1 kg
- D'autres types de « sol » : sable, gravier, farine, pâte à modeler... pour les élèves qui souhaitent en comparer
- Billes en verre de différents diamètres
- Règle pour mesurer la hauteur de lâcher et/ou le diamètre des cratères
- Balance (si les élèves veulent mesurer la masse des billes)

### DÉROULEMENT

L'enseignant montre à la classe des images du sol lunaire présentant une multitude de cratères (le mot n'est pas prononcé, volontairement).

Que voyez-vous ? Que représentent ces photos ?



L'enseignant demande aux élèves de décrire ce qu'ils voient sur l'image, d'abord individuellement par écrit, puis anime l'échange avec toute la classe.

Les élèves diront qu'il s'agit de la Lune et que ces trous sont des cratères.

Il interroge ensuite les élèves sur l'origine des cratères. *Pourquoi y a-t-il des cratères ?*

Les élèves peuvent penser à deux explications : des impacts de météorites, la bonne réponse, et de l'activité volcanique. Dans le deuxième cas, l'enseignant peut faire remarquer l'absence de coulée de lave autour des cratères lunaires, et surtout la superposition multiple des cratères (cf photo de droite) qui n'existe pas dans le cas des volcans terrestres.

L'enseignant demande alors aux élèves pourquoi il existe de nombreuses tailles différentes entre les cratères. *Tous les cratères ont-ils la même taille ? Pourquoi ont-ils des tailles différentes ?*

Ces derniers réfléchissent quelques minutes par écrit, puis les hypothèses sont mises en commun avec la classe.

Réponses attendues : on observe des cratères de tailles différentes. Cela est dû à la taille des météorites, à leur poids (masse) et aussi à leur vitesse.

Exemples d'hypothèses :

- *Plus la météorite est grosse, plus le cratère est grand*
- *Plus la météorite est lourde, plus le cratère est grand*
- *Plus la météorite est rapide, plus le cratère est grand*

*C'est la puissance qui compte* » : pour les élèves, la « puissance » (l'énergie) mentionnée ici représente la violence de l'impact, qui pour eux est reliée à la vitesse de la météorite.

**L'enseignant retient ces trois hypothèses : la taille, le poids et la vitesse de la météorite influencent la taille du cratère.**

**Dans ce cas précis, taille et poids sont confondus car on utilise des billes en verre, mais il n'est pas nécessaire d'en parler aux enfants, dès lors qu'ils ont bien fait le distinguo entre gros et lourd.**

L'enseignant propose alors un défi aux enfants pour tester leurs différentes hypothèses : ***Imaginez une expérience permettant de vérifier ces hypothèses avec le matériel mis à disposition. Écrivez l'hypothèse choisie, votre protocole expérimental et faites un schéma de l'expérience.***

- Chaque groupe s'occupera d'une seule hypothèse : vérifier que les trois hypothèses sont traitées par au moins un groupe.
- Chaque groupe dispose d'une **fiche expérimentale** sur laquelle le secrétaire écrit le but de l'expérience, ce que le groupe veut représenter dans les expériences, le matériel utilisé, le protocole expérimental, les hypothèses et les observations et conclusions.
- Aucun dispositif d'expérience n'est imposé aux élèves : ils définissent eux même leur expérience, en suivant néanmoins la progression définie par la **fiche expérimentale**.
- On pourra si nécessaire préciser comment faire un schéma : ce n'est pas un dessin, il ne faut pas colorier, il faut une légende et un titre. La légende doit indiquer le matériel ou l'objet utilisé et non ce qu'il symbolise (par exemple, la bille doit être légendée « bille » et non « météorite »). Les traits de la légende doivent bien arriver jusqu'à l'élément qu'on légende.

## FICHE D'EXPÉRIENCE

But de l'expérience.  
**Que veut-on savoir ?**

### Matériel utilisé

*Nous écrivons tout le matériel que nous allons utiliser pour l'expérience.*

### Schéma de l'expérience :

*Nous dessinons notre dispositif expérimental en indiquant ce que représente chaque élément du schéma.*

**Protocole expérimental :**

*Nous écrivons ce que nous allons faire tout au long de l'expérience : nos manipulations, nos mesures...*

**Schéma de fin d'expérience :**

*Nous dessinons notre dispositif à la fin de l'expérience, en indiquant ce que représente chaque élément du schéma.*

**Conclusion :** L'expérience permet-elle de répondre à la question que l'on s'est posé ? Quelle est la réponse ?

## SÉANCE 4 : LES CRATÈRES DE LA LUNE (2)

### RESUME

Les élèves mettent en place l'expérience préparée lors de la séance précédente.

