

Mesure de la vitesse d'impact

Physique/Énergie

Défi scientifique : Chute de météorites (1/2)

Collège

Durée du défi	55 minutes
Matériel	Par groupe d'élèves : • un téléphone ou une tablette avec l'application FizziQ ; • une règle ou un mètre ; • des billes de masses différentes (ou des petits objets de masses différentes) ; • de la pâte à modeler ; • une balance ; • deux paquets de semoule de 1 kg ; • une bassine ou un saladier (de préférence avec un diamètre compris entre 20 et 25 cm) ; • (facultatif) un pied à coulisse pour mesurer le diamètre des billes ; • (facultatif) un support de laboratoire et une équerre. Pour le rangement : prévoir des entonnoirs pour remettre la semoule dans les paquets, ainsi qu'une pelle, une balayette, un aspirateur... pour nettoyer le sol.
Phénomènes ou notions approchés	- Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations et mettre en œuvre des démarches propres aux sciences (modélisation de la chute d'une météorite). - Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte (vitesse). - Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie.
Lexique	Chute, mouvement rectiligne accéléré, vitesse, énergie potentielle, énergie cinétique, analyse de graphiques

Positionnement du défi

Ce défi peut s'insérer dans la séquence d'activités « [Cratères et météorites, question d'énergie !](#) » (ou « [Cratères et météorites](#) ») qui permet d'introduire de façon expérimentale le concept d'énergie dès la sixième et dont vous retrouverez l'intégralité sur le site de la Fondation *La main à la pâte*.

Les élèves émettent des hypothèses, puis réalisent des expériences pour comprendre l'origine des différentes tailles de cratères observés sur des photos du sol lunaire.

Deux défis ont été imaginés pour accompagner cette séquence d'activités, l'un à la suite de l'autre ou en parallèle :

- le défi « Chute de météorites : Mesure de la vitesse d'impact », qui traite de la modélisation de la chute d'une météorite et des paramètres faisant varier la vitesse d'impact ;
- le défi « Chute de météorites : Mesure du séisme à l'impact », qui interroge sur les ondes sismiques créées au moment de l'impact de la météorite.

Chacun de ces défis peut aussi être mené indépendamment de la séquence « Cratères et météorites, question d'énergie ! ».

Défi lancé aux élèves



Cratère Barringer (Arizona, USA)



Cratère lunaire Webb

En observant des photos de cratères, deux amis se disent que la vitesse d'une météorite, quand elle touche le sol, a une influence sur la taille des cratères ; mais ils s'interrogent sur les paramètres qui font varier la vitesse d'impact. Leur professeur leur propose de modéliser la météorite par la chute d'une bille et leur demande comment faire pour qu'elle atteigne la plus grande vitesse d'impact possible :

- Adam, qui pense que la vitesse d'impact dépend de la masse de la météorite, propose de prendre la bille la plus lourde ;
- Cécilia pense pour sa part que la vitesse d'impact dépend de la hauteur de chute et propose de lâcher la bille de plus en plus haut pour que sa vitesse augmente.

À l'aide de l'application FizziQ, peux-tu aider ces amis (l'un ou l'autre, dans un premier temps) à trouver des arguments scientifiques pour confirmer leurs hypothèses ?

Après avoir choisi une hypothèse, tu imagineras un protocole à mettre en œuvre avec ton groupe et tu réaliseras les tests après validation par ton professeur. Bonnes recherches !

Réalisation du défi

Avant de répondre au défi

L'enseignant précise qu'on ne peut pas reproduire des impacts météoritiques et que l'on va donc devoir modéliser le phénomène. Il présente le matériel disponible pour faire émerger une proposition de modélisation : on peut utiliser la semoule pour représenter le sol et les météorites seront modélisées par des billes de différentes masses. Elles seront lâchées dans la semoule, sans vitesse initiale, c'est-à-dire

sans les lancer ou leur donner une impulsion initiale, et la chute sera filmée, puis analysée grâce à l'application FizziQ. L'enseignant veillera à bien préciser dès le début qu'il s'agit d'une modélisation, et donc que certains paramètres sont fixés pour simplifier la situation.

Notes pédagogiques :

- Jusqu'en sixième, la différence entre poids et masse n'est pas du tout évidente pour les élèves : l'enseignant pourra leur signaler que ce n'est pas exactement équivalent et qu'ils préciseront ces notions les années suivantes. Il pourra indiquer que le poids est ce qui fait qu'on sent que les objets sont attirés vers le bas. À noter que ce que nous expérimentons au quotidien de la masse des objets, c'est en fait... leur poids : à aucun moment, nous n'avons accès directement à leur masse !
- Si vous ne pouvez pas vous procurer des billes de masses différentes, vous pouvez aussi, en amont de la séance, fabriquer des boules à l'aide de petits objets que vous entourerez de pâte à modeler (exemple ci-dessous) ou en remplissant des coquilles creuses.



Pour modéliser les météorites, ces deux boules ont été fabriquées en recouvrant le cube en acier et la bille en verre rouge de pâte à modeler.

