

Séquence de classe

Défi : La fusée chimique allant le plus haut possible

De la poudre noire aux fusées de la conquête spatiale 2/3

Introduction

Thématiques traitées	Chimie, physique, espace, fusées, histoire des techniques, principe d'action-réaction, transformations chimiques, mouvement, trajectoires
Résumé et objectifs	Les élèves relèvent un défi. Ils doivent concevoir et fabriquer des petites fusées propulsées à l'aide de réactions chimiques allant le plus haut possible.
Discipline engagée	Sciences et technologie
Durée	Entre 2 et 4 h

Prise en main de la séquence

Les trois étapes de la séquence sur les fusées peuvent être menées indépendamment les unes des autres. Nous encourageons le professeur à faire sa propre progression adaptée à ses élèves et au temps disponible. Pour l'aider à choisir parmi les propositions, voici l'ordre dans lequel les activités ont été pensées :

- Étape 1 : La poudre noire
- Étape 2 : Défi : La fusée chimique allant le plus haut possible
- Étape 3 : Introduction à la chronophotographie
- Éclairages historique et scientifique

Il est à noter que l'étape 1 peut être mise en œuvre pour conclure la séquence ou pour la démarrer. L'étape 3 est optionnelle.

Les éclairages historique et scientifique permettent d'aider à l'appropriation de la séquence.

Activité 1 : Canons vs fusées

Objectif général : Comprendre le fonctionnement d'un objet technique.

Résumé	
Discipline	Sciences et technologie
Déroulé et modalités	Les élèves visionnent une vidéo qui explicite le lien entre fusées et canons, puis expérimentent avec des tubes de cachets effervescents pour mieux s'approprier le fonctionnement des deux objets techniques.
Durée	1 à 2 h
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : • de quoi diffuser la vidéo <i>Fusée</i> d'Universcience (https://leblob.fr/astro-espace/fusee) ; • pipettes et petits pots remplis d'eau ; • cachets effervescents ; • petits tubes de cachets effervescents ; • accès à la cour de l'établissement pour les tests. Pour chaque élève : • fiche 1.
Message à emporter	
Pour pouvoir faire décoller une fusée ou pour lancer un projectile comme un boulet de canon, on utilise la troisième loi de Newton ou principe d'action-réaction.	

Déroulé possible

Phase 1 : Étude du fonctionnement de deux objets techniques (15 min)

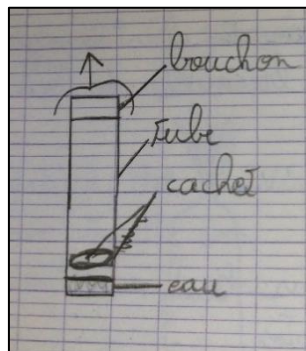
L'enseignant propose aux élèves de regarder la vidéo *Fusée* d'Universcience (<https://leblob.fr/astro-espace/fusee>). Ce film permettra aux élèves de s'approprier le lien entre poudre noire et conquête spatiale, travaillé lors de l'étape 1. Il est très important de prendre le temps d'échanger avec la classe sur la vidéo après son visionnage. Certains élèves n'arrivent pas à faire la différence entre les propos relevant de la fiction et ceux relevant de la réalité. Il est donc pertinent de leur demander de raconter ce qu'ils ont compris et de bien prendre le temps de corriger les erreurs de compréhension.

Prolongement possible (histoire de l'art) :

- Visionner et travailler sur *Le voyage dans la Lune* de George Méliès (1902).

Phase 2 : Expérimentation de « fusées-tubes » (30 min)

Pour aider les élèves à s'appropriier le fonctionnement des fusées et des canons, le professeur propose une petite manipulation à tester dans la cour : les élèves doivent mettre une moitié de cachet effervescent dans un tube et y ajouter un peu d'eau, puis refermer le tube, le poser sur le sol et s'en éloigner.



**Schéma d'un élève de 6^e –
Classe d'Aube-Marine Mangin (enseignante à Paris).**

Note de sécurité :

- Il est important d'insister sur les consignes de sécurité lors de ces expériences. Le bouchon du tube part avec une assez grande vitesse et peut blesser l'œil d'un élève si celui-ci est à proximité. Visionnez la vidéo présentant la séquence et les consignes de sécurité pour bien préparer votre séance : <https://vimeo.com/545663968/1e3061afb3>.