### OBJECTIFS

- Mettre en place un protocole expérimental
- Interpréter des résultats

### Matériel :

#### Par groupe :

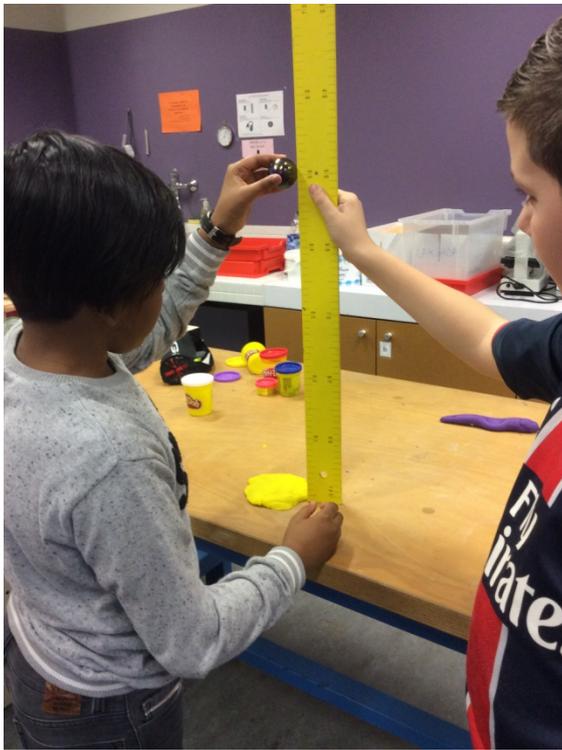
- Entre un et deux paquets de semoule (prévoir environ 8 paquets pour 5 groupes) de 1 kg
- D'autres types de « sol » : sable, gravier, farine, pâte à modeler... pour les élèves qui souhaitent en comparer
- Billes en verre de différents diamètres
- Règle pour mesurer la hauteur de lâcher et/ou le diamètre des cratères
- Balance (si les élèves veulent mesurer la masse des billes)

### DÉROULEMENT

Après un bref rappel de la problématique étudiée et de l'objectif des expériences, les élèves s'installent par groupe pour les réaliser.

#### Notes de manipulation

- Il faut bien faire attention à ce qu'un seul paramètre varie dans chaque expérience : le diamètre de la bille, la hauteur depuis laquelle la bille est lâchée ou le type de sol. Si on fait varier plusieurs paramètres, on ne pourra pas interpréter le résultat !
- Si les élèves n'y pensent pas, l'enseignant doit les orienter vers l'idée de mesurer la taille des cratères, par leur diamètre par exemple (*Comment faire pour pouvoir comparer les résultats entre les groupes ?*) : des observations qualitatives comme « tel cratère est plus grand que tel autre » ne sont pas suffisantes.
- Le facteur vitesse peut poser problème : intuitivement, les élèves voudront lancer les billes avec plus ou moins de force, mais il est alors impossible de contrôler la vitesse (*est-ce qu'un autre groupe pourrait reproduire exactement la même expérience ?*). La bonne idée est de faire varier la hauteur depuis laquelle la bille est lâchée : plus elle tombe de haut, plus elle aura de vitesse au moment de l'impact.



Exemples de réalisation de protocole, classe de 6e

A la fin, les résultats sont mis en commun : chaque groupe vient exposer son travail devant ses camarades (son protocole, l'expérience, les résultats obtenus et la conclusion). Les résultats sont confrontés puis la classe rédige une conclusion (exemple de conclusion) :

*« Les cratères de la Lune apparaissent quand une météorite s'écrase sur le sol. Plus la météorite est lourde et plus elle est rapide au moment de l'impact, plus le cratère créé aura un grand diamètre. »*

**Note scientifique :**

La notion d'énergie se cache derrière cette expérience : plus la météorite possède d'énergie cinétique au moment de l'impact, plus ce dernier sera violent. Cette énergie est proportionnelle à la masse (qui varie selon la taille de la bille/météorite) et au carré de la vitesse. C'est pour cela qu'en sécurité routière, on dit que diviser sa vitesse par deux permet de diviser par 4 ( $2^2$ ) la violence d'un choc !

