

Séquence de classe

Cratères et météorites, question d'énergie!

Cycles : 3, 4

Thématiques traitées	Terre et espace
Résumé	Au travers d'une activité sur les cratères lunaires, les élèves appréhendent expérimentalement le concept d'énergie.
Objectif	Travailler sur la mise au point et la réalisation d'un protocole : ne faire varier d'un seul paramètre à la fois, mesurer des grandeurs, rendre compte de ses résultats.
Durée	1h50 + une option de 1h10 environ
Matériel	<p>Pour un groupe :</p> <ul style="list-style-type: none">• 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...pour les élèves qui souhaitent en comparer.• 1 bassine ou saladier (diamètre intérieur entre 20 et 25 cm, ne pas prendre de contenant trop grand sinon la couche de semoule ne sera pas assez épaisse et les billes toucheront le fond)• Billes en verre de différents diamètres• Pâte à modeler• Pour mesurer le diamètre des cratères et/ou la hauteur de lâcher: compas, règle, mètre ruban• 1 balance (pour peser les billes)• Pied à coulisse pour mesurer le diamètre des billes si besoin <p>Prévoir pour le rangement des entonnoirs pour remettre la semoule dans les paquets, et pour nettoyer le sol pelle, balayette, aspirateur...</p>

Introduction

Cette séquence a été testée dans la classe de Fatima Rahmoun, enseignante de physique-chimie et d'EIST au collège. Elle permet d'introduire de façon expérimentale le concept d'énergie en 6ème. Idéalement, cette activité s'inscrit à la suite d'une introduction au système solaire afin que les élèves connaissent l'existence des météorites.

Elle peut également être intéressante à proposer en formation d'adultes dans le cadre d'une action sur l'énergie et constitue une bonne initiation à la démarche d'investigation pour professeurs débutants, avec ou sans formation initiale scientifique.

Note pédagogique

Cette activité requiert un minimum de maîtrise de la conception et de la mise en œuvre d'un protocole. Il est préférable de ne pas la proposer en tout début d'année scolaire.

Séance 1 - Situation de départ et émission d'hypothèses et protocoles

Résumé	A partir de photos du sol lunaire, les élèves émettent des hypothèses sur l'origine des différentes tailles de cratères.
Objectif	Emettre des hypothèses, élaborer un protocole pour les tester, identifier un paramètre.
Matériel	<p>Pour un groupe :</p> <ul style="list-style-type: none">• 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...pour les élèves qui souhaitent en comparer.• 1 bassine ou saladier (diamètre intérieur entre 20 et 25 cm, ne pas prendre de contenant trop grand sinon la couche de semoule ne sera pas assez épaisse et les billes toucheront le fond)• Billes en verre de différents diamètres• Pâte à modeler• Pour mesurer le diamètre des cratères et/ou la hauteur de lâcher: compas, règle, mètre ruban• 1 balance (pour peser les billes)• Pied à coulisse pour mesurer le diamètre des billes si besoin <p>Prévoir pour le rangement des entonnoirs pour remettre la semoule dans les paquets, et pour nettoyer le sol pelle, balayette, aspirateur...</p>

Situation de départ (10 min)

L'enseignant montre à la classe des images du sol lunaire présentant une multitude de cratères.

Le [Lunar and planetary](#) institute a mis en ligne une [importante collection d'images](#) réalisées lors de ces campagnes. Il ne faut pas hésiter à fouiller le site qui regroupe une quantité d'archives considérable, en particulier des [photos des astronautes](#) pendant le vol d'Apollo 11 et des [prises de vues du sol lunaire](#) effectuées lors des missions Apollo 11 à 17.

