



DOSSIER PÉDAGOGIQUE

FUSÉE À EAU C3

SOMMAIRE

L'atelier en quelques mots	3
Objectifs	3
Lien avec les programmes	3
Déroulé de l'atelier	5
Pré-requis possibles pour les élèves	6
Pistes d'exploitations en classe	6
Ressources scientifiques	8
En bonus	11
Informations pratiques	12
Explora	13
Annexes	14

L'atelier en quelques mots

Décollage pour l'espace imminent ! À partir de simples bouteilles d'eau, les élèves construisent une fusée qui décollera très haut vers le ciel ! À l'issue de l'atelier, les élèves auront vu les différentes parties d'une fusée et expérimenté l'effet du principe d'action-réaction, essentiel pour la propulsion. Prêts pour une aventure spatiale ?

L'envoi des fusées se déroule en extérieur. Prévoir une tenue adaptée aux conditions météorologiques. Si possible, apporter deux bouteilles vides (bouteilles plastiques de 1 L ou 1,5 L, boisson gazeuse) par enfant.

Objectifs de l'atelier

Dans cet atelier les élèves :

- construisent et lancent une fusée
- se questionnent sur la composition de l'air, ses propriétés (dilatation / compression)
- comprennent le principe d'action-réaction

Lien avec les programmes

CYCLE 3

socle 1	Pratiquer des langages	Expliquer un phénomène à l'oral et à l'écrit Rendre compte des observations en utilisant un vocabulaire précis
socle 2	S'approprier des outils et des méthodes	Utiliser le matériel adapté pour mener une observation, réaliser une expérience Organiser en groupe un espace de réalisation expérimentale
socle 4	Pratiquer des démarches scientifiques	Se questionner, observer, investiguer, analyser, conclure
socle 5	Concevoir, créer, réaliser	Décrire le fonctionnement d'objets techniques, leurs fonctions et leurs composants Réaliser en équipe un objet technique répondant à un besoin
	Se situer dans l'espace et le temps	Replacer les évolutions scientifiques et technologiques dans un contexte historique et culturel

MATIÈRE, MOUVEMENT, ÉNERGIE, INFORMATION

Observer et décrire différents types de mouvements	
<p>Décrire un mouvement et identifier les différences entre mouvements circulaire ou rectiligne.</p> <ul style="list-style-type: none"> » Mouvement d'un objet (trajectoire et vitesse : unités et ordres de grandeur). » Exemples de mouvements simples : rectiligne, circulaire. <p>Élaborer et mettre en œuvre un protocole pour appréhender la notion de mouvement et de mesure de la valeur de la vitesse d'un objet.</p> <ul style="list-style-type: none"> » Mouvements dont la valeur de la vitesse (module) est constante ou variable (accélération, décélération) dans un mouvement rectiligne. 	<p>L'élève part d'une situation où il est acteur qui observe (en courant, faisant du vélo, passager d'un train ou d'un avion), à celles où il n'est qu'observateur (des observations faites dans la cour de récréation ou lors d'une expérimentation en classe, jusqu'à l'observation du ciel : mouvement des planètes et des satellites artificiels à partir de données fournies par des logiciels de simulation).</p>

MATÉRIAUX ET OBJETS TECHNIQUES

Concevoir et produire tout ou partie d'un objet technique en équipe pour traduire une solution technologique répondant à un besoin.	
<ul style="list-style-type: none"> » Notion de contrainte. » Recherche d'idées (schémas, croquis...). » Modélisation du réel (maquette, modèles géométrique et numérique), représentation en conception assistée par ordinateur. 	<p>En groupe, les élèves sont amenés à résoudre un problème technique, imaginer et réaliser des solutions techniques en effectuant des choix de matériaux et des moyens de réalisation.</p>
<ul style="list-style-type: none"> » Processus, planning, protocoles, procédés de réalisation (outils, machines). » Choix de matériaux. » Maquette, prototype. » Vérification et contrôles (dimensions, fonctionnement). 	<p>Les élèves traduisent leur solution par une réalisation matérielle (maquette ou prototype). Ils utilisent des moyens de prototypage, de réalisation, de modélisation. Cette solution peut être modélisée virtuellement à travers des applications programmables permettant de visualiser un comportement. Ils collectent l'information, la mettent en commun, réalisent une production unique.</p>