## SÉANCE 5 : POURQUOI LE CIEL EST BLEU ? (1)

### RESUME

La comparaison entre la couleur du ciel terrien et du ciel lunaire permet d'introduire la notion d'atmosphère.

### OBJECTIFS

- Interpréter une expérience
- Émettre des hypothèses
- Appréhender le lien matière/couleur
- Découvrir l'atmosphère et le caractère matériel de l'air qui nous entoure

### MATERIEL A PREPARER POUR LA SEANCE :

- Du lait
- Un bac transparent
- Une lampe
- bacs transparents, sacs en plastique, gobelets, verres, bouteilles, seringues...

### DÉROULEMENT

Avant le début de la séance, l'enseignant prépare l'expérience suivante : un bac transparent est rempli d'eau avec un peu de lait (une toute petite lchette, le liquide doit rester transparent). Une lampe est placée à une extrémité, éteinte pour le moment. L'ampoule doit se situer au niveau du regard des élèves pour qu'ils la voient à travers le bac rempli.

L'expérience est décrite dans la vidéo « Bleu du ciel et soleil couchant », à trouver sur le drive.

#### Note scientifique :

Les explications de la vidéo sont un peu techniques. Ce qui est important à retenir, c'est que l'eau avec un peu de lait se comporte comme l'atmosphère terrestre. La lumière blanche envoyée par le Soleil est constituée de l'ensemble des couleurs (on peut les séparer avec un prisme pour voir toutes ces couleurs, comme sur la fameuse couverture des Pink Floyd). Plus la lumière traverse de l'épaisseur d'atmosphère, plus le bleu est « diffusé », c'est-à-dire dévié vers d'autres directions, et si ce phénomène devient trop important il ne reste plus que le rouge. C'est ce qu'il se produit le soir et le matin, où la lumière rasante traverse une grande épaisseur d'atmosphère.

#### **En groupe classe :**

Afin d'aborder la séance, on remontre l'image de la Lune avec Tintin. On demande aux enfants de bien la décrire, quitte à les pousser à se focaliser sur la couleur du ciel. On observe que le ciel est noir... Pourtant il fait jour ! *Comment cela se fait-il ?...*

L'enseignant annonce ensuite qu'ils vont commencer par observer une expérience avant d'en discuter. Il décrit ce qu'il a préparé : un bac transparent rempli d'eau avec un peu de lait éclairé par une lampe qu'il allume. Il invite ensuite les élèves à faire le tour du bac en l'observant et sans rien dire pour le moment. Les élèves passent par deux ou trois pendant que les autres font la queue, puis retournent s'asseoir. Ils décrivent alors ce qu'ils ont vu : sur le côté, l'eau était bleue, alors qu'en face de la lampe la lumière devenait rouge. *Est-ce que cela vous a rappelé quelque chose de la vie courante ?* Les élèves doivent penser au ciel : le ciel bleu de la journée et le rouge de l'aube et du crépuscule.

La classe réalise alors un tableau de correspondance :

Les éléments de l'expérience du bac	Ce que cela représente dans la réalité
L'eau avec du lait	C'est le ciel (air/atmosphère)
La lampe	C'est le Soleil
L'eau est bleue	C'est la couleur du ciel pendant le jour
L'eau est rouge	C'est la couleur du ciel le matin et le soir

Il est probable qu'à ce niveau, les élèves disent que le mélange représente le ciel. L'enseignant leur demande alors de préciser : *qu'y a-t-il dans le ciel ? Qu'est-ce qui constitue le ciel ? Est-ce que c'est une enveloppe autour de la Terre ? Qu'y a-t-il entre le ciel et le sol terrestre ?*

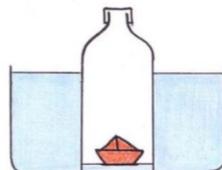
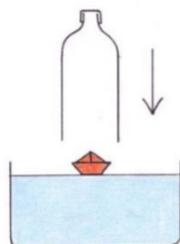
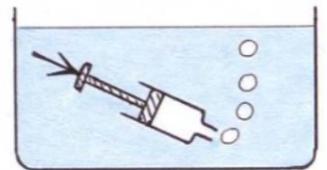
Certains élèves répondront qu'il n'y a rien, qu'il n'y a que du vide, d'autres qu'il y a de l'air. L'enseignant admet qu'il n'est pas facile de répondre immédiatement à la question, tout en demandant pourquoi aux élèves : l'air est invisible, il est difficile de savoir s'il est présent ou non.

