

Appréhension expérimentale du concept d'énergie -

Cratères et météorites

Fiches à destination des élèves

Cycles 3 & 4

Pour mener la séquence « Cratères et météorites », nous mettons à votre disposition deux fiches (fiche consignes et fiche correction) qui s'adressent directement aux élèves.

Ces fiches ont été produites dans le cadre de la continuité pédagogique de 2020, afin d'aider les professeurs à enseigner les sciences lors du premier confinement. Dans ce contexte, la situation de départ correspond à la nécessité de proposer des activités que les élèves peuvent réaliser de manière autonome.

- Toutes les informations nécessaires au bon déroulement des activités figurent dans les deux fiches.
- Elles vous permettent d'envisager votre enseignement de manière plus flexible, par exemple en choisissant :
 - de laisser une partie de la classe travailler en autonomie pendant que vous accompagnez un groupe d'élèves bien déterminé ;
 - de demander aux élèves de réaliser une partie du travail de réflexion et de recherche à la maison, en sollicitant la participation des parents ou en autonomie ;
 - d'utiliser les fiches lors de moments entièrement à distance, comme dans le cadre d'une continuité pédagogique imposée.
- Elles ont pour but de faciliter la préparation de vos séances. La fiche consignes peut figurer, comme trace écrite, dans le cahier de sciences de chaque élève, ainsi que l'intégralité de la fiche correction ou les quelques phrases que vous choisirez d'en extraire.
- Bien évidemment, vous êtes libres d'adapter les fiches proposées en les segmentant par exemple, pour qu'elles correspondent bien à la progression que vous envisagez et au niveau de vos élèves.

Appréhension expérimentale du concept d'énergie - Cratères et météorites Fiche consignes

Cycles 3 & 4

Au cours de ces activités :

- Tu vas mettre en œuvre un protocole expérimental. Il te permettra de découvrir les paramètres dont dépend le diamètre d'un cratère, obtenu en lâchant une bille dans de la semoule.
- Tu découvriras ensuite la notion d'énergie, et la manière dont l'énergie de la bille et le diamètre du cratère sont liés.

Défi n° 1 : Réaliser un cratère de même diamètre avec deux billes différentes

Regarde la vidéo suivante, qui explique le défi à réaliser :

- [Lien vidéo](#)

Réponds à la question suivante : **« Penses-tu qu'il soit possible d'obtenir des cratères de même diamètre en utilisant deux billes différentes ? Si oui, comment ? »**

Pour vérifier ton hypothèse, réunis le matériel suivant :

- Une bassine ou un saladier.
- 2 kg de semoule (grains moyens si possible). Si tu n'en disposes pas, tu peux également utiliser du sable ou de la farine.
- Deux billes de même matière (en verre de préférence), mais de masse et de diamètre différents. Si tu n'en possèdes pas, tu peux utiliser de la pâte à modeler, par exemple.
- Un compas.
- Un double décimètre.

Expérimente en faisant différents essais pour répondre à la question.

Aide expérimentale :

- *N'hésite pas à refaire plusieurs fois les mêmes expérimentations (les mêmes lâchers de billes) pour vérifier que tes résultats sont cohérents (qu'ils se répètent en étant très proches, si tu effectues des mesures).*
- *Observe bien ce qu'il se passe lorsque la bille entre en contact avec la semoule. Tu peux noter tes observations. Tu peux également filmer ce moment pour prendre le temps de l'observer ensuite, et même ralentir la vidéo pour mettre en évidence des phénomènes qui se dérouleraient très rapidement et que tu ne percevrais pas. Toutes ces observations t'aideront à mieux comprendre les interactions entre la bille et la semoule. Pour savoir pourquoi il est très important d'observer en science, tu peux te reporter au premier point du défi n° 3.*
- *Bien centrer les lâchers de billes par rapport au bord de la bassine (ou du saladier). En effet, si la bille atterrit trop près du bord, le cratère est tronqué (il ne se forme pas entièrement, il est déformé) et ta mesure de diamètre sera donc faussée : on appelle cela des effets de bord.*