L'enseignant peut expliquer (ou rappeler) que l'analyse vidéo d'un mouvement (ici, celui de la chute de la météorite) permet la mesure de la vitesse de l'objet au cours du temps et le calcul d'énergie (cinétique notamment).

Notes scientifiques :

- Une vidéo est une succession d'images qui se suivent avec un intervalle de temps régulier. Lorsqu'on analyse la vidéo d'un objet en mouvement, on décompose le mouvement image par image et on repère la position de l'objet sur chacune. L'image qui en résulte représente la trajectoire de l'objet.
- La vitesse moyenne de l'objet mobile entre deux positions est le rapport de la distance parcourue et de la durée nécessaire pour la parcourir : $V = \frac{d}{t}$ avec d (m), t (s) et V (m/s). Lorsque les distances parcourues pendant une même durée sont égales, le mouvement est uniforme ; dans ce cas, la vitesse est constante. Lorsque les distances parcourues pendant une même durée sont de plus en plus petites, le mouvement est accéléré ; dans ce cas, la vitesse augmente.

Note pédagogique :

- Il peut être intéressant de traiter cette séquence en fin d'année (par exemple en troisième), après avoir introduit les notions de mouvement et de vitesse, ainsi que l'analyse de chronophotographies et de vidéos (voir notes scientifiques ci-dessous). L'application FizziQ peut être utilisée pour faire des analyses de mouvement, et plusieurs ressources faisant usage de cet outil dans cette optique sont disponibles sur le site de la Fondation *La main à la pâte*. Vous pouvez en particulier consulter les défis « [Chronophotographie](#) » et « [Analyse vidéo d'un mouvement](#) ».

Vous pouvez laisser une dizaine de minutes aux élèves pour qu'ils explorent l'application, et en particulier l'outil « Étude cinématique » pour l'analyse vidéo, individuellement ou en groupe, selon le nombre de

téléphones ou de tablettes à disposition. Une fiche en annexe de cette ressource peut être distribuée si les élèves ne sont pas déjà familiers avec l'utilisation de l'application.

Points de vigilance :

- Veillez à choisir un saladier ou une bassine avec un diamètre qui permette d'avoir une couche suffisante de semoule et également d'éviter les effets de bord. Si le contenant est trop grand, la couche de semoule ne sera pas assez épaisse et les billes toucheront le fond. Prévoir, par exemple, entre un et deux paquets de semoule (grain moyen) de 1 kg pour une bassine ou un saladier d'un diamètre intérieur de 20 à 25 cm (voir photo ci-contre).
- Veillez à fixer le point d'observation, c'est-à-dire la position du smartphone qui filme le mouvement, dans l'idéal au milieu de la chute pour éviter les effets de perspective. La trajectoire ne changera pas, mais des petites variations peuvent être observées selon l'angle de vue de la chute, à cause de conditions de pointage différentes.
- Attention, il est nécessaire qu'une échelle soit bien visible sur la vidéo ou qu'il y ait suffisamment d'indications pour permettre de désigner un repère, par exemple une dimension connue d'un objet visible sur la vidéo (voir photo ci-contre).
- Au moment de réaliser le pointage du mouvement, il faut indiquer l'intervalle de temps (noté ΔT dans l'application) entre deux images consécutives : cette donnée est directement extraite de la vidéo par l'application FizziQ (en particulier si la vidéo a été réalisée par le même téléphone que celui utilisé pour l'analyse). La valeur de ΔT peut néanmoins être ajustée manuellement, si l'on veut sauter une image sur deux par exemple (en prenant dans ce cas un ΔT deux fois plus grand).
- Pour s'assurer que les expériences sont reproductibles, les mesures doivent être répétées plusieurs fois. Si cela n'a pas été fait de façon spontanée par les élèves, il sera important de rappeler, lors de la mise en commun, que pour valider une hypothèse rigoureusement, on aurait dû faire plusieurs fois chaque mesure.



Un saladier transparent de 20 cm de diamètre est rempli de semoule (sur une épaisseur d'environ 5 cm) et une règle de 1 m est placée derrière le saladier, de façon à ce que le trait du 0 corresponde à la surface.

Exemples de mesures

L'enseignant invite les élèves à imaginer une expérience pour tester l'hypothèse d'Adam ou de Cécilia en filmant la chute d'une météorite dans la bassine remplie de semoule, puis en analysant les vidéos à l'aide de l'outil « Étude cinématique » de FizziQ. Il leur rappelle l'importance de documenter les étapes de leur démarche et la possibilité d'ajouter des photos dans le cahier d'expériences qu'ils peuvent créer dans l'application FizziQ (par exemple, une photo du dispositif expérimental).

Des billes de masses et de diamètres différents, ainsi que de la pâte à modeler sont mises à la disposition des élèves pour modéliser des météorites.

Notes scientifiques :

- Les expériences ne doivent faire varier qu'un seul paramètre à la fois pour être comparables. Ce n'est pas évident si l'on souhaite comparer des billes de même matériau et de masses différentes. En effet, une des propriétés caractéristiques d'un matériau, qui permet de l'identifier, est sa masse volumique : c'est une valeur constante pour une matière donnée, qui correspond au rapport entre la masse et le volume d'une substance.

