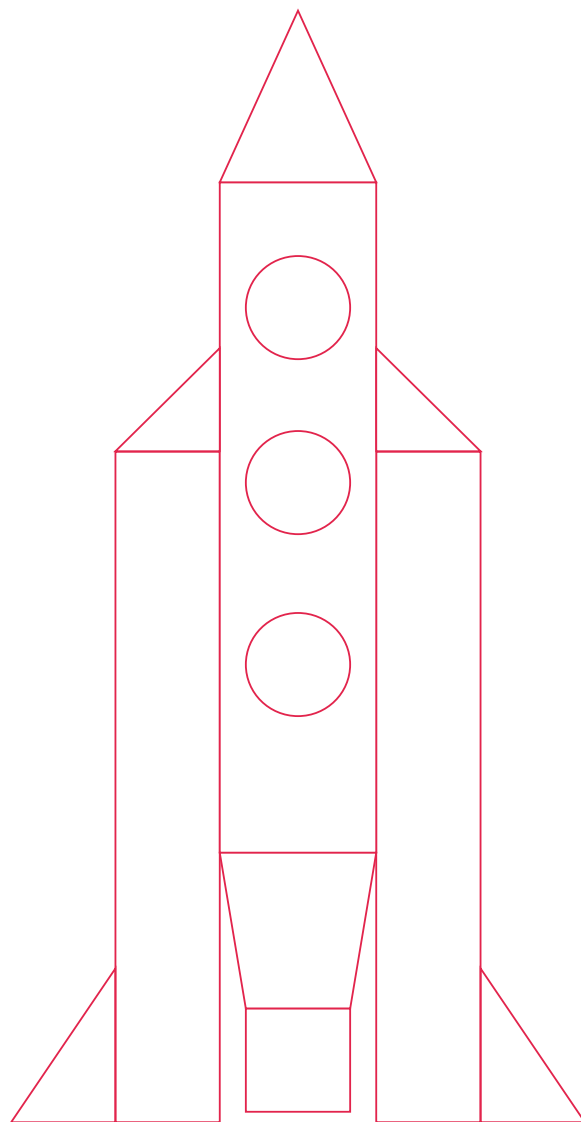
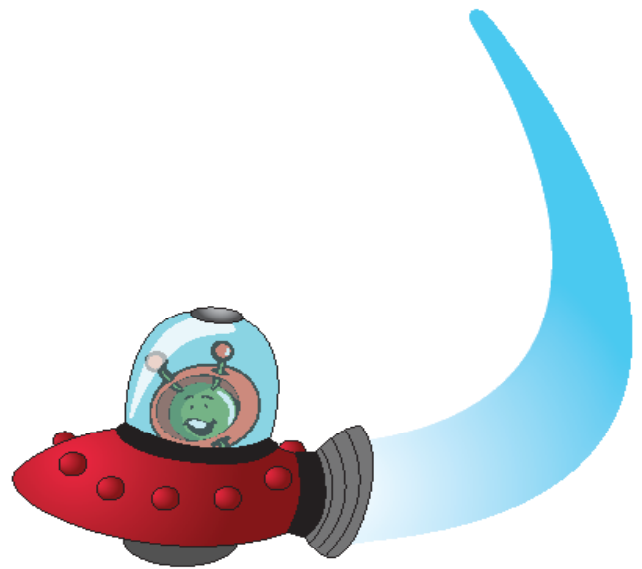


# Enseigner avec l'espace

→ **TOUJOURS PLUS HAUT !**

*Construis et lance ta propre fusée*





Informations générales	page 3
Activité 1 : Décollons de cette planète !	page 4
Activité 2 : De l'air pour la fusée (I)	page 6
Activité 3 : De l'air pour la fusée (II)	page 9
Activité 4 : Du carburant pour la fusée	page 14