Note scientifique :

- L'éjection de matière provoque une force de poussée. La valeur de celle-ci dépend de la variation de la quantité de mouvement du système (fusée + gaz éjectés).
Il faut garder en tête que la manipulation proposée aux élèves illustre le principe de propulsion des fusées (éjection de matière pour avancer), mais qu'il ne s'agit pas du même type de réaction chimique (acido-basique vs oxydoréduction). Lors d'une réaction d'oxydoréduction, des électrons sont échangés entre les réactifs (exemples : combustion du méthane, oxydation du fer qui donne de la rouille...). Lors d'une réaction acido-basique, ce sont des protons qui sont échangés (exemple : quelques gouttes de vinaigre versées sur de la craie).
Il y a une autre différence. Dans le cas des fusées, la réaction est exothermique et la tuyère permet de convertir l'énergie thermique en énergie cinétique des gaz produits par la réaction. Pour le comprimé, il y a juste dégazage et augmentation de la pression dans le tube, l'éjection du capuchon intervenant quand la pression devient trop grande.

Prolongement possible (1 h environ) :

- À la place du défi de l'activité 2, il est possible de travailler sur des variations expérimentales avec les « fusées-tubes ». En effet, certaines classes peuvent proposer de faire varier certains paramètres (quantité d'eau ou de cachets effervescents, forme ou volume du tube, tube renversé avec bouchon vers le bas...) pour permettre à leur fusée d'atteindre une plus grande hauteur. Si c'est le cas, il est intéressant de leur donner le temps de mettre en œuvre ces tâtonnements (quitte à proposer que chaque équipe teste un paramètre pour l'ensemble de la classe, afin que ces variations expérimentales ne prennent pas trop de temps).

Conclusion (15 min)

Le professeur échange avec les élèves sur ce qu'ils ont retenu du fonctionnement des fusées et du canon : peuvent-ils faire un parallèle entre ce qui se passe dans un canon et ce qui se passe dans la « fusée-tube », peuvent-ils proposer une explication générale du phénomène ? Voici un exemple de trace écrite possible à la suite de cet échange : « *On dit qu'il y a une réaction chimique quand des éléments du mélange semblent apparaître ou disparaître. Quand la poudre à canon est soumise à une étincelle, il se produit une réaction chimique qui est utilisée pour éjecter le boulet de canon. Nos fusées sont également mises en mouvement grâce à une réaction chimique. Dans les deux cas, la réaction produit un gaz. Le gaz s'accumule dans les fusées, ce qui augmente la pression à l'intérieur de l'objet. Le bouchon finit par sauter et le gaz est libéré d'un seul coup. Pour faire décoller une fusée, on utilise le principe d'action-réaction.* »

Note pédagogique :

- Il n'est pas forcément évident de s'appropriier le principe d'action-réaction pour les élèves. Le tube étant posé au sol, on observe facilement l'action, mais pas vraiment la réaction. Pour les élèves qui en ont besoin, l'enseignant peut réaliser l'expérience avec un tube couché au sol, en faisant bien attention à la direction dans laquelle les deux parties de la « fusée-tube » vont partir (en sens opposé).

Il peut également diffuser un des deux extraits vidéo suivants présentant le principe d'action-réaction : « La barque de Tsiolkovsky » (<https://www.youtube.com/watch?v=rr4-96Qu5GQ>) et « Woody Woodpecker dans Destination Moon » (<https://www.youtube.com/watch?v=RxMigUGxPJ0>).

Activité 2 : Défi : La fusée allant le plus haut possible

Objectif général : Comprendre le fonctionnement d'un objet technique.

Résumé	
Discipline	Sciences et technologie
Déroulé et modalités	Les élèves tentent de relever le défi de fabriquer la fusée chimique qui va le plus haut possible.
Durée	De 1 h 30 à 2 h 30
Matériel	Pour l'ensemble de la classe : • de quoi projeter la vidéo « défi » (https://vimeo.com/541533103/69420793ef) ; • bicarbonate de sodium ; • vinaigre ; • bouteilles en plastique ; • cutters ; • baguettes en bois (pics à brochettes) ; • ruban adhésif ; • papier absorbant ; • cuillères ; • éprouvettes graduées ; • entonnoirs ; • bouchons en liège ; • ficelle ; • accès à la cour de l'établissement pour les tests ; • appareil photo ou caméra pour filmer les lancements.
Message à emporter	
Pour optimiser le fonctionnement d'un objet technique, il est important de tester un seul paramètre à la fois pour s'assurer que ce paramètre permet réellement d'améliorer les performances de l'objet.	