- Ne pas donner d'impulsion initiale à la bille. Il faut juste la lâcher. En effet, si tu donnes une impulsion à la bille, tu lui donnes une certaine vitesse au départ, mais tu n'es jamais sûr de lui donner exactement la même vitesse, car tu n'as pas la possibilité de mesurer cette vitesse au départ.
- Tu remarqueras que les bords des cratères réalisés présentent un bourrelet. Pour mesurer le diamètre d'un cratère :
 - Il faut effectuer la mesure en laissant la bille dans la semoule. En effet, essaie de l'enlever et tu constateras que tu modifies alors le cratère, car une partie des grains de semoule s'effondrent. Cela fausse la mesure.
 - Nous conseillons d'utiliser un compas pour la mesure ; il permet de laisser la bille en place. Il suffit de bien conserver l'écartement, qui correspond au diamètre mesuré, et de mesurer cet écartement à l'aide d'un double décimètre.
- Il est préférable de choisir deux sommets de bourrelets et de procéder ainsi pour chaque mesure de diamètre (ne pas changer la méthode de mesure).

Réponds ensuite à la question, en explicitant ta méthode (ce que tu as fait). N'oublie pas d'être le plus scientifique possible :

- isole les paramètres que tu as fait varier au cours de ton expérience ;
- appuie-toi sur les mesures de diamètre que tu as réalisées.

Deux nouvelles consignes pour compléter tes observations expérimentales :

- Prends une des billes et lâche-la à différentes hauteurs. À chaque lâcher, prends le temps d'observer et mesure le diamètre du cratère obtenu. Que remarques-tu en ce qui concerne le diamètre des cratères ?
 - Reproduis les lâchers avec la seconde bille et vérifie que tes observations sont les mêmes.
- Choisis une hauteur et lâche les deux billes, chacune à leur tour, à cette même hauteur. Que remarques-tu en ce qui concerne le diamètre des cratères ?
 - Choisis deux nouvelles hauteurs et reproduis les lâchers pour vérifier tes premières observations.

Défi n° 2 : Parlons d'énergie

Introduction du concept d'énergie :

Lorsque tu lâches différentes billes dans la semoule, tu obtiens des cratères de diamètre plus ou moins grand. La dimension du cratère dépend de l'énergie que possède la bille lâchée. Au cours des défis suivants, nous allons utiliser cette notion d'énergie dans différentes situations.

Consigne 1 :

- Place une bille à environ 20 cm de la surface de la semoule. Que peux-tu faire pour augmenter l'énergie que possède la bille ?
- Donne ta réponse.
- Vérifie par l'expérience que ta réponse est correcte.
- Explique ce que tu as fait pour vérifier ta réponse (ce qui te montre que tu as bien augmenté l'énergie de la bille).

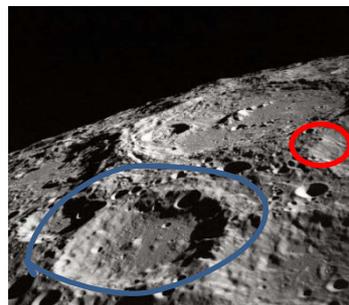
Aide expérimentale : n'oublie pas les aides données lors du défi n° 1 et que tu dois lâcher la bille, et non la lancer (tu ne peux pas lui donner d'impulsion au départ).

Consigne 2 :

- Place à nouveau une bille à environ 20 cm de la surface de la semoule.
- Sachant que tu n'as plus le droit de faire varier la hauteur de lâcher, que peux-tu faire pour obtenir plus d'énergie à l'impact (moment où la bille entre en contact avec la semoule) ?
- Donne ta réponse.
- Vérifie par l'expérience que ta réponse est correcte.
- Explique ce que tu as fait pour vérifier ta réponse (ce qui te montre que tu as bien augmenté l'énergie de la bille).

Défi n° 3 : Des cratères sur la Lune

- Observe attentivement l'ensemble des cratères sur la photo du sol lunaire. Note tes observations et les questions que tu te poses éventuellement, même si ces observations et ces questions ne sont pas directement liées à la thématique de l'énergie. En effet, cette compétence, l'observation, est cruciale dans la démarche scientifique. Elle est souvent la base d'un questionnement et constitue également un premier relevé de données qui peut servir à des investigations futures. N'hésite donc pas à être le plus précis possible dans la description de ce que tu vois.
- Observe ensuite les deux cratères délimités par un trait rouge et bleu sur la photo de droite.
- Détermine le cratère (bleu ou rouge) pour lequel l'énergie a été plus grande à l'impact de la météorite. Justifie ta réponse.



Retour au défi n° 1 :

Revenons à la situation du défi n° 1 : *Réaliser un cratère de même diamètre avec deux billes différentes.* Tu as découvert que l'on pouvait réaliser un cratère de même diamètre avec deux billes différentes en adaptant la hauteur de lâcher des deux billes.