- Puisque la masse volumique d'un matériau est constante, si la masse d'une bille augmente, alors son volume (et donc son diamètre) aussi. Ainsi, si l'on veut pouvoir travailler à diamètre constant, il est nécessaire ici d'expérimenter avec deux billes de natures différentes du point de vue de leur matériau (dans notre exemple ci-dessus : deux boules de pâte à modeler renfermant des cœurs différents). En voulant stabiliser un paramètre, on en fait varier un autre, dont on ignore l'impact sur l'expérience !

Notes pédagogiques :

- Dans le cadre de cette activité, la nature du matériau n'aura pas d'influence notable sur la vitesse lors de la chute, même si certains matériaux peuvent s'avérer plus sensibles aux frottements de l'air (par exemple, une boule de papier froissée). Il sera préférable d'utiliser des matériaux solides rigides (bois, verre, métal, pâte à modeler...). On peut laisser les élèves comparer des matériaux différents, même s'il faut bien avoir en tête, en tant qu'adulte, que ce n'est pas la façon la plus rigoureuse d'aborder le problème.
Ce point est abordé de façon plus détaillée dans la ressource « [Cratères et météorites](#) », qui propose de tester des paramètres influençant la taille des cratères formés par la chute d'une bille : rien ne dit a priori que les cratères se forment de la même façon avec des billes dont les matériaux sont de natures différentes.
- Concernant l'hypothèse d'Adam (« la vitesse d'impact dépend de la masse de la météorite ») et la modélisation d'un protocole à l'aide de billes ou de boules, deux choix possibles s'offrent aux élèves (voir tableau ci-dessous). Les deux protocoles, après relevé de vitesses, montreront que la vitesse d'impact ne dépend pas de la masse de l'impacteur.

Lors de la rédaction des protocoles, les élèves ont du mal à isoler un seul paramètre. Le professeur pourra les relancer sur le choix des paramètres à tester, afin qu'ils prennent conscience de la nécessité de n'en isoler qu'un seul. Pour cela, il peut par exemple leur faire remarquer qu'il a choisi une forme unique pour toutes les météorites (à savoir une boule) et leur demander ensuite de lister les autres paramètres qui pourraient varier lors de l'expérience : la masse de la météorite, son diamètre, la hauteur à laquelle on la lâche, la vitesse initiale...

Notes pédagogiques :

- Il est important de discuter de ces différents paramètres avec les élèves. En particulier, concernant la notion de vitesse initiale, l'enseignant peut les interroger sur l'action à faire faire à la bille : ils commencent souvent par employer les termes « lâcher », « jeter » ou « lancer », sans distinction. La pertinence de chacun de ces termes peut faire l'objet d'une discussion à l'issue de laquelle les élèves sont d'accord sur le fait que le lâcher correspond à une vitesse nulle de la bille au départ.
- Les élèves pourront néanmoins vouloir explorer la possibilité de tester différentes vitesses de chute en lançant les billes. Le fait qu'ils ne puissent pas reproduire le même lancer va alors faire l'objet d'un débat au sein du groupe, et ils se rendront rapidement compte que si la bille est lancée ou jetée, il est expérimentalement difficile de reproduire l'expérience en imposant à la bille la même vitesse initiale.

Les élèves conviennent que le lâcher de la bille (donc avec une vitesse initiale nulle) est une condition nécessaire pour avoir des mesures reproductibles et que c'est la seule manière de fixer précisément des hauteurs mesurables.

Un dispositif expérimental peut alors être imaginé de façon à pouvoir « facilement » repérer la position de départ de la bille (voir ci-dessous). Un point d'attention peut être demandé aux élèves quant au point de repère choisi pour le lâcher de la bille, afin de faciliter les comparaisons entre les différentes chutes : ont-ils décidé de mettre le haut, le centre ou le bas de l'objet au niveau de leur repère ?



Exemple de dispositif utilisé pour ce défi : une règle de 1 m est placée derrière le saladier rempli de semoule, et un support de laboratoire et une équerre sont utilisés pour repérer facilement une hauteur donnée. Un smartphone est placé à proximité du saladier afin de réaliser les mesures propres au défi « Cratères et météorites (2/2) : Chute de météorites : Mesure du séisme à l'impact ».

Avant de laisser les élèves réaliser les mesures, l'enseignant pourra aussi leur demander de rassembler les différents paramètres expérimentaux et d'identifier celui qui va varier selon l'hypothèse choisie par le groupe, par exemple sous la forme d'un tableau comme celui-ci :

Hypothèse testée		(Adam) La vitesse d'impact dépend de la masse de la météorite		(Cécilia) La vitesse d'impact dépend de la hauteur de chute
Matériel		Protocole n° 1 : avec des billes composites	Protocole n° 2 : avec des billes en verre (par exemple)	Une bille
Paramètres	Masse	Variable	Variable	Fixe
	Diamètre de la bille	Fixe	Variable	Fixe
	Nature du matériau (bille)	Variable	Fixe	/
	Hauteur initiale	Fixe	Fixe	Variable
	Vitesse initiale	Fixe (nulle)	Fixe (nulle)	Fixe (nulle)

Hypothèse d'Adam : « La vitesse d'impact dépend de la masse de la météorite »

Dans le cas de cette hypothèse, le paramètre qui va varier d'une mesure à une autre sera la masse de la bille utilisée : tous les autres paramètres (diamètre, hauteur de chute...) devront donc être constants lors d'une série de mesures. Les élèves choisissent des billes (ou des boules préalablement fabriquées à partir de petits objets et de pâte à modeler) de masses différentes.