Déroulé possible

Phase 1 : Concevoir une fusée performante (30 min)

Note de sécurité :

- Mêmes consignes que pour l'activité 1 (voir note correspondante).

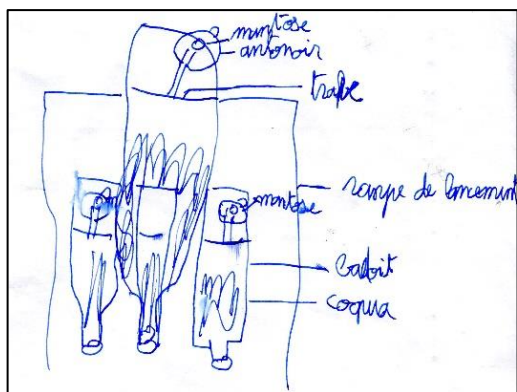
Maintenant que les élèves se sont appropriés le fonctionnement d'une fusée et d'un canon, le professeur lance le défi suivant : « *Créez la fusée qui va le plus haut possible.* » Pour cela, il diffuse la vidéo « défi », qui se trouve à l'adresse suivante : <https://vimeo.com/541533103/69420793ef>.

Note pédagogique :

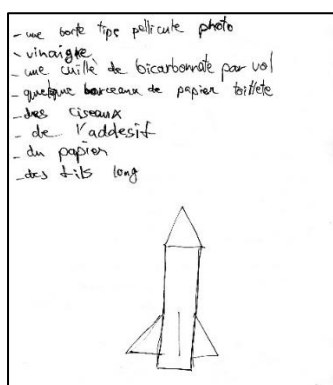
- L'enseignant jugera la pertinence de mettre en œuvre l'activité 1 avant de proposer l'activité 2 à sa classe. Il est à noter que cette première activité prépare les élèves à la réalisation du défi en leur permettant de s'approprier le fonctionnement des fusées chimiques avant de tenter de les optimiser.

Le défi est très ouvert et peut être mis en œuvre si la classe est déjà à l'aise avec le tâtonnement expérimental. Dans ce cas-là, les élèves font des propositions et utilisent le matériel qui leur est familier. Après cette phase, ils peuvent avoir besoin de réaliser une petite recherche documentaire pour finaliser leur projet de fusée.

Pour aider les élèves à réaliser le défi, il est possible de leur proposer de visionner la vidéo « indices » du défi fusées, à retrouver ici : <https://vimeo.com/541533013/421ef84e1a>.



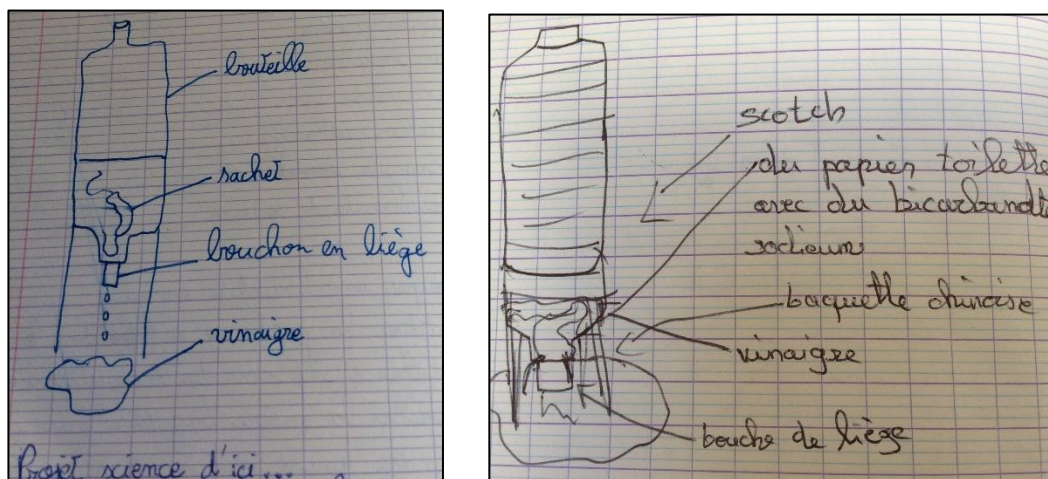
**Projet de fusée d'une équipe de 6^e : la fusée trop lourde n'a pas pu décoller –
Classe de Fatima Rahmoun (enseignante à Paris).**