Connaissances visées :

- Une fusée sert à lancer une charge utile (satellite, sonde...) dans l'espace
- L'air existe, c'est une matière compressible
- Le principe d'action-réaction permet de faire décoller une fusée. La force de la réaction dépend de la masse qui est éjectée

Déroulé de l'atelier

Les ateliers se déroulent sur 2h pour une classe et sont assurés par deux médiateur·trice·s de La Rotonde. Les élèves sont séparés en 2 groupes pendant une partie de l'atelier pour permettre un meilleur accompagnement.

Une partie de l'atelier se déroule en extérieur, sur la zone défi d'Explora, devant le bâtiment.

→ Introduction – 5 min - en classe entière

Discussion, échange autour de l'utilité des fusées
Présentation de l'atelier

→ Construction de la fusée - 40 min - en 1/2 classe - en binômes

Présentation d'une fusée précédemment construite
Fabrication de la fusée par petits groupes de deux : découpage des bouteilles, assemblage, ajout des ailerons

→ Expérimentations sur l'air - 40 min - en parallèle - en ½ classe

Démonstration que l'air est constitué de matière - expérience du verre retourné dans l'eau
Expérience de compression de l'air dans des seringues
Démonstration du principe d'action-réaction avec une navette ballon
Explication du fonctionnement de la base de lancement

→ Echange des deux groupes - 40 min

→ Lancement des fusées - 30 min - en classe entière - en extérieur

Remplissage du réservoir des fusées
Lancement de l'ensemble des fusées

→ Conclusion - 10 min - en classe entière

Comparaison entre Ariane 5 et la fusée construite
Vidéo commentée du lancement d'Ariane 5

Cet atelier a été testé dans les classes de CE2 de Blanche et Maryline - enseignantes à l'école Tarentaize maternelle, REP Gambetta. Merci à elles et à leurs élèves !

Pré-requis possibles pour les élèves

Le·a médiateur·trice s'appuiera sur le travail réalisé en classe si les élèves ont déjà effectué des séances autour de l'air ou du système solaire.

Pistes d'exploitations en classe

IDÉES D'ACTIVITÉS

Fabrication d'une fusée paille

Matériel :

petite bouteille en plastique, deux pailles (une d'un diamètre plus important que l'autre), vrille, papier, pâte à modeler, ciseaux, scotch, crayon

Déroulé :

Couper les deux pailles, la plus grosse servira de corps à la fusée. Construire la base de lancement : à l'aide de la vrille, percer le bouchon de la bouteille en plastique de façon à ce que la petite paille puisse rentrer facilement. Stabiliser la paille en utilisant de la pâte à modeler. Dessiner et découper les ailerons de la fusée. Assembler la fusée en scotchant les ailerons à la grosse paille et en y ajoutant une coiffe en pâte à modeler.

Envoi :

Pour faire décoller la fusée, comprimer l'air à l'intérieur de la bouteille en plastique. Ce dernier va prendre moins de place et être déplacé vers le haut de la bouteille. La plus grosse des pailles n'étant pas fixée, l'air fera décoller la fusée. Au lieu d'une base de lancement avec bouteille en plastique, une pompe à vélo ou une seringue sans aiguille peuvent être utilisées.



Timeline sur l'histoire de l'exploration spatiale

Imprimer et distribuer les cartes aux élèves répartis en petits groupes. Le but du jeu est de remettre dans l'ordre chronologique les cartes c'est-à-dire de l'événement le plus ancien au plus récent. Préciser le vocabulaire associé.

cartes du jeu en annexes



SÉQUENCES SUR PLUSIEURS SÉANCES

Matérialité de l'air

- ▶ **Billes de Sciences "La mise en évidence de l'air"** Vidéo La main à la pâte : expériences à faire en classe pour les cycles 2 et 3
- ▶ **Module Fibonacci** - 6 séances pour cycle 3 : L'air - matérialité et pollutions

Mouvement

- ▶ **Séquence Eduscol " Déterminer une vitesse"** - trois activités autour de la vitesse - cycle 3
- ▶ **Séquence Eduscol "Évolution de la vitesse"** - deux séances pour les 6èmes