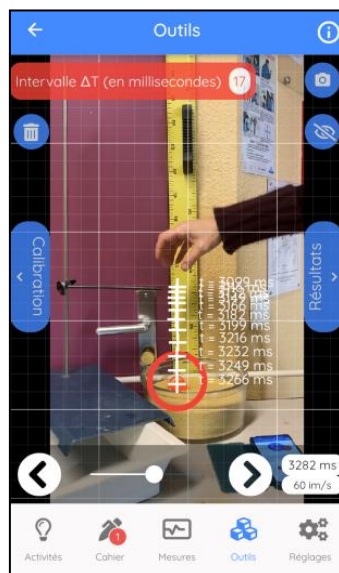
Pour modéliser les météorites, ces deux boules ont été fabriquées en recouvrant le cube en acier et la bille en verre rouge de pâte à modeler (photo à gauche). Les élèves vérifient que les deux boules ont un diamètre similaire grâce à un pied à coulisse (photo au milieu) et ajoutent de la pâte à modeler si nécessaire. Enfin, la masse totale des objets est mesurée à l'aide d'une balance (photo à droite) : environ 28 g pour la première et 65 g pour la seconde.

Après avoir filmé la chute des deux météorites de masses différentes, les élèves peuvent procéder au pointage des vidéos dans l'application FizziQ.

Notes pédagogiques :

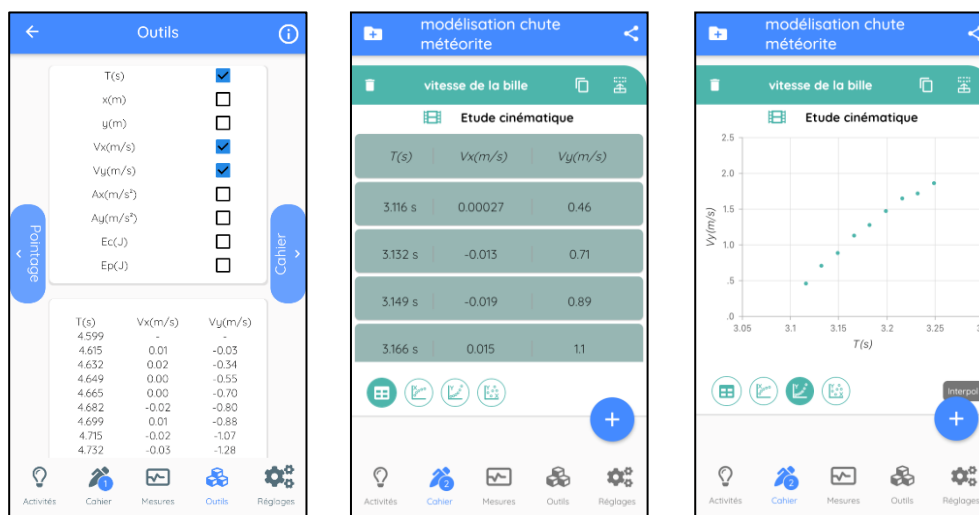
- Pour une première utilisation des fonctionnalités de pointage vidéo avec FizziQ, vous pouvez vous reporter au défi « [Analyse vidéo d'un mouvement](#) » : vous y trouverez notamment un « guide » qui permet de voir les grandes étapes d'un pointage avec FizziQ.
- Lors de l'étape de calibration de l'échelle, il faudra l'orienter dans le sens de la chute pour éviter d'avoir des vitesses négatives.

Une fois le pointage terminé, une photo de cet écran peut être enregistrée en cliquant sur l'appareil photo : le pointage est directement enregistré dans le cahier d'expériences.