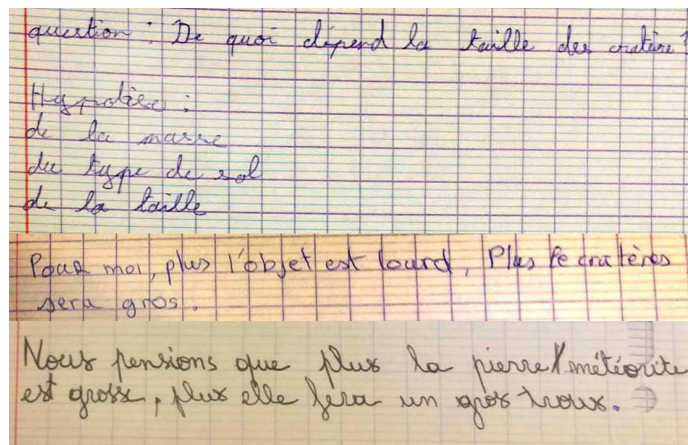
L'enseignant demande aux élèves de décrire ce qu'ils voient sur l'image, d'abord individuellement par écrit, puis anime l'échange avec toute la classe. Il porte l'attention des élèves sur les cratères et leur grande disparité de tailles et lance la question centrale de la séquence : pourquoi y a-t-il des cratères de tailles différentes ?

Note pédagogique

Cette introduction sous entend qu'il sera évident pour les élèves que les cratères sont dus à des impacts. S'ils n'ont pas cette connaissance préalable, on peut d'abord centrer la discussion sur ce que sont les trous que l'on voit sur l'image. Si l'hypothèse d'un cratère volcanique est avancée, l'observation de l'absence de coulées et surtout la superposition multiple des cratères, qui n'existe pas pour un volcan, permet de l'écarter.

Etape 1: hypothèses et protocoles (20 min)

Les élèves réfléchissent par écrit individuellement, puis s'organisent en binôme ou groupes de quatre et choisissent une hypothèse qu'ils vont tester.



Extraits de cahiers d'expériences d'une classe de 6e EIST.

Propositions d'élèves :

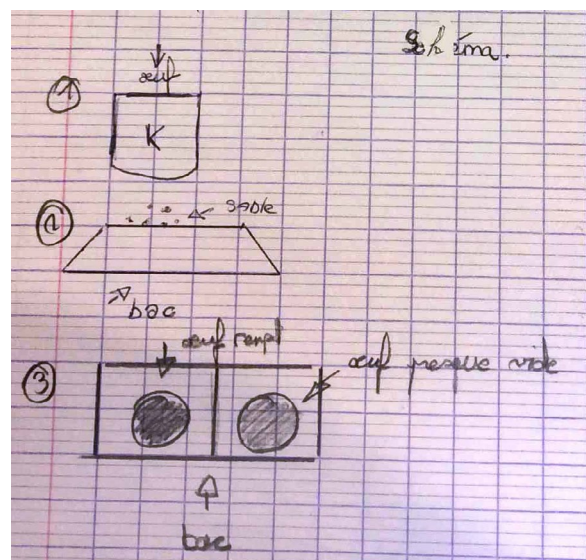
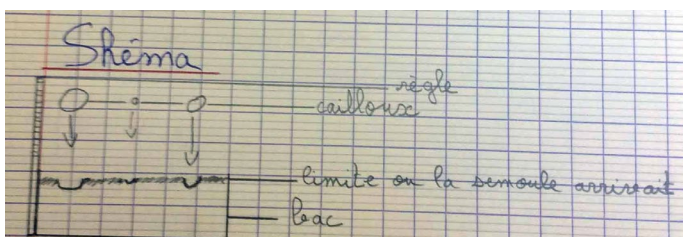
- « Plus la météorite est grosse, plus le cratère est grand »
- « Plus la météorite est lourde, plus le cratère est grand »
- « Plus la météorite est rapide, plus le cratère est grand »
- « C'est la puissance qui compte » : pour les élèves, la « puissance » mentionnée ici représente la violence de l'impact, qui pour eux est liée à la vitesse de la météorite.

Chaque groupe établit le protocole correspondant et la liste de matériel, dont il fait une description par écrit, assortie d'un schéma explicatif. L'enseignant fournit le matériel ou propose des solutions alternatives s'il n'a pas le nécessaire.