Espace - astronomie

- ▶ **Séquence Eduscol "L'exploration spatiale"** - activités autour de l'exploration de Mars - cycle 3
- ▶ **Séquence Eduscol "Représentations géométriques de l'espace et des astres"** - cycle 3

Ressources scientifiques

LES FUSÉES

Une fusée ou un lanceur est un engin capable de **s'arracher de la pesanteur terrestre** et de se déplacer dans l'espace proche. La principale mission des fusées est de **mettre en orbite des satellites** qui sont utilisés pour des missions variées comme les télécommunications ou les prévisions météorologiques. Cependant, des fusées ont aussi servi à lancer des sondes spatiales, des rovers ou des équipages d'astronautes à l'intérieur de capsules.

Une fusée ne va jamais à destination (par exemple : sur Mars ou sur la Lune) mais permet de lancer dans l'espace une **charge utile** (satellite, sonde...) qui elle, ira jusqu'à la destination prévue. Une fusée est composée d'un ou plusieurs moteurs, de réservoirs qui contiennent le carburant et le comburant, d'une case à équipements (boîtier de commande, capteurs...) et de la charge utile. Les réservoirs sont remplis d'**ergols** (carburant et comburant) qui constituent 90% de la masse totale de la fusée au décollage.

Jusqu'à récemment, les fusées n'étaient utilisées qu'une fois : une fois vides, les différents étages de la fusée étaient largués, permettant un gain de poids et donc une accélération de la fusée pendant son vol. L'entreprise SpaceX est la première à développer un programme de **réutilisation de ses lanceurs** : en 2019, lors du lancement d'un Falcon heavy, trois propulseurs de la fusée ont été récupérés, en 2020, c'est la Crew Dragon, une capsule habitée de SpaceX, qui est redescendue sur Terre après avoir emmené des astronautes à la Station spatiale internationale.

► **Ariane 5** - Vidéo C'est pas sorcier

LE PRINCIPE D'ACTION-RÉACTION

Le principe d'**action-réaction**, ou troisième loi de Newton, est le principe physique qui permet de faire décoller une fusée : "toute force qui s'exerce dans une direction et qu'on appelle l'action, **génère une force identique dans la direction opposée**, la réaction". Si on pousse un objet, il pousse en retour sur nous. Dans le cas de la fusée, elle éjecte des gaz vers le bas, qui, par réaction, lui permettent de décoller. La force de la réaction dépend de la **masse qui est éjectée** et de la **vitesse d'éjection**.

Pour soulever une fusée, il faut donc au minimum une force supérieure au poids de la fusée : une masse importante de gaz doit être éjectée à une vitesse très élevée pour générer une force de réaction très importante. Dans le cas d'Ariane 5, 1400 tonnes de gaz sont éjectées permettant de lancer dans l'espace les 750 tonnes de fusée.

► **Décollage d'une fusée, principe d'action et réaction** - Vidéo Lumni, France TV éducation

ARIANE 5

Les deux propulseurs (EAP) : ce sont des boosters latéraux. Pendant les 2 premières minutes, ce sont eux qui assurent l'essentiel de la poussée en fournissant 90% de la puissance nécessaire au décollage. On peut comparer les propulseurs à deux énormes pétards qui contiennent des ergols sous forme de poudre (solide). Les propulseurs sont récupérés par parachute après avoir été séparés de la fusée mais ne sont pas réutilisés.

Ariane 5 est un lanceur de l'agence spatiale européenne (ESA), développé pour placer des satellites et des charges lourdes en orbite basse. Il décolle depuis le Centre spatial guyanais à Kourou (proche de l'équateur).

Ariane 5 mesure 53 mètres de haut (aussi haut qu'un immeuble de 15 étages) et pèse 750 tonnes au décollage.