## → INFORMATIONS GÉNÉRALES

### Pourquoi avons-nous besoin de fusées ?

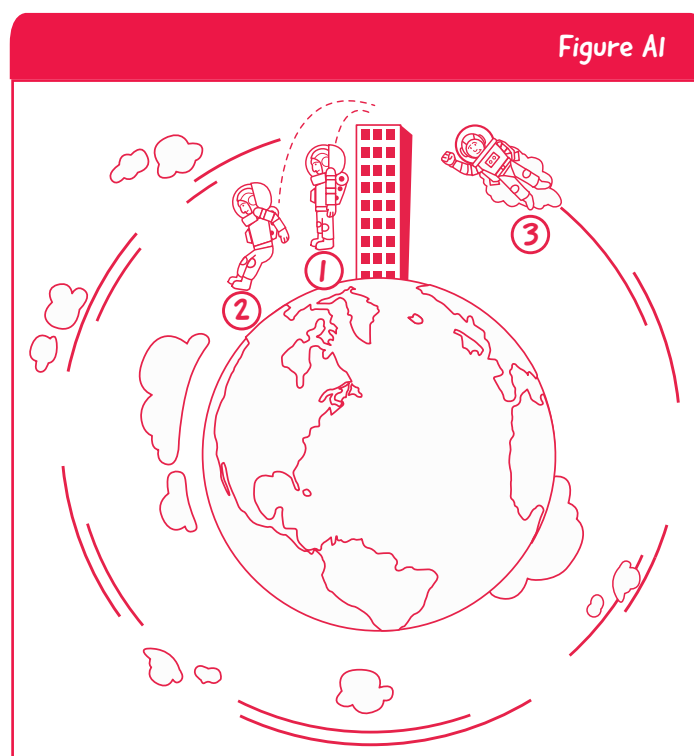
Sur la Terre, il existe une force qui nous attire vers le bas et donc vers le sol en continu. Nous sommes tellement habitués à cette force que nous ne la remarquons même plus. Mais lorsque nous sautons, nous retombons toujours dans la direction du sol à cause de cette même force. Il s'agit de la **gravité\***.

Si un astronaute voulait échapper à la gravité terrestre, il devrait sauter très très haut et très très vite, autrement, il retomberait sur la Terre (comme il le fait sur la Figure A1, sauts 1 et 2).

Cependant, si l'astronaute pouvait sauter dans la bonne direction et accélérer, il serait capable de contrecarrer la forte gravité terrestre. En empruntant cette direction spécifique avec de la vitesse, il retomberait vers la Terre au lieu de retomber directement vers le sol, mais raterait la planète.

Par conséquent, il arriverait autour de la Terre et entrerait en **orbite\*** (Figure A1, saut 3).

Les astronautes de la Station spatiale internationale et les satellites qui observent la Terre se trouvent aussi en **orbite\***.



↑ La force de gravité nous attire vers le sol en continu. Pour y échapper, les astronautes devraient sauter à très grande vitesse dans une direction spécifique.

Aucun astronaute n'est capable de sauter assez vite pour échapper à la force gravitationnelle de la Terre ! C'est pourquoi les scientifiques ont inventé les fusées.

\*Gravité : La force d'attraction existant entre deux objets, dans ce cas entre la Terre et nous-même

Orbite : Le mouvement d'un objet suivant une trajectoire circulaire ou elliptique autour d'un autre objet.



# → ACTIVITÉ 1 : DÉCOLLONS DE CETTE PLANÈTE !

Les fusées sont des machines incroyables qui peuvent être utilisées pour explorer l'espace. Elles amènent les humains, les satellites et les vaisseaux spatiaux jusqu'à où ils doivent se rendre. Dans cette activité, tu vas réaliser des recherches sur les fusées.

## Matériel

- 1 paire de ciseaux
- De la colle
- 3 autocollants des fusées de l'ESA

## Exercice

1. Dans les carrés ci-dessous, colle les « autocollants » fusées fournis pour ton professeur.
2. Explique pourquoi tu penses que les fusées ont différentes tailles.


---



---



---



---



3. Utilise Internet pour chercher des informations sur une des fusées. Complète le tableau A1 avec ses caractéristiques principales.

Tableau A1	
Données principales	Nom de la fusée: _____
Hauteur	
Diamètre	
Masse au décollage	
Masse de charge maximale	
Fusée utilisée dans les missions suivantes	

↑ Caractéristiques de la fusée

### Sais-tu que...

Le premier satellite a été lancé dans l'espace en octobre 1957. Il s'appelait Spoutnik. Le premier homme à voyager dans l'espace, en avril 1961 s'appelait Youri Gagarine. Depuis lors, plus de 550 astronautes et cosmonautes ont été envoyés dans l'espace et des milliers de satellites artificiels (créés par les hommes) sont en orbite autour de la Terre. Chacun d'entre eux a été placé en orbite directement ou indirectement par une fusée.