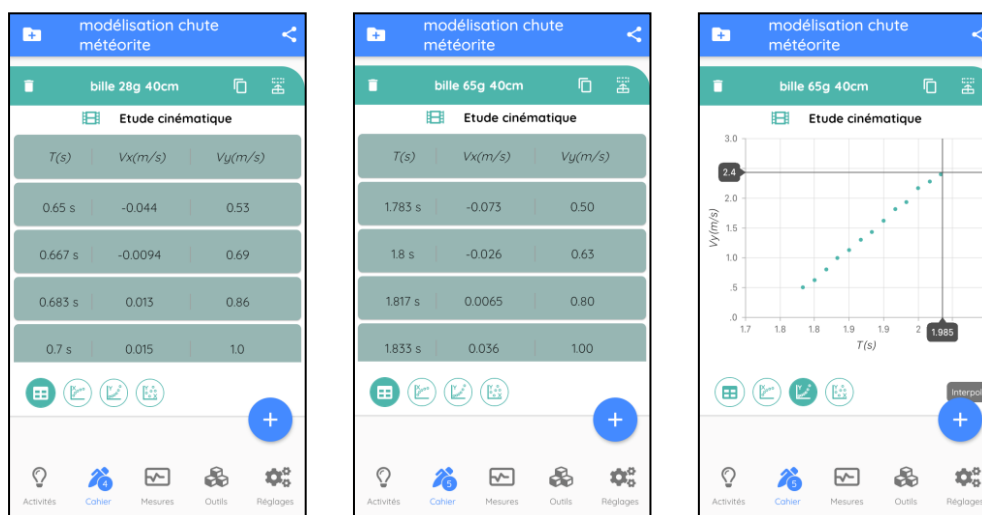


En cliquant sur l'appareil en haut à droite de l'écran (voir image à gauche), une image du pointage réalisé par l'élève est ajoutée à son cahier d'expériences. Ici, l'élève peut remarquer que les positions successives forment une droite : le mouvement est rectiligne.

Pour faire une étude graphique des valeurs obtenues, qui s'affichent sur l'écran « Résultats » (positions, vitesses), il suffit de cliquer sur l'icône « Partage » : ces mesures sont alors ajoutées dans le cahier d'expériences.



Les résultats du pointage sont ajoutés dans le cahier d'expériences : on peut les visualiser sous la forme d'un tableau ou d'un graphique.



Dans son cahier, un élève a ajouté le tableau des vitesses en fonction du temps nécessaire pour la chute de la balle de 28 g (à gauche) et pour celle de 65 g (au milieu), pour une hauteur de 40 cm. En regardant le graphique (à droite), il peut vérifier que la vitesse (suivant Oy) augmente (régulièrement) : la balle a un mouvement accéléré.

Les élèves observent que, pour une même hauteur, la vitesse d'impact ne semble pas dépendre de la masse de la bille : les billes chutent à la même vitesse uniformément accélérée indépendamment de leur masse. Afin de confirmer ce résultat, les élèves devront effectuer plusieurs mesures avec des billes de différentes masses (trois ou quatre) et reproduire les mesures à différentes hauteurs.

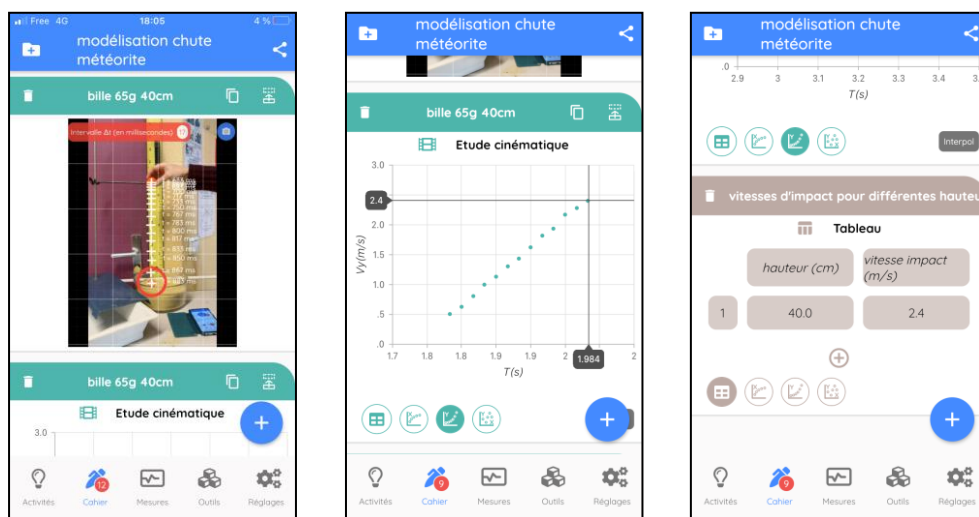
Hypothèse de Cécilia : « la vitesse d'impact dépend de la hauteur de chute »

Cette fois-ci, les élèves utiliseront une seule bille dont ils filmeront la chute à partir de différentes hauteurs. Un exemple de dispositif est proposé ci-dessous.

Les élèves peuvent ensuite analyser les vidéos au moyen de l'application FizziQ pour comparer les vitesses d'impact de la bille dans les différentes situations.