Le lanceur comporte 5 parties :

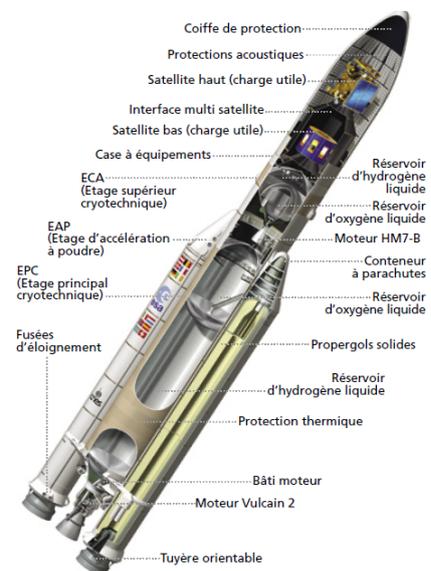
La coiffe : protège la charge utile (les satellites). Il peut y avoir jusqu'à 2 satellites complètement différents dans la coiffe si leur masse totale est supportable pour le lanceur.

La case à équipements : constituée d'instruments qui permettent de guider le lanceur.

L'étage supérieur (ECA) : Sa mission est d'ajuster la satellisation des charges utiles selon l'orbite visée et d'assurer leur orientation et leur séparation. Situé à l'intérieur du lanceur, il ne subit pas les ambiances extérieures (vibrations du décollage). Comprend un moteur et des réservoirs d'ergols.

L'étage cryogénique principal (EPC) : comporte le moteur Vulcain ainsi que deux réservoirs d'ergols liquides. Cet étage est mis à feu dès le décollage et assure seul la propulsion du lanceur durant la deuxième phase de vol, après le largage des propulseurs. Il fonctionne en tout durant neuf minutes.

- ▶ **C'est quoi la fusée Ariane ?** - Vidéo 1 jour, 1 question
- ▶ **CNES - Le fil d'Ariane :** série de dessins animés sur la fusée Ariane 5 (trajectoire, base de lancement, fabrication, assemblage...)



► L'EXPLORATION SPATIALE

La fusée est une très vieille découverte : à partir du IX^{ème} siècle, les Chinois découvrent qu'il est possible de fabriquer des fusées d'artifice avec de la poudre à canon. Cependant, c'est à la fin du XIX^{ème} siècle que les scientifiques s'intéressent à la possibilité de concevoir des fusées spatiales. En 1883, Constantin Tsiolkovski établit sur un plan théorique les principes des moteurs fusées et préconise l'utilisation d'ergols pour la propulsion. Ses travaux seront repris par d'autres scientifiques au cours du XX^{ème}.

L'histoire du développement des fusées spatiales est intimement liée à celle de l'**armement**. En effet, dans l'entre-deux-guerres, les militaires sont intéressés par le développement de fusées capables de transporter des explosifs sur de très grandes distances. En 1942, la première fusée V2 est développée et constitue le **premier missile balistique**. Cependant, c'est à la fin de la Seconde Guerre mondiale que la course à l'espace commence. Les premières fusées spatiales sont conçues dans un contexte de guerre froide : l'espace devient un lieu d'affrontement entre l'Union Soviétique et les États-Unis. Trois événements majeurs de la conquête spatiale sont à retenir : en 1957, le **premier satellite artificiel**, Spoutnik 1 est mis en orbite, en 1961, le **premier être humain** (Yuri Gagarin) est envoyé dans l'espace et en 1969, le **premier pas sur la Lune** est réalisé.

Depuis, **plus de 2500 satellites** sont mis en orbite, des sondes spatiales comme Galileo sont envoyées, la **Station Spatiale Internationale** est mise en place... Au fil des années, le nombre de lancements dans l'espace ne cesse d'augmenter mais seulement une poignée concerne des vols habités : à quand un retour d'un être humain sur la Lune ? Et un voyage sur Mars ? L'exploration spatiale ne fait que commencer.

- **Une brève histoire des fusées françaises** - Vidéo du CNES
- **L'homme dans l'espace, histoire d'une conquête** - Vidéo C'est pas sorcier
- **Une courte histoire de l'exploration spatiale** - Vidéo Rêves d'espace

En bonus

On aime :

Les yeux de la découverte : encyclopédie de l'espace, éditions Gallimard jeunesse

Une exploration passionnante et richement illustrée de l'Univers ! Plus de 800 photographies belles et précises : galaxies, nébuleuses, planètes, étoiles, comètes, astéroïdes, etc. Des textes concis et accessibles validés par des spécialistes, sur l'histoire de l'astronomie, la conquête spatiale, les techniques d'observation et l'identification des objets célestes. De nombreux outils - fiches, chronologies, schémas, cartes ou biographies d'astronomes - donnent un accès rapide à l'information.