La météorite est représentée par une bille, boule de pâte à modeler, boule creuse plus ou moins remplie pour ceux qui voudront faire varier la masse à diamètre constant. Pour le sol, les élèves peuvent demander du sable, de la farine, de la semoule, de la pâte à modeler...pour les situations que l'on ne pourra tester en classe (impact d'une météorite dans l'océan par exemple), l'enseignant peut proposer en prolongement l'utilisation d'un simulateur d'impact.

Notes pédagogiques

- Si les élèves ont du mal à proposer des hypothèses, on peut procéder à une première mise en commun pour en sélectionner quelques unes sur lesquelles travailler.
- On peut laisser aux élèves un libre choix total de matériel ou leur en proposer une petite sélection (sans trop fermer les possibilités ! Diversifier les types de sols, billes, contenants...) si cela peut les aider à trouver des idées.



Trois lâchers de billes de masse différentes d'une même hauteur pour tester l'influence de la masse. Ce groupe a choisi de travailler à diamètre d'objet constant en utilisant de petites capsules en plastique plus ou moins remplies.

L'enseignant discute avec chaque groupe, fait reformuler les propositions et préciser le vocabulaire. Quels sont les paramètres que les élèves ont choisi de tester ? La « taille » du cratère désigne-t-il son diamètre, son rayon, son volume, sa profondeur ? De même, la « grosseur » de la bille fait-elle référence à sa masse, son diamètre ?

Notes pédagogiques

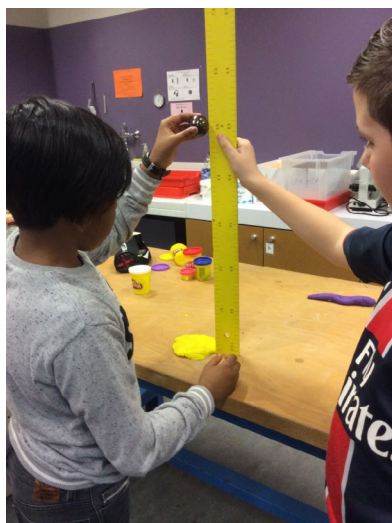
- En 6ème, la différence entre poids et masse n'est pas du tout évidente pour les élèves qui vont également parler de « lourdeur ». A ce stade, on peut leur signaler que ce n'est pas exactement équivalent et qu'ils préciseront ces notions les années suivantes, et que le poids est ce qu'on sent que les objets sont « tirés vers le bas ». Il est difficile d'être intransigeant sur ces termes car ce que nous expérimentons au quotidien de la masse des objets, c'est bien leur poids ! A aucun moment nous n'avons accès directement à leur masse.
- L'attention sera plutôt portée sur la précision du vocabulaire désignant les paramètres mesurés par les élèves : hauteur, volume, diamètre... Ils auront facilement tendance à les mélanger, par exemple à désigner par le mot « taille » la masse, le volume, le diamètre ou le rayon de la bille.

Séance 2 - Réalisation des expériences et compte rendus

Résumé	Suite à l'émission d'hypothèses et de protocoles, les élèves mettent en oeuvre leurs expériences.
Objectif	Mettre en oeuvre un protocole, mesurer une grandeur avec des moyens adaptés.
Matériel	<p>Pour un groupe :</p> <ul style="list-style-type: none">• 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...pour les élèves qui souhaitent en comparer.• 1 bassine ou saladier (diamètre intérieur entre 20 et 25 cm, ne pas prendre de contenant trop grand sinon la couche de semoule ne sera pas assez épaisse et les billes toucheront le fond)• Billes en verre de différents diamètres• Pâte à modeler• Pour mesurer le diamètre des cratères et/ou la hauteur de lâcher: compas, règle, mètre ruban• 1 balance (pour peser les billes)• Pied à coulisse pour mesurer le diamètre des billes si besoin <p>Prévoir pour le rangement des entonnoirs pour remettre la semoule dans les paquets, et pour nettoyer le sol pelle, balayette, aspirateur...</p>

Etape 2: réalisation des expériences (50 min)

Une fois qu'ils ont stabilisé leur protocole, les élèves passent aux expériences proprement dites. L'enseignant circule dans les groupes et échange avec les élèves pour attirer leur attention sur la nécessité d'être rigoureux dans leurs mesures.