**L'équipe d'élèves de 6^e a choisi d'utiliser des tubes effervescents et la réaction chimique
entre le bicarbonate de sodium et le vinaigre pour la propulsion –
Classe de Fatima Rahmoun.**

Pour les élèves qui en ont besoin, l'enseignant peut également montrer la vidéo qui présente la fabrication d'une fusée chimique, que l'on trouve à l'adresse suivante : <https://www.youtube.com/watch?v=KFO UgQHAWw>.

Les élèves peuvent reprendre cette vidéo à leur rythme sur les ordinateurs de la salle (ou en salle informatique) pour extraire les étapes de fabrication, la première diffusion de la vidéo sans pause ne leur permettant pas de le faire.



**Schémas de différentes équipes de 6^e-
Classe d'Amandine Long (enseignante à Paris).**

Notes pédagogiques :

- Le défi proposé s'inspire de cette vidéo qui permettra au professeur de s'appropriier la fabrication de fusées chimiques et, notamment, la réalisation du « retardateur ». Il est donc vivement conseillé de visionner cette vidéo lors de la préparation de la séance.
- S'il n'est pas possible pour les élèves de visionner plusieurs fois la vidéo à leur rythme, l'enseignant peut simplement disposer le matériel nécessaire à la fabrication de la fusée sur une table et laisser le responsable du matériel de l'équipe aller le chercher. Les élèves tâtonnent alors pour retrouver le protocole à partir de la mémoire des membres de l'équipe.

Il est important de rappeler aux équipes qui seraient inactives, en attendant que le professeur soit disponible pour les aider, qu'un compte-rendu est à rédiger dans le cahier et qu'ils peuvent démarrer sa rédaction avant les tests dans la cour. Le compte-rendu doit notamment mentionner les réussites et les échecs des équipes. Les élèves peuvent y consigner leurs pistes d'amélioration ou les possibles raisons de leurs échecs. Ce compte-rendu individuel peut être rédigé sur feuille si le professeur souhaite l'évaluer.

Phase 2 : Expérimentation avec des « fusées-bouteilles » (30 min à 1 h 30)

S'il souhaite mettre en œuvre l'étape 3, le professeur demande aux élèves de dessiner le chemin qu'ils imaginent que leur fusée va parcourir lors des tests. Il demande à quelques volontaires de dessiner leur proposition au tableau. Le professeur demande aux équipes de trouver un moyen de prouver que les trajectoires dessinées sont les bonnes. Si la classe ne le trouve pas, le professeur peut proposer de filmer les tests. Il précise aux élèves que les vidéos et les trajectoires imaginées seront traitées au cours de l'étape suivante. L'enseignant ne précise pas, à ce stade, que des repères sont indispensables pour pouvoir exploiter les vidéos.



**Préparatifs de tests de lancement d'élèves de 6^e –
Classe de Fatima Rahmoun.**

Les fusées sont lancées dans la cour les unes après les autres.

Conclusion (30 min)

Le professeur demande aux élèves de finaliser leur compte-rendu de défi en rédigeant le résultat des tests réalisés dans la cour. Il échange avec la classe sur ce qu'il faut retenir à la fin de cette activité. Voici un exemple de trace écrite possible à la suite de cet échange : « *Pour optimiser un objet technique, il est important de tester un seul paramètre à la fois afin de s'assurer que ce paramètre permet réellement d'améliorer les performances de l'objet.* »

Crédits

Photographies : Fondation *La main à la pâte*

Auteurs

Fatima RAHMOUN, Roland LEHOUCQ

Remerciements

Katia ALLÉGRAUD, Antoine ÉLOI, Aube-Marine MANGIN, Amandine LONG, Anne LEJEUNE, Marie-Lise ROUX, Kévin FAIX

Cette ressource a été produite avec le soutien de la Fondation de la Maison de la Chimie



Fondation de la Maison de la Chimie

En partenariat avec Mediachimie et le CEA



Date de publication

Mai 2021

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

Site : www.fondation-lamap.org

