

Fiche pédagogique défi Léo Lagrange « Voyage dans l'espace » :

Fabriquer une fusée comprenant une nacelle ou capsule éjectable avec passager

Référents du défi :

Mansour TERAB

Directeur pédagogique - Séjours éducatifs scolaires - Coordinateur de projets socio sportifs et scientifiques mansour.terab@leolagrange.org

Emmanuelle GAMEN

Adjointe Pédagogique - Parcours Urbains pu.jolimont@gmail.com

Jardin de l'observatoire de Jolimont

1 avenue Camille Flammarion

31500 Toulouse

| Objectifs thématiques | Thèmes abordés | Exemples de situations pédagogiques (Cf. fiche technique ci-dessous) |
|--|--|---|
| 1/ Découvrir les déplacements aériens dans l'espace et les principes qui les régissent | Les principes de bases de l'aérospatiale | Construction d'une fusée en papier |
| 2/ Mettre en pratique les principes physiques régissant les transports spatiaux | Les fusées | Expérience sur l'aérodynamisme et le principe d'action réaction Construction d'une fusée à eau |

Privilégier au maximum la pédagogie de projet et la démarche scientifique en partant des intérêts et questions des enfants : observations, questions, hypothèses, expérimentations, recherches, synthèses, etc.

FICHE TECHNIQUE

| Objectifs opérationnels | Mots clefs | Evaluation |
|--|---|--|
| 1/ Construire une fusée en papier et la faire voler | Fusée Action réaction Aérodynamisme | A la fin de la séquence l'enfant est capable de : Fabriquer une fusée et la faire décoller Mettre en application le principe d'action réaction |
| 2/ Suite à des expériences réalisées aux préalables, chaque enfant met en application le principe d'action réaction en construisant puis en faisant décoller une fusée à eau | (forme très profilée) | |
| Ressources pédagogiques : Site : https://www.educatout.com/activites/sciences/la-fusee.htm Vidéos : https://youtu.be/NVj0WzlPVV8 https://youtu.be/BMV9SaKP2PQ https://youtu.be/BZYtaEku3UA | | |



La fusée Ariane 5
au décollage

C'est le Russe Konstantin Tsiolkovski, qui, à la fin du XIX^e siècle, affirma que le moteur à réaction était la solution idéale pour conquérir l'espace. Utilisé depuis longtemps pour les feux d'artifice et les armes, le principe de l'action et de la réaction a été énoncé par Newton.

La propulsion à réaction

Expérimenter la propulsion à réaction :

Trois expériences simples permettent de se faire une bonne idée du principe de la réaction.

1) Un pêcheur sur une barque lance des pierres vers l'arrière aussi fort qu'il peut : sur chaque pierre, il exerce une force et, par réaction, chaque pierre exerce sur sa main une force égale mais de sens opposé. C'est cette force de réaction qui fait avancer la barque.

2) On peut facilement remplacer la barque du pêcheur par un skate-board, à partir duquel un enfant lance des boules de pétanque : le skate-board avance par réaction !

3) Un ballon de baudruche rempli d'air se propulse rapidement si on le lâche sans fermer l'orifice : l'air comprimé à l'intérieur du ballon s'échappe rapidement et, par réaction, le ballon se met en mouvement.

Dans ces trois exemples, un objet ou un gaz est projeté dans une direction.

En réaction, le véhicule prend de la vitesse dans la direction opposée.

Toute la difficulté du moteur-fusée consiste à avoir suffisamment de « projectiles » pour prolonger le mouvement.

Une question de débit et de vitesse :

La poussée obtenue dans un moteur à réaction est donc d'autant plus forte que : la masse éjectée par seconde (le débit) est élevée ;

la vitesse d'éjection est grande.

Poussée = Débit x Vitesse d'éjection

Lorsqu'on éjecte une masse m à la vitesse v à partir d'un véhicule de masse M , celui-ci prend une vitesse V qui conserve la quantité de mouvement :

$$mv = (M - m) V$$

Par exemple, le moteur Vulcain 2 de la fusée Ariane 5 consomme chaque seconde 318 kg d'ergols et éjecte les gaz de combustion à la vitesse de 4 200 m/s. La poussée obtenue est d'environ 1 340 000 newtons suffisante pour soulever une masse de 130 t.

Augmenter les performances

Pour un débit fixé, la poussée est d'autant plus forte que la vitesse d'éjection est élevée. Pour augmenter cette vitesse, les concepteurs de moteurs-fusées cherchent à obtenir :

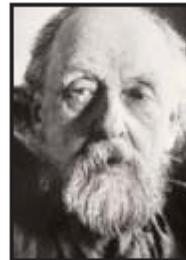
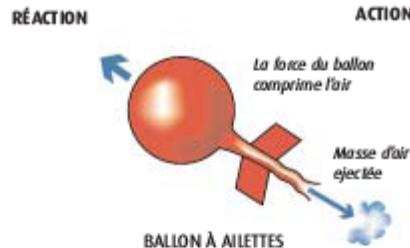
- Une température de combustion élevée ;
- Une masse moléculaire faible pour les gaz produits ;
- Une pression de combustion élevée par rapport à la pression de sortie.