Pour simuler le sol, les élèves ont recours à de la pâte à modeler, de la farine, de la semoule, du sable...



Deux façons de tester l'influence de la masse de la bille : en remplissant des coquilles creuses ou en comparant deux matériaux différents.

Les points suivants requièrent une vigilance particulière :

- En sciences, une appréciation qualitative ne suffit pas. Constaté que le cratère est plus grand quand on lâche la bille de plus haut est une première approche qui peut confirmer qu'on est sur la bonne piste. Elle n'a cependant de valeur scientifique que si elle est traduite en mesure quantitative de taille et de hauteur de lâcher. De même, la masse et le diamètre des billes utilisées doivent être précisés.
- Les expériences ne doivent faire varier qu'un seul paramètre à la fois pour être comparables. Ce n'est pas forcément évident si l'on souhaite comparer des billes de même matériau et de masses différentes, car on fait alors varier à la fois la masse et le diamètre.
- Les élèves ayant choisi d'étudier l'influence de la rapidité de la bille sur la taille du cratère sont rapidement confrontés à l'impossibilité de mesurer la vitesse. Ils sont tentés au début de l'expérience de la lancer plus ou moins fort. Une discussion avec eux pointant la nécessité de procéder à des mesures reproductibles les amène à réaliser que ce n'est pas le bon choix. L'idée de lâcher la bille de hauteurs différentes vient naturellement, car le gain de vitesse en fonction de l'altitude initiale est assez intuitif.
- Pour s'assurer que les expériences sont reproductibles, chaque mesure devrait être répétée plusieurs fois (3 par exemple). Cependant en 6e on peut laisser faire les élèves à leur idée et discuter lors de la mise en commun que pour bien faire on aurait dû répéter plusieurs fois chaque mesure.
- Selon le matériau utilisé pour le sol, on met en jeu des mécanismes différents. La semoule va favoriser les processus d'éjection de matière (on constate d'ailleurs rapidement qu'on en a mis partout) alors que la pâte à modeler, la glaise et la farine mettent plutôt en jeu des processus de déformation.

Etape 3: Réalisation des comptes rendus d'expériences (optionnel - 15 à 30 min selon la modalité choisie)

Une fois les expériences terminées, les élèves rendent compte de leurs résultats. Cela peut prendre la forme d'un compte rendu individuel écrit, d'une affiche collective présentée oralement au reste de la classe, d'un diaporama, d'une vidéo commentée (prévoir une heure dans ce cas)...

est de 3cm. Nous nous sommes rendus compte très vite que plus la météorite va vite plus le trou sera profond. Et plus la météorite est grosse plus le trou sera gros.

Nous pensions que c'était de la semoule. Nous avons pris de la farine et de petite bille (légère et lourde). La bille légère ça a fait 10 cm à 1m est il ne s'est rien passé. Avec la bille lourde ça a fait dans la semoule à fait un cratère plutôt réalisé dont vous avez la photo avec votre Ipad.

Les élèves décrivent leurs expériences et reviennent sur leurs hypothèses.

Séance 3 – Mise en commun des résultats et conclusion

Résumé	Les élèves présentent leurs résultats, le professeur fait émerger des échanges les informations à retenir sur l'énergie et éclaircit la définition du concept d'énergie potentielle de pesanteur..
Matériel	<ul style="list-style-type: none">• De quoi projeter si les élèves réalisent des diaporama.• De quoi nettoyer la salle (balai, aspirateur).

Etape 4: Mise en commun des résultats et conclusion (environ 40min)

Lors de la mise en commun, chaque groupe désigne un rapporteur qui vient présenter oralement l'hypothèse, le protocole, les résultats obtenus et la conclusion que les élèves en ont tiré. Il fait également le point sur les difficultés rencontrées et les solutions apportées.