Il leur propose alors d'imaginer une expérience pour prouver la présence ou l'absence de l'air. Il note la question au tableau : *Comment montrer qu'il y a de l'air autour de nous ?* Pour stimuler l'imagination des élèves, il est important de laisser en évidence du matériel qui pourra être utilisé : des bacs d'eau, des sacs en plastique, des gobelets, des verres, des bouteilles, des seringues...

Les élèves imaginent par groupes de 4 élèves un protocole en remplissant la fiche page suivante. Pour guider les élèves, l'enseignant peut leur suggérer de commencer par essayer de piéger de l'air avec un récipient (bouteille, sac, verre...), puis de travailler sur ce récipient pour montrer s'il y a ou non quelque chose dedans.

Voici quelques exemples d'expériences possibles, que l'enseignant peut suggérer aux groupes sans idées :

- Remplir un sac ou une seringue d'air, plonger sous l'eau et laisser l'air sortir : on voit des bulles remonter ;
- Plonger un verre sous l'eau à l'envers : l'eau ne le remplit pas, preuve qu'il y a quelque chose à l'intérieur du verre qui l'en empêche.
- De même, plonger un verre sous l'eau à l'envers et le faire pivoter / le tourner jusqu'à voir des bulles remonter et l'eau remplir peu à peu le verre
- Plonger une bouteille découpée dans l'eau : le niveau de l'eau diminue sous la bouteille, l'air pousse l'eau dans le bac



Une fois les expériences imaginées et décrites, chaque groupe vient présenter ce qu'il a prévu de réaliser devant la classe qui en discute avec l'enseignant.

Les expériences seront réalisées lors de la séance suivante.

# Imaginer une expérience pour prouver que le sac contient de l'air

Prénoms :

Question : .....

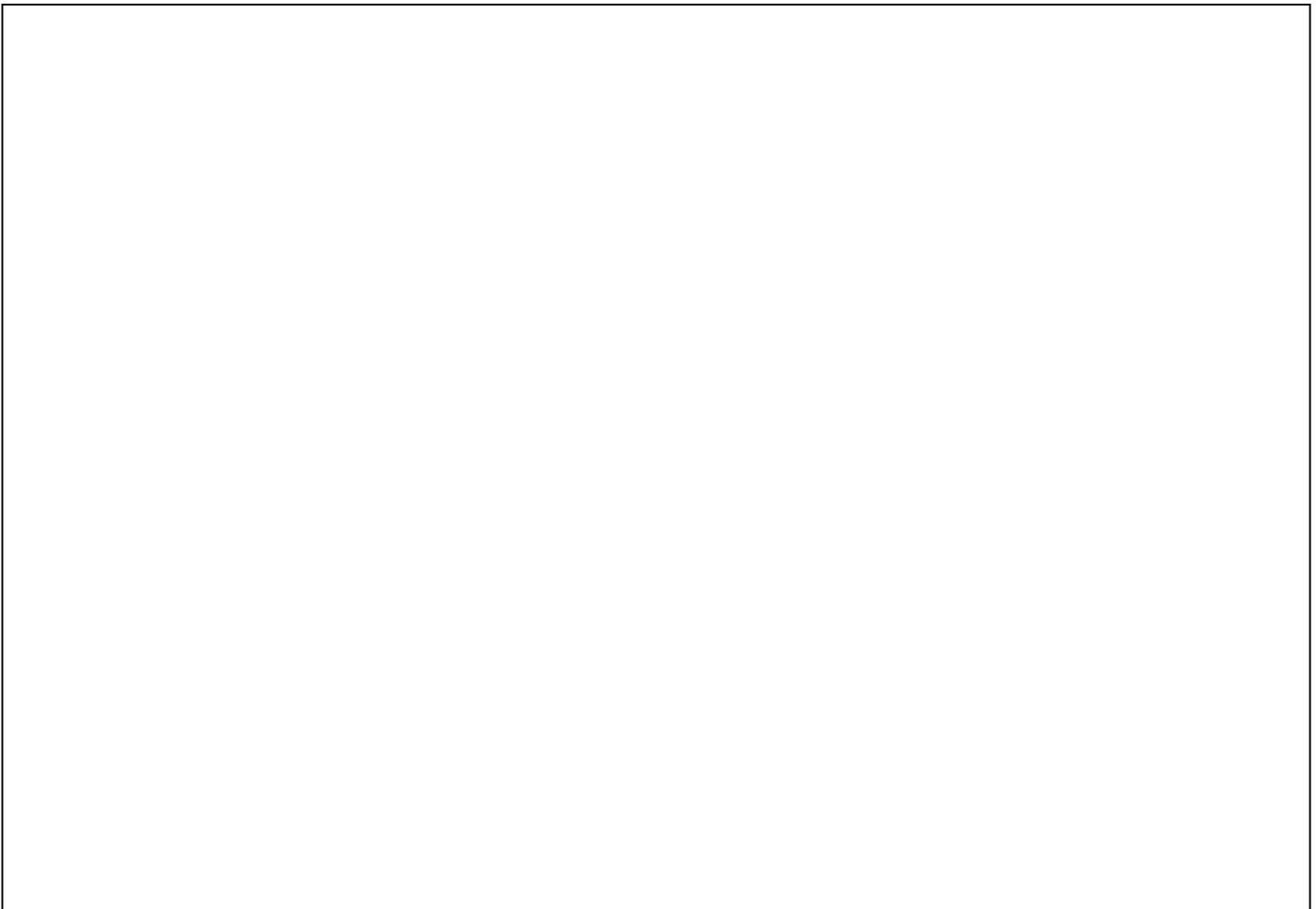
.....