**Trois hauteurs de chute sont choisies : 40 cm, 60 cm et 80 cm.
Un support de laboratoire peut être utilisé conjointement à une équerre
pour repérer plus facilement les différentes positions.**



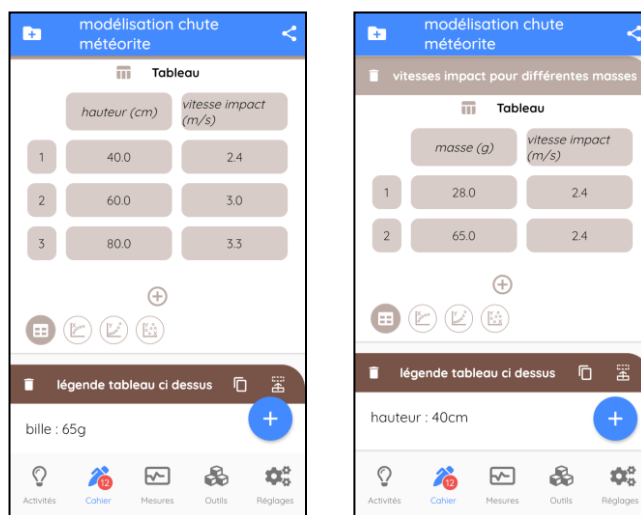
**Dans son cahier, un élève a ajouté le pointage correspondant à la chute de 40 cm (à gauche).
Il a aussi intégré les vitesses issues de ce pointage (au milieu) et a créé un tableau dans lequel il indique la vitesse
d'impact en fonction de la hauteur de chute (à droite). Après avoir analysé les vidéos de chute pour plusieurs
positions, il remarque que la vitesse d'impact augmente avec la hauteur à laquelle on lâche la balle (voir ci-dessous).**

Variante :

- Si les vidéos réalisées par les élèves ne sont pas exploitables, vous trouverez sur le site de la Fondation des exemples d'enregistrements de chutes (deux hauteurs et deux masses différentes) qui peuvent servir pour cette activité (sur la page de cette ressource).

Conclusion

À la fin de la séance, l'enseignant demande aux élèves d'écrire les conclusions dans le cahier (qu'ils pourront éventuellement partager avec lui, sous la forme d'un PDF). Il invite les différents groupes à présenter rapidement à l'oral l'hypothèse qu'ils ont testée et le protocole qu'ils ont mis en place, ainsi que leurs résultats. Il peut aussi proposer aux élèves de rassembler les résultats dans le cahier d'expériences.



Les élèves rassemblent les mesures de tous les groupes dans deux tableaux : les vitesses d'impact des balles en fonction de la hauteur de chute (à gauche) et en fonction de leur masse (à droite).

L'enseignant revient alors sur les notions abordées et propose une synthèse. Un exemple de formulation serait : « Nous avons modélisé la chute d'une météorite et la formation d'un cratère en lâchant des billes dans une bassine remplie de semoule. Grâce à des analyses vidéo, nous avons pu étudier la vitesse de la bille au cours de la chute : en découpant la chute de la bille en petits morceaux, on constate que la vitesse de départ n'a pas la même valeur que celle à l'arrivée.

Nous avons ensuite étudié l'influence de deux paramètres (la masse et la hauteur) sur la vitesse d'impact de la météorite :

- pour une même bille, en faisant varier la hauteur à laquelle elle est lâchée, nous avons constaté que plus la hauteur est élevée, plus la bille va vite à son arrivée ;
- en faisant varier la masse de la bille, mais en fixant son diamètre et la hauteur de chute, nous avons constaté que la masse n'a pas d'influence sur la vitesse d'impact. »

Message à retenir :

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 (ici, mesures à masse constante ou à hauteur constante).

Sur les connaissances scientifiques mises en jeu :

- lors de sa chute, un objet acquiert une vitesse de plus en plus importante ;
- à hauteur initiale constante, la vitesse d'un objet en chute au moment de l'impact ne dépend pas de sa masse ;
- en revanche, pour une même bille, plus la hauteur initiale de l'objet est grande, plus sa vitesse à l'impact est importante.

Enfin, selon le niveau des élèves, l'enseignant pourra revenir sur le dernier point mentionné ci-dessus pour introduire la notion d'énergie : en effet, alors que la masse n'a pas d'influence sur la vitesse d'impact de la météorite, elle en a une sur le diamètre du cratère. Cette dernière dépend en fait de l'énergie que possède la météorite à son impact.

Notes scientifiques :

- Un objet possède une certaine énergie cinétique liée à sa vitesse et à sa masse. Elle s'exprime en joule (J) à l'aide de la formule : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$ avec m en kg et v en m/s.
- Lors d'une chute verticale, on a un mouvement (rectiligne) accéléré : la vitesse de l'objet augmente, donc l'énergie cinétique E_c augmente.

L'enseignant pourra alors développer les notions d'énergie cinétique et potentielle, en fonction du niveau de la classe et en s'appuyant au besoin sur les résultats d'énergies calculés par FizziQ après le pointage des vidéos. La notion d'énergie de position (liée à la hauteur par rapport au sol et à la masse) pourra par ailleurs être davantage développée lors d'une séance complémentaire consacrée à l'étude des cratères des météorites, par exemple.