NASA

## → ACTIVITÉ 2 : DE L'AIR POUR LA FUSÉE (I)

Dans cette activité, tu vas construire une fusée en papier. Elle pourra voler grâce à une paille qui te servira de lanceur. Tu vas travailler comme un vrai scientifique pour concevoir une fusée et la tester à travers les différentes étapes de développement.

### Matériel

- 1 feuille de papier A4
- 1 paille
- 1 crayon
- 1 paire de ciseaux
- Du papier collant
- Un modèle pour les ailettes

### Santé et sécurité

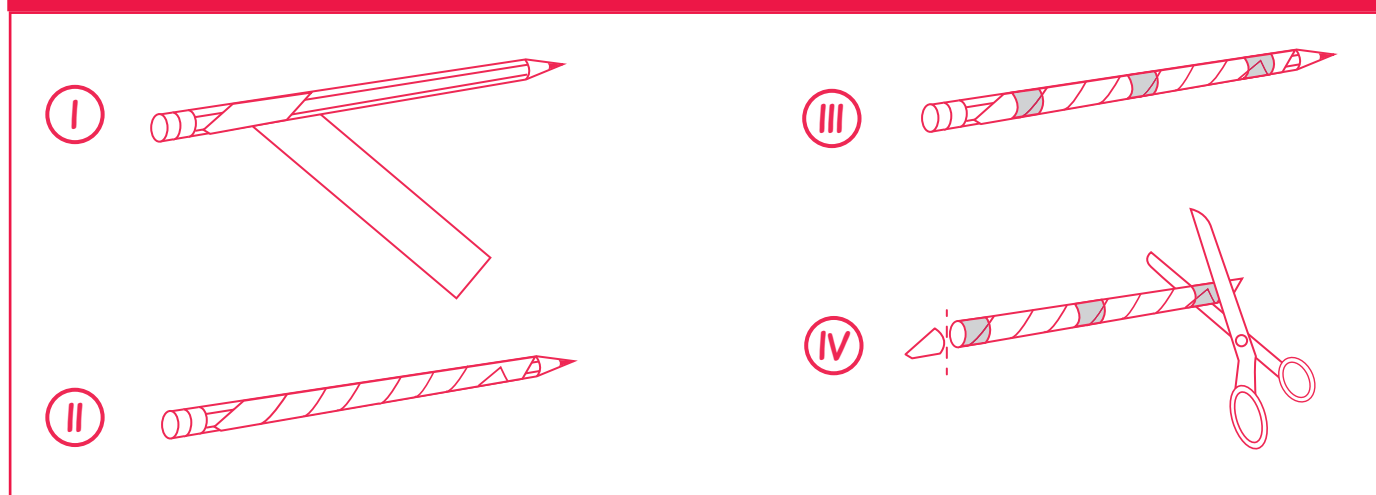
- Lance les fusées dans un espace ouvert.
- Lance les fusées dans une espace sécurisé, déterminé par ton professeur.
- Ne lance pas les fusées en direction d'autres personnes.

### Exercice

1. Suis les instructions I à IV de la Figure A2 pour construire le corps de ta fusée :

- Coupe une bande de 5cm de large, dans la longueur d'une feuille de papier A4. En commençant par le bout inférieur du crayon, tiens le papier et forme un angle d'environ 45° avec le crayon.
- Enroule la bande de papier autour du crayon en la serrant assez bien jusqu'à ce que tu arrives à l'autre extrémité du crayon.
- Attache bien le cylindre avec du papier collant afin qu'il ne se défasse pas et retire le crayon.
- Coupe les deux extrémités du cylindre.

Figure A2



↑ Construire le corps de la fusée.

2. Insère la paille dans une des deux extrémités ouvertes.



3. Avant de lancer ta fusée, pense à comment elle va se comporter dans l'air et à la distance qu'elle va parcourir en volant. Note tes prédictions dans le Tableau A2 dans la partie discussion à la page suivante.