Dans le cas du propulseur Vulcain, équipant la fusée Ariane 5, on remplit ces conditions :

- En utilisant l'hydrogène liquide (à la fois très énergétique et très léger) associé à l'oxygène liquide,

- Avec des turbopompes très performantes pour augmenter la pression dans la chambre de combustion

- Et une tuyère longue, diminuant la pression de sortie.



Konstantin Tsiolkovski

QUELQUES CHIFFRES POUR FIXER LES IDÉES : LE MOTEUR VULCAIN 2

| | |
|------------------------------|----------|
| Hauteur | 3,60 m |
| Diamètre en sortie de tuyère | 2,15 m |
| Masse totale | 2 030 kg |
| Poussée totale dans le vide | 1 340 kN |
| Pression de combustion | 115 bars |

Idées d'expériences facilement réalisables avec les enfants :

Expérience 1 (30 minutes)

- Distribuer à chaque enfant un ballon et leur demander de le gonfler sans le fermer
- Attendre qu'un enfant lâche le ballon
- Demander à chaque enfant de reproduire l'expérience
- Conclure : l'air est allé dans un sens, le ballon dans l'autre

Synthèse (30 minutes)

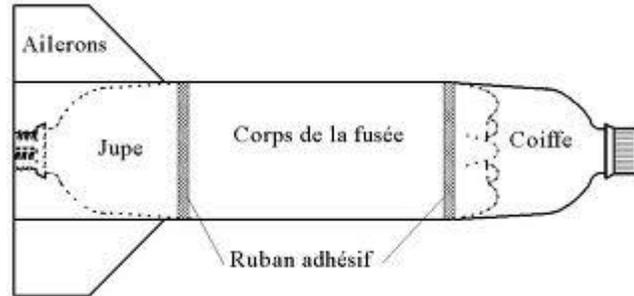
- Dessiner une fusée au tableau
- Dessiner un ballon à côté de la fusée
- Indiquer le sens de déplacement des différents éléments (ballon/air, Fusée/gaz d'échappement)
- Faire le parallèle entre le ballon et la fusée
- Donner le nom du principe : **action/réaction**

Expérience 2 (1h)

- Montrer ce qui se passe quand on mélange du bicarbonate dans un verre
- Demander ce qui va se passer si on enferme ce mélange dans une boîte hermétique (soit placée verticalement, soit horizontalement).
- Réaliser une fiche d'expérience en respectant les étapes de la démarche expérimentale
- Une fois les hypothèses écrites mettre en commune toutes les hypothèses
- Réaliser l'expérience
- En conclusion faire le lien avec l'expérience précédente puis avec les fusées

Fiche de construction d'une fusée à eau :

- Présenter le matériel pour la réalisation des fusées à eau
- Rappel des consignes de sécurité liées aux activités de construction (utilisation du pistolet à colle, découpage au cutter...).
- Construction de la fusée qui doit comporter les éléments suivants : coiffe (en papier ou haut de bouteille), bouteille intacte sans trou, jupe (optionnel), ailerons en carton plume.



Matériel :

- ballon de baudruche
- verre
- cuillère
- vinaigre
- bicarbonate
- mouchoir en papier
- Boite hermétique
- Bouteille de soda ou d'eau gazeuse vide
- ciseaux
- scotch
- carton plume
- Pistolet à colle
- colle
- cutter
- cutting mat
- rampe de fusée à eau
- pompe à vélo
- papier de couleur cartonné

Mode d'emploi décollage de la fusée :

- Ajouter de l'eau dans la bouteille intacte (en général par la jupe)
- Aller dehors dans un grand espace en prenant sa fusée, la rampe de lancement et la pompe à vélo
- Visser le bouchon raccord de tuyau d'arrosage sur le goulot du bas de la fusée
- Positionner la fusée sur la rampe de lancement
- **Rappeler les consignes de sécurité suivantes : ne pas mettre son corps au-dessus de la fusée, se tenir au moins à 5 m debout les uns à côté des autres, toujours suivre la fusée des yeux, si la fusée vient vers soi, évite la !!!!!**
- Demander aux enfants comment et pourquoi la fusée va décoller.
- Ajouter de l'air dans la fusée en utilisant la pompe à vélo (si besoin aider les enfants à pomper)
- Vérifier que tout le monde est prêt et attentif
- Laisser l'enfant qui teste sa fusée commencer le compte à rebours
- A la fin du décompte, l'enfant actionne le mécanisme permettant de libérer la fusée
- Admirer le vol
- La pression de l'air expulse l'eau vers le bas de la fusée, la fusée monte en réaction.