L'enseignant fait la synthèse des échanges entre les élèves et engage une discussion collective pour les amener à faire ressortir des différentes expérimentations qui ont été menées les paramètres importants et les principales précautions de méthodologie (cf. points de vigilance de l'étape 2). En conclusion, il revient sur les éléments importants qui ont été mis en lumière lors de la séquence. Ceux-ci sont notés dans le cahier de sciences :

- Sur la démarche expérimentale: pour qu'une expérience soit concluante, elle doit être reproductible (donner le même résultat si elle est répétée plusieurs fois) et ne faire varier qu'un seul paramètre (mesures à masse constante ou hauteur constante)
- Sur les connaissances scientifiques mises en jeu: la taille des cratères dépend de l'énergie de l'objet qui tombe sur le sol. L'objet possède une énergie potentielle de pesanteur qui dépend de sa hauteur et de sa masse. Plus la hauteur initiale de l'objet est grande et plus son énergie potentielle de pesanteur est importante. De plus, plus l'objet est lourd et plus son énergie potentielle est grande également. Enfin, lors de sa chute l'objet acquiert une vitesse de plus en plus importante. Il possède ainsi une énergie cinétique liée à son mouvement, qui est d'autant plus grande que sa masse et sa vitesse sont grandes.

Note: ces expériences font des projections de « sol lunaire » un peu partout ! Il faut penser à prévoir un temps de rangement de la salle, si possible avec pelle, balayette et aspirateur (que l'on peut trouver en salle de technologie)

Séance 4 - Réinvestissement (optionnel)

Résumé	Les élèves réinvestissent les connaissances acquises sur l'énergie potentielle pour répondre à un défi lancé par l'enseignant: former deux cratères de taille identique avec des billes de masses différentes.
Objectif	Réinvestir les connaissances déjà travaillées précédemment, ainsi que la construction des protocoles.
Matériel	<p>Pour un groupe :</p> <ul style="list-style-type: none">• Entre un et deux paquets de semoule (prévoir environ 8 paquets pour 5 groupes) de 1 kg• 1 bassine ou saladier (diamètre intérieur entre 20 et 25 cm, ne pas prendre de contenant trop grand sinon la couche de semoule ne sera pas assez épaisse et les billes toucheront le fond)• Couples de billes en verre de masses différentes• Pour mesurer le diamètre des cratères et/ou la hauteur de lâcher: compas, règle, mètre ruban• 1 balance (pour peser les billes) <p>Prévoir pour le rangement des entonnoirs pour remettre la semoule dans les paquets, et pour nettoyer le sol pelle, balayette, aspirateur...</p>

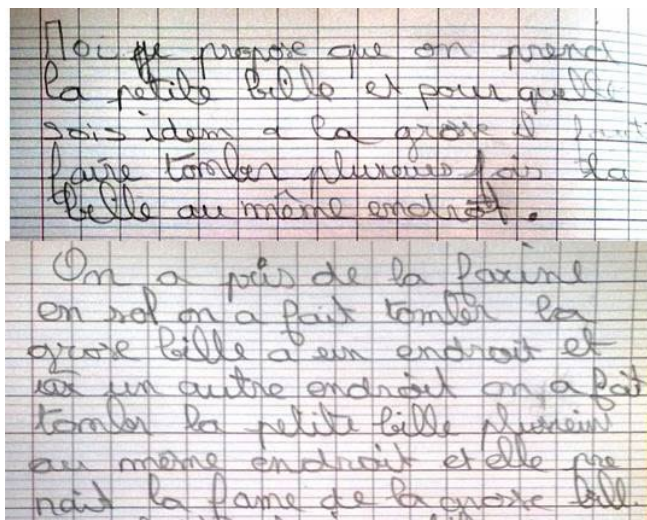
Réinvestissement: produire deux cratères de même taille avec deux billes de masse différente (optionnel - 1h10)

Cette activité est utilisable comme réinvestissement de la séquence, ou en relance à placer entre les étapes 2 et 3.