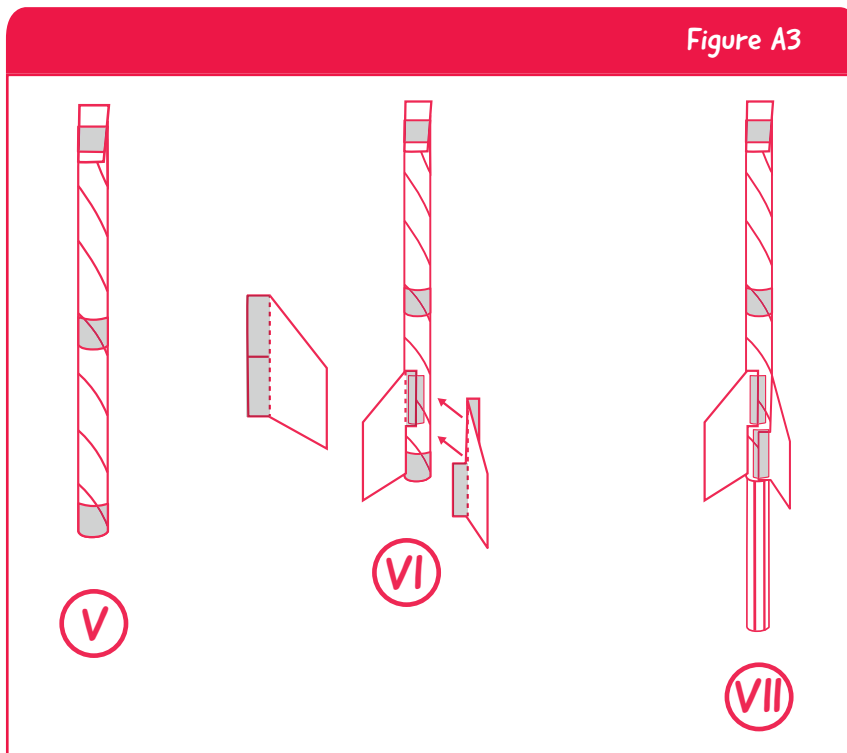
4. Lance ta fusée en soufflant très fort à travers la paille. Est-ce que ton lancement est concluant ? Écris tes observations dans le Tableau A2.

5. Continue la construction en suivant les prochaines étapes, V à VIII (Figure A3) :

V. Replie l'extrémité supérieure de la fusée afin qu'elle forme une pointe et attache-la avec du papier collant.

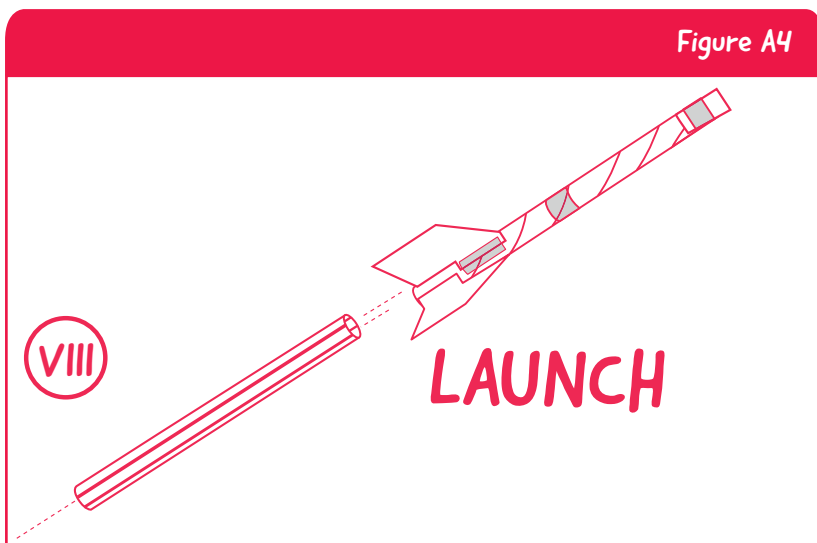
VI. Coupe les ailettes du modèle et attache-les à la fusée avec du papier collant.

VII. Insère la paille par l'extrémité ouverte. Avant de relancer la fusée, réfléchis à quelle trajectoire tu t'attends à observer. Jusqu'à où penses-tu que ta fusée va voler ? Écris tes prédictions dans le Tableau A2 à la page suivante.



↑ Continue à construire ta fusée en papier

VIII. Lance de nouveau la fusée en soufflant très fort dans la paille. Observe ce qui se passe et écris tes observations dans le Tableau A2.



↑ Lance ta fusée en papier

## Discussion

1. Complète le Tableau A2 avec tes prédictions et observations pour chaque lancement de fusée.

Table A2		
	Lancement 1	Lancement 2
Prédictions		
Observations		

↑ Tes prédictions et observations.

2. Compare tes observations du lancement 1 avec celle du lancement 2. Décris et explique toutes les différences entre les deux lancements.