- Mais que peux-tu dire sur l'énergie que possède chacune des deux billes au moment de l'impact ?
- Si tu repenses à cette première expérimentation, ainsi qu'aux autres défis, quel paramètre mesuré te permet de répondre ?

Conclusion

À partir de ces différents défis, peux-tu dire de quels paramètres dépend l'énergie d'une bille lâchée dans de la semoule ?

Appréhension expérimentale du concept d'énergie - Cratères et météorites

Fiche correction

Cycles 3 & 4

Défi n° 1 : Réaliser un cratère de même diamètre avec deux billes différentes

Observation réalisée lors de l'expérimentation :

- Voici deux photos te permettant de repérer la forme des cratères, et notamment le bourrelet formé à leur extrémité : le cratère est de forme circulaire et légèrement relevé sur ses bords.



Impact de la bille de verre dans la semoule :

Visionne la vidéo ralentie d'une bille de verre chutant dans la semoule. Tu remarqueras que la bille s'enfonce pour partie dans la semoule et que des grains de semoule sont projetés dans les airs pour retomber, pour la plupart d'entre eux, hors du cratère généré par la bille.

- [Lien vidéo](#)

Impact d'une bille en acier dans la semoule.

- [Lien vidéo](#)

Tu remarqueras que la bille, cette fois, est entièrement recouverte par la semoule. Ce qui veut dire que l'interaction avec la semoule est différente selon qu'on lâche une bille en acier ou une bille en verre. Voilà pourquoi il est important de ne pas changer la nature de la bille (la matière), car sinon on fait varier un paramètre de trop et on n'est plus sûr de pouvoir comparer les mesures réalisées.

« Penses-tu qu'il soit possible d'obtenir des cratères de même diamètre en utilisant deux billes différentes ? »

La réponse est oui. Pour cela, il suffit de choisir des hauteurs différentes, sachant que la bille la plus « grosse » (de masse et de diamètre plus grands) sera lâchée à une hauteur plus petite que la bille la moins « grosse » (de masse et de diamètre plus petits).

Si on lâche la même bille à des hauteurs différentes, on se rend compte que le diamètre du cratère est plus grand à mesure que la hauteur augmente. On peut faire l'expérience avec n'importe quelle bille et obtenir le même résultat.

Si on lâche les deux billes à la même hauteur, on se rend compte que le diamètre obtenu est différent : il est plus grand pour la bille possédant une masse et un diamètre plus importants.

À ce stade du défi, on est certain que la hauteur de lâcher influence le diamètre du cratère. On sait également qu'un autre paramètre est déterminant : « la grosseur » de la bille. Mais lorsque l'on parle de « grosseur », on ne sait pas s'il s'agit de sa masse ou de son diamètre.

Pour départager ces deux paramètres (masse et diamètre de la bille), on pourrait prendre deux billes de même masse, mais de diamètre différent, et les lâcher à la même hauteur. Ce qui fonctionne assez bien avec une bille en verre et une bille en pâte à modeler. Tu constaterais alors que c'est la masse qui est déterminante, car dans ce cas, les deux diamètres de cratères seraient identiques.

Mais en pratiquant de la sorte, on fait varier la nature de la bille, ce qui n'est pas conseillé en science : il ne faut faire varier qu'un seul paramètre à la fois. Tu as d'ailleurs bien vu qu'en fonction de la nature de la bille (verre ou acier), les interactions avec la semoule différaient.

On peut également faire appel aux mathématiques pour départager la masse et le diamètre de la bille :

- Lorsque l'on effectue des mesures avec différents couples de billes, on s'aperçoit également qu'il existe un rapport mathématique entre les trois paramètres : hauteur de lâcher, masse de la bille et diamètre du cratère. En effet, si on considère une bille de 20 g et une bille de 60 g, la masse de la seconde bille est trois fois plus grande que la masse de la première bille. Si on décide de lâcher la bille de 60 g à 10 cm de hauteur, il faudra tripler cette hauteur pour lâcher la bille de 20 g et obtenir ainsi deux cratères de même diamètre. Ne nous crois pas sur parole : dès que tu auras l'occasion de vérifier cela avec des outils de mesure appropriés, n'hésite pas à réaliser ces expériences avec différents couples de billes et différentes hauteurs.
- Ce rapport mathématique ne fonctionne pas avec le diamètre de la bille.