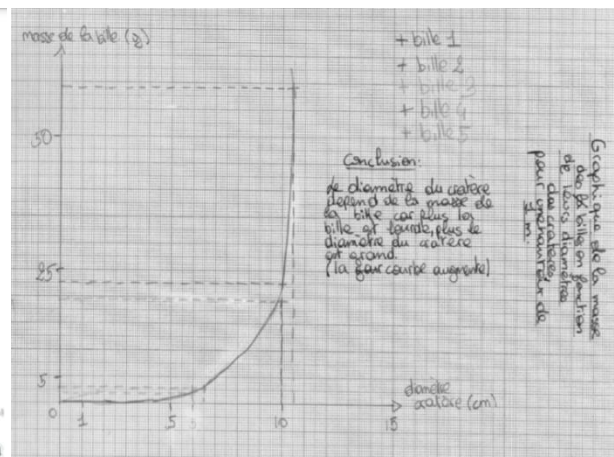
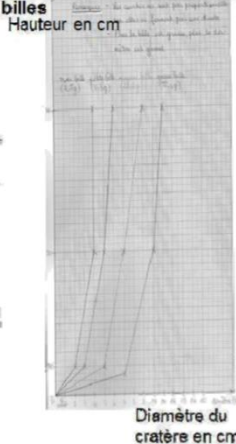
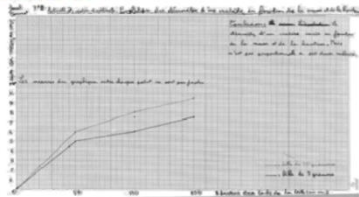
Prolongements possibles

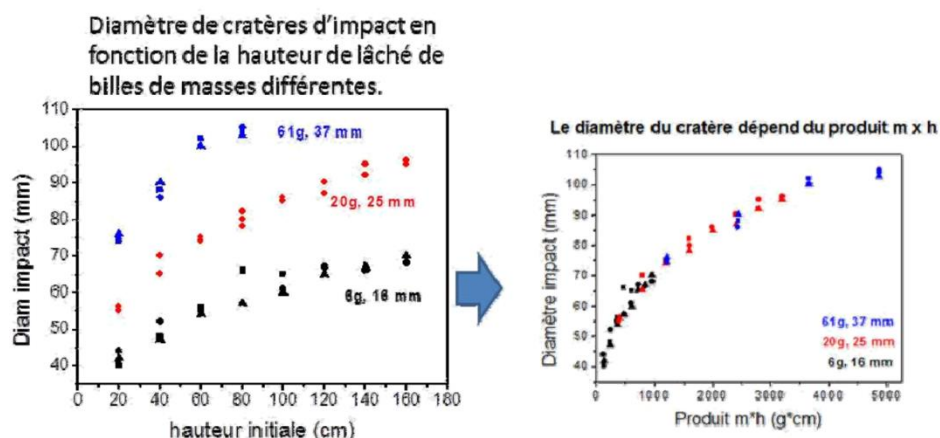
- **[Séquences d'activités]** Cette ressource peut s'insérer dans la séquence d'activités « [Cratères et météorites, question d'énergie !](#) », qui permet d'introduire de façon expérimentale le concept d'énergie, et plus particulièrement dans le cadre de la séance 2 de la ressource pour effectuer des mesures en utilisant l'application FizziQ.
- **Pour aller plus loin,** vous trouverez notamment des pistes d'investigation dans la séquence d'activités « [Cratères et météorites](#) » sur les paramètres influençant les diamètres des cratères de météorites (photos de mesure ci-contre) et un travail sur les différents graphiques montrant l'évolution de ce diamètre en fonction du paramètre « masse » ou « hauteur » (ci-dessous), afin de faire émerger la notion d'énergie potentielle à partir de la taille des cratères.



Influence de la hauteur de lâché pour des billes de masses différentes :

Diamètre du cratère en cm





- La séquence « [Bille qui roule n'amasse pas mousse](#) » permet quant à elle de mettre en évidence les transformations d'énergie de position en énergie cinétique, et inversement. Elle peut faire suite à une première approche du concept d'énergie, en explorant la notion de conservation de l'énergie et de conversion de l'énergie de position en énergie cinétique, et constitue un bon prolongement (réinvestissement et approfondissement des notions ayant été abordées) de la séquence « [Cratères et météorites](#) » et, a fortiori, de ce défi.
- **[Défi]** Le défi « Chute de météorites : Mesure du séisme à l'impact » propose de s'intéresser aux séismes créés par la chute d'une météorite. Il peut être mené en parallèle des expériences de ce défi et constitue un bon prolongement à la notion d'énergie abordée, en s'intéressant à l'origine des ondes sismiques mesurées après un impact de météorite.

Programme

Technologie :

- Mobiliser des outils numériques ;

Sciences :

- Identifier les sources, les transferts, les conversions et les formes d'énergie.
- Mesurer des grandeurs physiques de manière directe ou indirecte.
- Interpréter des résultats expérimentaux, en tirer des conclusions et les communiquer en argumentant.
- Développer des modèles simples pour expliquer des faits d'observations et mettre en œuvre des démarches propres aux sciences.
- Utiliser des outils d'acquisition et de traitement de données, de simulations et de modèles numériques.

Crédits

- La photo aérienne du cratère Barringer, à la page 2, a été prise par D. Roddy pour le compte de l'Institut d'études géologiques des États-Unis (USGS Copyright Free Policy).
- La photo du cratère lunaire Webb, à la page 2, a été prise par la sonde Lunar Orbiter 1 au cours du programme Lunar Orbiter de la NASA (domaine public).
- Les captures d'écran sont issues de l'application FizziQ.