Matériel :

-  
-  
-  
-

-  
-  
-  
-

Le dessin de notre expérience :



Nous expliquons ce que nous voulons faire :

.....  
.....  
.....

## SÉANCE 6 : POURQUOI LE CIEL EST BLEU ? (2)

### RESUME

Les élèves réalisent les expériences préparées lors de la séance précédente et concluent qu'il y a bien de l'air autour de nous, responsable de la couleur bleue du ciel.

### OBJECTIFS

- réaliser une expérience

### MATERIEL

- bacs transparents, sacs en plastique, gobelets, verres, bouteilles, seringues...

### DEROULEMENT

Après un bref rappel de la problématique, un membre de chaque groupe vient chercher le matériel nécessaire, puis l'expérience est réalisée suivant le protocole imaginé.

Ces expériences seront photographiées par l'enseignant.

Pour éviter que certains élèves monopolisent l'expérience dans un groupe, on leur demande de manipuler chacun leur tour. Après réalisation des expériences, si les élèves constatent que « ça ne marche pas », l'enseignant gère la discussion collective pour comprendre les raisons de ces échecs. Les élèves reviennent sur l'idée « L'air, on ne peut pas le voir ». L'enseignant substitue à « le voir » l'expression « le mettre en évidence ». Le concept se construit progressivement, au gré des expériences vécues de chacun (dans mon bain, à la piscine...) : il faudrait faire des bulles.

### En groupe classe :

Les élèves vont mettre en commun leurs expériences afin de déterminer celles qui permettent de répondre à la question. Un ou deux élèves par groupe viennent, à tour de rôle, expliquer au tableau l'expérience qu'ils ont réalisée, leurs observations et leurs explications (à ce stade, elles ont le statut d'hypothèses). Ils réalisent de nouveau l'expérience devant tout le monde afin de vérifier s'ils ont bien représenté ce qu'ils ont observé. Une fois tous les groupes passés, on classe les expériences en deux catégories, celles qui montrent la présence d'air et celles qui ne permettent pas de montrer la présence d'air. L'enseignant revient en particulier sur les éléments suivants des schémas :

- La couleur de l'eau, certains n'hésitent pas à tout colorier : l'eau est incolore (elle n'a pas de couleur) et est transparente (on voit à travers). Néanmoins, l'eau à la piscine ou à la mer est bleue : il faut qu'il y ait beaucoup d'eau pour qu'elle apparaisse bleue, ce qui n'était pas le cas dans les expériences ;
- Le dessus de l'eau (la surface), elle est encore souvent représentée par des vagues : elle est plane (droite) et horizontale ;
- Les bulles d'air, elles sont parfois représentées dans l'air et non dans l'eau ;
- La trajectoire des bulles d'air, elles ne vont pas n'importe où : elles ont un mouvement vertical du bas vers le haut.