Maquette Ariane 5

Maquette en papier à construire d'Ariane 5, proposée par le CNES (Centre National d'Études Spatiales) qui met aussi à disposition des enseignants une **éduthèque** constituée de projets éducatifs et de ressources.



Informations pratiques

Informations et réservations

04 77 42 02 78

larotonde@mines-stetienne.fr

www.explora.saint-etienne.fr

Tarifs :

3,50 € par élève / 30 élèves maximum

2 € par élève pour les inscriptions CAN

La facture vous est envoyée par courrier ou par mail à la suite de votre venue

Durée des ateliers

Nos ateliers sont prévus pour une durée de 2h, les horaires sont à votre convenance.

Localisation



→ ATTENTION : Explora est géré par La Rotonde de Mines Saint-Étienne mais ne se situe pas sur le même site

Confort et accessibilité

Un appui supplémentaire peut être mis en place pour les élèves à besoins spécifiques. Vous pouvez communiquer les éléments qui vous semblent utiles aux médiateurs lors de votre réservation.

Il est possible de prendre un pique-nique dans le Parc Explora, des sanitaires, une fontaine et des tables sont à disposition.

Explora

Explora c'est le lieu pour imaginer, fabriquer et jouer ! Ici on FAIT des sciences!

Explora c'est une aventure joyeuse et créative pour apprendre en jouant, se tromper avec plaisir et réussir en comprenant pourquoi et comment.

Explora c'est ExploraLab : un bâtiment pour créer et ExploraParc : un parc pour s'amuser.

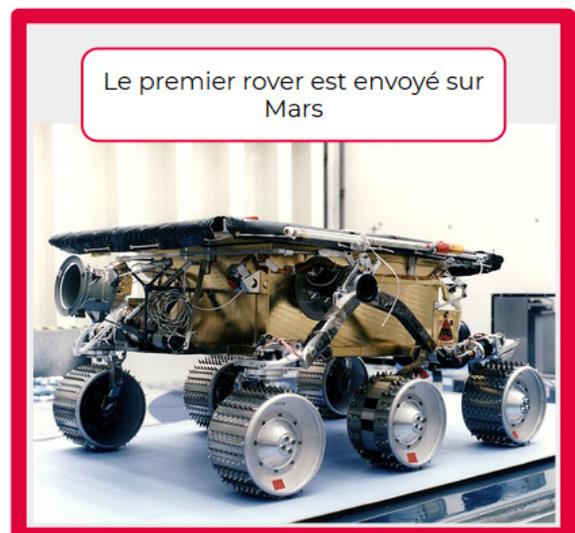
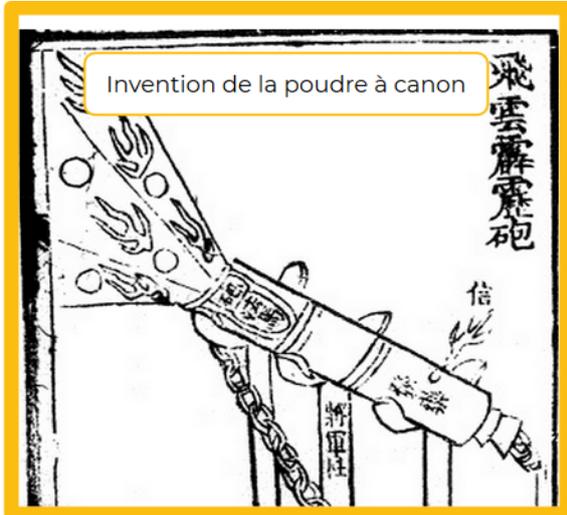
Explora est animé par l'équipe de La Rotonde, Centre de Culture Scientifique de Mines Saint-Etienne et Centre Pilote La Main à la Pâte.

Explora pour les scolaires

Les ateliers scolaires sont conçus dans le respect des programmes du Bulletin Officiel et visent à mettre les élèves en situation de démarche d'investigation. Ces derniers sont acteurs de l'atelier, se questionnent, testent leurs hypothèses et analysent les résultats.