L'enseignant propose à chaque groupe deux billes de masses différentes et de même matériau (par exemple bille et calot en verre). Il demande aux élèves de produire deux cratères de même diamètre avec ces deux objets. Chaque groupe doit décrire par écrit le protocole proposé puis le mettre en œuvre et rédiger ses conclusions.

Note pédagogique

Idéalement, proposer des billes dont les masses sont liées par un facteur de proportionnalité assez évident à trouver.



Ces élèves ont fixé la hauteur initiale de la bille la plus lourde et ont multiplié les tentatives avec la bille la plus légère jusqu'à obtenir un cratère de taille comparable. Ce groupe a effectué des lâchés répétés de la bille la plus légère au même endroit, en gardant la hauteur initiale constante. Ils ont ainsi agrandi progressivement le cratère jusqu'à ce qu'il atteigne une taille équivalente à celui formé par la bille la plus lourde, qu'ils avaient conservé à côté comme référence. Chaque groupe présente à la classe son protocole et ses résultats. Lors de cette mise en commun, l'enseignant reste attentif à la propreté des protocoles. Les élèves ont spontanément l'idée qu'il faut lâcher la bille la plus lourde d'une hauteur plus faible que la bille la plus légère. Le professeur incite les élèves à comparer les masses des billes et les hauteurs qu'ils ont déterminées, les amenant à réaliser l'existence d'un lien de proportionnalité : une bille trois fois plus lourde devra être lâchée d'une hauteur trois fois plus faible.

Note pédagogique

Il n'est pas question ici d'amener les élèves à l'expression littérale de l'énergie potentielle de position. Cependant cette activité constitue un pas supplémentaire vers sa construction.

Séance 5 - Prolongements possibles

Résumé : Cette partie présente des suggestions de prolongements

Prolongement : des cratères sur Terre ?

Cette séquence s'ouvre assez naturellement sur la thématique des paysages terrestres. Si la Lune est à ce point criblée de cratères, pourquoi n'est ce pas le cas sur Terre ? Est-ce qu'il y a aussi des chutes de météorites sur le sol terrestre ? Y a-t-il des cratères terrestres ?

L'enseignant recueille les hypothèses émises par les élèves puis leur propose de faire une recherche documentaire pour vérifier.

Le Planetary and Space Science Centre du Canada propose un site (en anglais) répertoriant 188 cratères d'impact confirmés dans le monde. Il comporte notamment une carte avec les emplacements des divers cratères terrestres, chaque cratère étant présenté par une petite fiche descriptive, comme par exemple celui de Rochechouart.

Cette activité peut prendre la forme d'une recherche sur internet: chaque élève cherche un cratère de météorite terrestre et rédige une fiche comportant une photo du cratère en question, sa localisation et ses dimensions. En classe entière, l'enseignant demande aux élèves pourquoi à leur avis les cratères terrestres sont quasiment invisibles, à la différence des cratères lunaires.

Suggestions

Cette activité permet d'enchaîner avec des séquences sur les mécanismes de l'érosion :

- En chimie : mélanges, solutions, dissolution.
- En SVT : composantes géologiques d'un paysage et activité externe de la Terre.

Auteurs

Katia ALLEGRAUD, Frédéric PÉREZ, Fatima RAHMOUN

Date de publication

Novembre 2016

Licence

Ce document a été publié par la Fondation *La main à la pâte* sous la licence Creative Commons suivante : Attribution + Pas d'Utilisation Commerciale + Partage dans les mêmes conditions.



Le titulaire des droits autorise l'exploitation de l'œuvre originale à des fins non commerciales, ainsi que la création d'œuvres dérivées, à condition qu'elles soient distribuées sous une licence identique à celle qui régit l'œuvre originale.

Fondation *La main à la pâte*

43 rue de Rennes
75 006 Paris
01 85 08 71 79
contact@fondation-lamap.org

Site : www.fondation-lamap.org

 FONDATION
La main à la pâte
POUR L'ÉDUCATION À LA SCIENCE