Puis guidés par l'enseignant, les élèves élaborent collectivement une conclusion qui sera notée dans le cahier.

### Exemple de conclusion :

On peut montrer la présence d'air en en piégeant dans un sac puis en le plongeant dans l'eau. On observe alors des bulles qui sortent du sac et montent verticalement. Ce sont des bulles d'air. L'air est invisible mais bien présent.

Après observation des dessins et mise en évidence des erreurs, les élèves reproduiront un schéma collectif sur leur cahier d'expériences ou le maître le photocopiera pour chacun.

**IMPORTANT** : Pour s'assurer que tous les élèves ont bien compris qu'il s'agit de bulles d'air (et non de bulles d'eau comme certains le disent !), l'enseignant pose la question : « *Comment pourrait-on faire des bulles dans l'eau si on n'a pas de sac ?* » Les élèves pourront proposer de souffler avec des pailles dans l'eau : on voit bien que c'est l'air qu'on souffle par la paille qui provoque les bulles. On pourra ainsi conclure qu'il s'agit bien de bulles d'air et que dans le cas du sac, cet air sort bien du sac. Par ailleurs, comment expliquer que les bulles « d'air » remontent à la surface. Les enfants diront que c'est parce qu'elles sont légères. Si cela n'apparaît pas tout de suite, l'enseignant pourra amener les élèves à comparer une bulle d'air et une goutte d'eau. Il fera remarquer qu'on ne parle pas de bulle d'eau mais de goutte d'eau et de la même manière, on ne parle pas de goutte d'air mais de bulle d'air (voir note ci-dessous pour développer la discussion avec les enfants). On peut demander à un élève de tremper la main dans le bac d'eau puis de la sortir : on voit alors tomber des gouttes d'eau.

**Note** : Une petite précision à propos des bulles d'air. Il est intéressant d'insister sur la **différence entre une bulle et une goutte** en rappelant qu'on parle d'une goutte d'eau (formée d'eau) et d'une bulle d'air (remplie d'air). Une goutte d'eau (dans l'air) tombe car elle est plus lourde que l'air (la pluie par exemple) alors qu'une bulle d'air (dans l'eau) remonte à la surface de l'eau car plus légère que l'eau.

Les enfants comprennent que la bulle d'air éclate à la surface de l'eau "Elle devient de l'air". Oui, en effet, cet air "emprisonné" dans l'eau se mélange à l'air une fois sorti de l'eau... C'est une différence essentielle qui amènera les enfants à distinguer les états de la matière et à comprendre progressivement les interactions entre l'air (à l'état gazeux) et l'eau (à l'état liquide). C'est un premier pas également vers la prise de conscience des phénomènes de gravité (la goutte d'eau tombe car elle subit l'attraction terrestre et donc la gravité).

Une fois que tous les élèves sont d'accord quant à la présence d'air autour de nous, l'enseignant leur demande de rappeler le point de départ de cette réflexion : *à quoi correspondait l'eau mélangée au lait de l'expérience dans la réalité ?* Tous les élèves doivent répondre à l'air.

L'enseignant leur demande alors pourquoi le ciel est bleu : **c'est la présence d'air qui, en grande quantité et éclairé par le Soleil, prend une couleur bleue !** L'enseignant introduit le mot **d'atmosphère** : c'est le nom scientifique de l'ensemble des gaz autour de la Terre.

Si les enfants sont très à l'aise, on pourra également parler de la couleur rouge de l'atmosphère au moment de l'aube et du crépuscule. En effet, en traversant une fine couche d'atmosphère, l'atmosphère apparaît bleue. Cependant, après une grande couche d'atmosphère, elle apparaît rouge ! Tout comme la lumière dans l'eau et le lait. Un petit schéma comme celui présenté ci-dessus éclairera les enfants.



Pour conclure, l'enseignant projette à nouveau la couverture de Tintin : *pourquoi le ciel est-il noir alors qu'il fait jour ? Il n'y a pas d'atmosphère sur la Lune.* C'est d'ailleurs pour cela également que les personnages portent une combinaison d'astronautes.

## SÉANCE 7 : LA GRAVITATION

### RESUME

Les élèves s'interrogent sur la notion de gravitation à partir de l'étude d'une vidéo et d'une analogie avec des aimants.