La programmation et le contenu des ateliers ont été élaborés en concertation avec la circonscription de Saint-Etienne Est, et avec l'implication d'enseignant.es des écoles Tarentaize, Rosa Parks, Descours, Paillon, Tardy, Soleysel et du collège Gambetta.

Annexes - le timeline spatial





Date	Événement	Détails
VIIème siècle	Invention de la poudre à canon	La poudre à canon ou poudre noire est le plus ancien explosif connu. C'est un mélange de soufre, de charbon de bois et de salpêtre (moisissure) inventé en Chine durant la dynastie Tang (618-909). Tout d'abord utilisée comme traitement médical, la poudre noire a ensuite servi pour fabriquer des pétards et des fusées à poudre : les feux d'artifice. Elle a aussi été très utilisée pour faire fonctionner les armes à feu.
1942	Lancement du premier missile balistique	L'histoire du développement des fusées spatiales est liée à celle de l'armement. Dans l'entre deux guerres, les militaires sont intéressés par le développement de fusées capables de transporter des explosifs sur de très grandes distances. En 1942, la première fusée V2 est développée et constitue le premier missile balistique. Elle pouvait transporter une charge explosive de 800 kg à une distance de 300 km.
1957	Le premier satellite artificiel est envoyé dans l'espace	Sputnik 1 est le premier satellite artificiel envoyé dans l'espace. Il est lancé depuis l'Union Soviétique et marque le début de l'ère spatiale : dès 1958, 28 tentatives de lancement de satellites ont lieu, dont 5 réussies. L'espace devient un lieu d'affrontement entre l'Union Soviétique et les États-Unis.
1961	Le premier être humain est envoyé dans l'espace	Youri Gagarine est le premier être humain à avoir effectué un vol dans l'espace dans le cadre du programme spatial soviétique. Il a effectué un vol orbital : son vaisseau a été mis en orbite et a fait le tour de la Terre pendant 1 heure 48 à une altitude moyenne de 250 km.
1969	Premier pas sur la Lune	Premier pas de l'être humain sur la Lune lors de la mission Apollo 11 effectuée par Neil Armstrong et Buzz Aldrin. Il s'agit du point le plus éloigné de la Terre jamais foulé par un humain, ni même un être vivant connu à ce jour. Le succès des missions Apollo donneront aux États-Unis un avantage définitif sur l'URSS.
1997	Le premier rover est envoyé sur Mars	La sonde Mars Pathfinder se pose sur Mars et y dépose le rover Sojourner. Ce dernier est équipé de plusieurs caméras et est capable de se déplacer de façon autonome. Sojourner passera 83 jours sur Mars avant que sa batterie ne se décharge totalement.
1998	Mise en place de la Station Spatiale Internationale	La Station Spatiale Internationale est une station spatiale placée en orbite terrestre et occupée en permanence par un équipage international qui se consacre à la recherche scientifique. Chaque astronaute y séjourne de 3 à 6 mois et partage son temps de travail entre les opérations d'assemblage, de maintenance et les tâches scientifiques. Les travaux scientifiques portent principalement sur la biologie – en particulier l'adaptation de l'être humain à l'absence de pesanteur – ainsi que sur la science des matériaux et l'astronomie.

Date	Événement	Détails
2012	Première sonde à quitter le système solaire	Voyager 1 est une sonde envoyée par la NASA destinée à l'étude des planètes externes du système solaire (Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune). Lancée dans l'espace en 1977, Voyager 1 quitte le système solaire en 2012. Elle constitue l'objet d'origine terrestre le plus éloigné à ce jour, dérivant dans l'espace intersidéral à plus de 20 milliards de kilomètres de la Terre.
2014	Premier atterrissage sur une comète	Rosetta, une sonde de l'agence spatiale européenne, est placée en orbite autour de la comète Tchouri et y envoie un petit atterrisseur, Philae, dans le but d'analyser la composition du sol et la structure de la comète.
2020	Premier vol habité effectué par une entreprise privée	L'entreprise privée SpaceX envoie grâce à la fusée Falcon 9, la capsule Crew Dragon transportant deux astronautes jusqu'à la Station Spatiale Internationale.