On peut donc retenir que les deux paramètres influençant le diamètre du cratère sont la hauteur de lâcher et la masse de la bille.

Pour avoir des éléments de réponse concernant l'ensemble des défis

Visionne la vidéo tournée dans une classe de 6^e et lis ensuite les éléments de réponse ci-dessous :

- [Lien vidéo](#)

Défi n° 2 : Parlons d'énergie

Consigne 1 :

Place une bille à environ 20 cm de la surface de la semoule. Que peux-tu faire pour augmenter l'énergie que possède la bille ?

Il suffit d'augmenter la hauteur de lâcher de la bille.

Ce qui montre que l'énergie est plus importante à l'impact, c'est le diamètre du cratère qui est alors plus grand. Pour être le plus scientifique possible, il faut mesurer le diamètre obtenu pour un lâcher de 20 cm et également pour la seconde hauteur choisie.

En conclusion : pour une même bille (on ne change pas la masse de la bille), l'énergie de la bille est plus grande si sa hauteur de lâcher augmente. Plus la bille possède d'énergie, plus le diamètre du cratère obtenu est grand.

Consigne 2 :

Place à nouveau une bille à environ 20 cm de la surface de la semoule. Sachant que tu n'as plus le droit de faire varier la hauteur de lâcher, que peux-tu faire pour obtenir plus d'énergie à l'impact (moment où la bille entre en contact avec la semoule) ?

La réponse n'est pas évidente :

- Soit tu donnes une impulsion à la bille, c'est-à-dire que tu lui donnes une vitesse au départ. Mais dans les conditions expérimentales, il est difficile d'être sûr de la hauteur à laquelle tu lâches la bille.
- Soit, ne pouvant faire varier la hauteur, il te faut changer de bille pour en prendre une plus massive.

En conclusion : à hauteur égale, c'est la bille qui a la masse la plus élevée (bille la plus lourde) qui possède le plus d'énergie. Dans ce cas, plus la bille est massive (plus la bille est lourde), plus elle possède d'énergie, plus le diamètre du cratère est grand.

Défi n° 3 : Des cratères sur la Lune

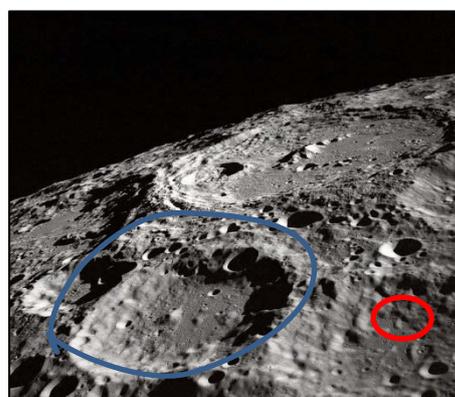
Tous les cratères présentés sont circulaires. Pourtant, les météorites ont des formes très variées qui sont rarement des sphères parfaites. Regarde sur Internet pour en être persuadé. Voilà alors une bonne question à résoudre pour toi dans le futur.

Les cratères présentent des diamètres très différents.

On peut remarquer des zones d'ombre et de lumière. Tu peux remarquer également que les bords des cratères les plus grands possèdent des bourrelets, comme pour les cratères réalisés dans la semoule. Ceci est dû au fait que sur la Lune, le sol est recouvert de régolite : une espèce de poussière de roche due aux bombardements de météorites subis par la Lune. La semoule reproduit bien les effets du régolite avec les billes.

Les petits cratères ont l'air de posséder des bords plus nets.

Dans les défis que tu as relevés, tu as pu découvrir que le diamètre du cratère était directement lié à l'énergie de la météorite. Le cratère le plus grand (bleu) a été causé par un impact de plus grande énergie que le cratère « rouge ».



Retour au défi n° 1 : Réaliser un cratère de même diamètre avec deux billes différentes

Si le diamètre des cratères obtenus est le même, cela signifie que les deux billes possèdent la même énergie (au départ et à l'impact).

En conclusion : on peut donc obtenir une énergie identique avec une bille de masse plus petite si sa hauteur de lâcher est plus grande que celle de la bille de plus grande masse (voir les réponses du défi n° 1).

Conclusion

L'énergie d'une bille lâchée dans de la semoule dépend de sa masse et de sa hauteur de lâcher. Le diamètre du cratère obtenu dépend de cette énergie.