### OBJECTIFS

- Appréhender la notion de gravité
- Réfléchir à partir d'une analogie

### MATERIEL

- De quoi projeter les vidéos
- Des aimants

### DEROULEMENT

L'enseignant montre aux élèves la vidéo suivante (« Neil Armstrong - First Moon Landing 1969 »), compilation de différentes prises de vue lors du premier vol habité ayant atterri sur la Lune. On pourra la trouver sur le drive.

Il laisse les élèves décrire dans leur cahier ce qu'ils ont vu. Après quelques minutes, on fait la mise en commun. Après plusieurs observations des élèves, l'enseignant oriente la discussion vers la scène où l'astronaute revient vers la caméra en sautant : *comment se déplace-t-il ? Est-ce que c'est un déplacement normal, que l'on pourrait voir sur Terre ? En quoi ces sauts sont particuliers ?* Les élèves remarquent, si nécessaire en repassant l'extrait (entre 1min45 et 2min04), que l'astronaute se déplace par des sauts relativement hauts.

Il demande alors aux élèves d'imaginer une explication à ce phénomène sur leur cahier de science. Après avoir écouté leurs idées, il introduit si nécessaire le mot « gravitation ».

Pour comprendre cette notion un peu compliquée, il demande aux élèves de dessiner la Terre, puis de représenter plusieurs personnages dessus. On affiche quelques dessins au tableau, puis on demande aux élèves de commenter, en particulier pour les personnages représentés dans l'hémisphère Sud : *vivent-ils la tête en bas ?* Les élèves émettent des hypothèses.

Pour répondre à cette question, l'enseignant annonce qu'il faut comprendre ce que l'on appelle le « bas » : il demande aux élèves de proposer une définition. Si les élèves manquent d'idée, il peut laisser tomber un stylo, jusqu'à parvenir à la définition suivante : « **le bas, c'est la direction dans laquelle tombent les objets lâchés dans le vide** ».

*Quelle est cette direction ? Pourquoi les objets tombent-ils ?* Les élèves doivent arriver à l'idée que c'est la Terre qui attire les objets : le stylo tombe toujours vers le sol. L'enseignant s'appuie pour cela sur l'analogie de deux aimants qui s'attirent l'un l'autre : s'il empêche un aimant de bouger, l'autre sera attiré et « tombera » sur le premier aimant. De même, la Terre agit comme un gros aimant qui attire tous les objets ! Les habitants de l'hémisphère sud ont donc les pieds sur le sol, et ils ne vivent pas la tête en bas puisque leur bas est bien dirigé vers le centre de la Terre !

#### Note pédagogique :

Le bas est défini comme la direction du champ de pesanteur terrestre : c'est bien par définition la direction de

chute des objets. En revanche, ce n'est pas exactement la direction du centre de la Terre : comme la planète tourne sur elle-même, une autre force intervient et modifie légèrement la direction, la force centrifuge (la même que celle qui pousse vers le côté les passagers d'une voiture lors d'un virage important).

L'enseignant demande alors aux élèves s'ils peuvent expliquer ce qu'il se passe sur la Lune : « l'aimant » de la Lune est moins puissant que celui de la Terre, donc les astronautes tombent moins vite. C'est d'ailleurs pour cela que la Lune n'a pas d'atmosphère : les gaz se sont pratiquement tous envolés, la pesanteur lunaire étant trop faible pour les retenir ! En fait plus la planète a de masse, plus « l'aimant » est puissant.

Finalement, il demande aux enfants d'imaginer ce qu'il se passerait s'il n'y avait plus de planète suffisamment proche pour attirer les objets : ils « voleraient ». L'enseignant passe la vidéo suivante de Thomas Pesquet dans l'ISS pour conclure et montrer aux élèves cette situation « d'apesanteur » : voir la vidéo de la visite de l'ISS sur le drive du centre pilote. La vidéo dure 20mn, elle n'est donc pas à montrer en intégralité.

**Attention :** C'est en réalité un gros raccourci de dire que l'ISS est en apesanteur. En réalité, elle est en chute libre sur la Terre, mais son mouvement de rotation l'empêche de s'écraser sur la Terre. Thomas Pesquet est également en chute libre, comme tous les objets autour, ce qui crée une situation identique à de l'apesanteur. On appelle cela la micropesanteur. Il n'est pas nécessaire, ni même conseillé, d'aborder cela avec les enfants.