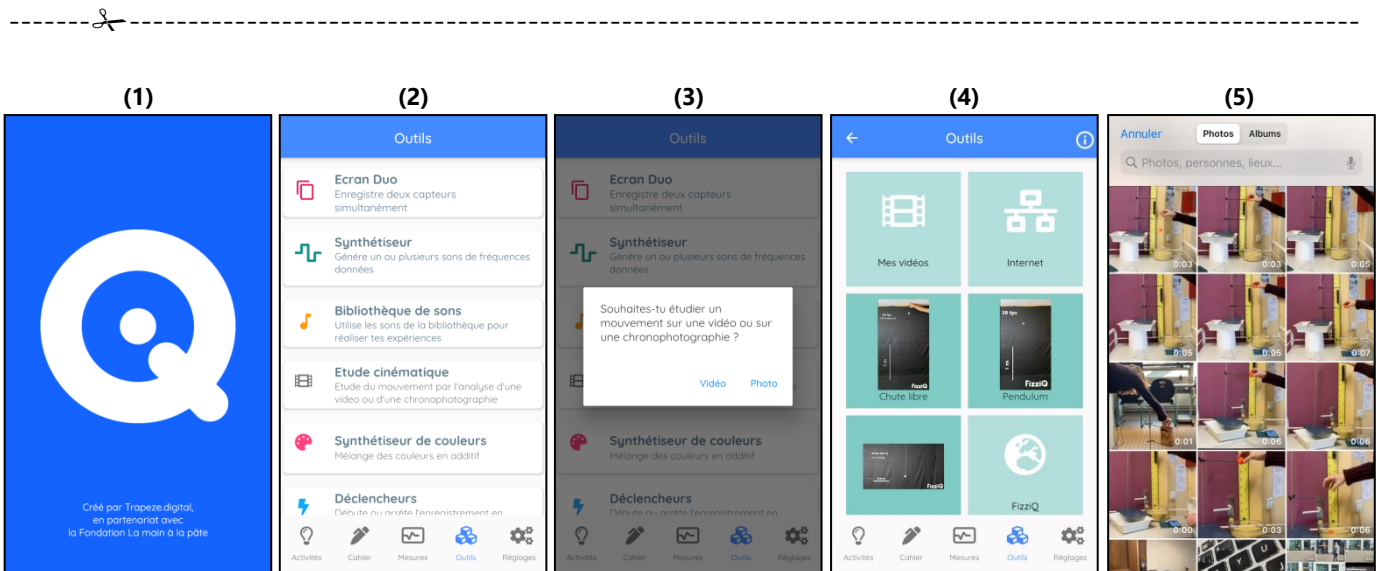
Aides

Liens vers quelques sites utiles et notices

- <https://www.fondation-lamap.org/fr/fizziq> : vous retrouverez ici les différents documents pédagogiques proposés en lien avec l'utilisation de l'application FizziQ, notamment des défis pour les élèves que vous pouvez adapter en fonction de vos objectifs et de vos classes.
- <https://www.fizziq.org/> : vous y retrouverez notamment des protocoles dont vous pouvez vous inspirer pour créer vos propres protocoles.

Guidage pour les élèves (selon besoins)

Ce guidage « pas à pas » pourra être distribué aux élèves pour gagner du temps s'ils sont bloqués, s'ils ne connaissent pas ou ne sont pas à l'aise avec l'application, et pour les aider à tirer des conclusions et à répondre au défi.



- Ouvrir FizziQ **(1)**.
- Dans « Outils », choisir « Étude cinématique » **(2)**, puis « Vidéo » **(3)**.
- Vous pouvez alors choisir d'utiliser les vidéos proposées (« Chute libre » ou « Parabole ») ou aller chercher n'importe quelle vidéo que vous aurez réalisée dans « Mes vidéos » **(4)** **(5)**, ou encore piocher des vidéos sur Internet (par exemple : <https://www.fizziq.org/cinematique>).
- Pour la suite, FizziQ vous guide « pas à pas » avec trois écrans qui se succèdent : « Calibration », « Pointage », puis « Résultats ».

Conception et rédaction

Pauline BACLE pour la Fondation *La main à la pâte*

Contributeurs

Aline CHAILLOU pour la Fondation *La main à la pâte*, Katia ALLÉGRAUD pour la Fondation *La main à la pâte*, Frédéric PÉREZ pour la Fondation *La main à la pâte*, Jean-Philippe CASSAR, Antoine HUPELIER, Émilie FAKHRI et sa classe de troisième du collège Cesária Évora (Montreuil, 93)

Cette ressource a été produite avec le soutien de CGI et de la Fondation Sciences Éducation Solidarité



SCIENCES
ÉDUCATION
SOLIDARITÉ

En partenariat avec Trapeze.digital

TRAPEZE.DIGITAL

FizziQ

Date de publication

Mai 2023

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

75006 Paris

01 85 08 71 79

contact@fondation-lamap.org

www.fondation-lamap.org