---



---

3. En te basant sur tes observations, explique ce dont la fusée a impérativement besoin pour être lancée dans l'espace. Quelle est la différence entre le lancement d'une fusée réelle et celle en papier ?

---



---

### Sais-tu que...

Pour aller dans l'espace, les fusées doivent se déplacer à très grandes vitesses. La vitesse requise dépend de la hauteur que la fusée doit atteindre. Par exemple, la Station spatiale internationale (SSI) est à environ 400 km au-dessus de la surface de la Terre. Pour approvisionner la SSI, la vitesse de la fusée doit être d'environ 28 000 km/h, soit presque 8km/s, pour compenser l'attraction créée par la gravité terrestre. La fusée Soyouz, visible sur la photo, transporte des astronautes jusqu'à la Station spatiale internationale.





## → ACTIVITÉ 3 : DE L'AIR POUR LA FUSÉE (II)

Dans cette activité, tu vas construire une fusée en papier, que tu lanceras ensuite grâce à une bouteille d'eau en plastique et à un coude de lancement en 3D. Tu essaieras aussi de découvrir comment l'angle de lancement modifie la **trajectoire\*** de la fusée.

### Matériel

- 2 feuilles de papier A4
- Des modèles pour le nez de la fusée et les ailettes.
- 1 bouteille d'eau en plastique de 500 ml.
- 1 coude de lancement imprimé en 3D
- 1 rapporteur
- 1 paire de ciseaux
- Du papier collant
- Un mètre ruban

### Santé et sécurité

- Lance les fusées dans un espace ouvert.
- Lance-les uniquement dans une zone sécurisée, celle indiquée par ton professeur.
- Ne lance pas les fusées en direction d'autres personnes.
- Porte des lunettes de sécurité pour éviter toute blessure aux yeux pendant le lancement.

### Exercice

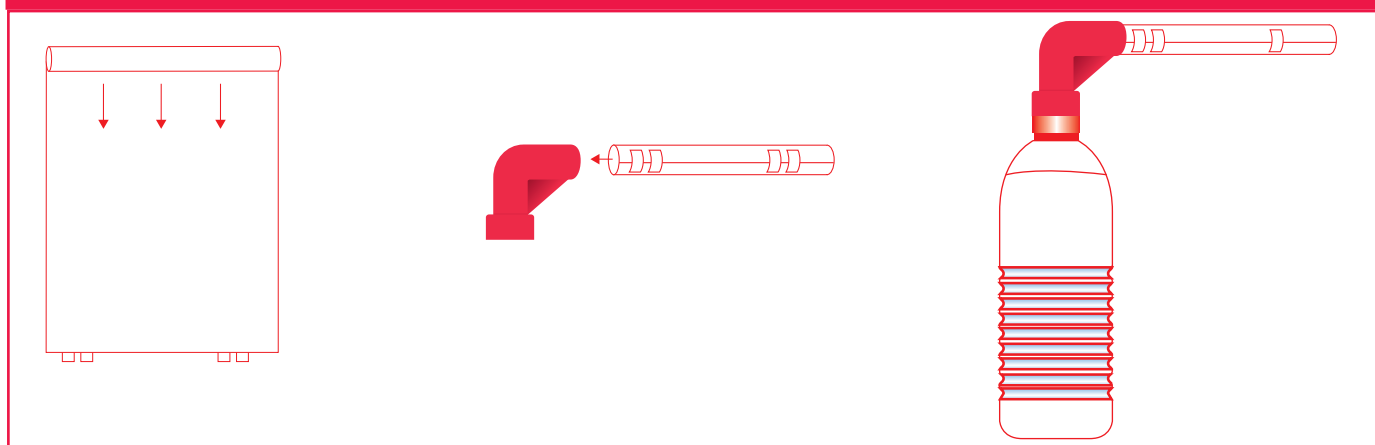
Étape 1 : Assemble ta plateforme de lancement en suivant les instructions ci-dessous.

I. Enroule une feuille de papier A4 et forme un cylindre d'une longueur de 21 cm et d'environ 2 cm de diamètre, ou suffisamment large pour qu'elle rentre parfaitement dans le coude de lancement. Fixe le papier avec du papier collant pour qu'il ait la forme d'un tuyau

II. Insère le papier en forme de tuyau dans le coude de lancement comme indiqué sur la Figure A5. Fixe le tuyau en papier au coude de lancement grâce au papier collant.

III. Visse la bouteille d'eau sur l'autre côté du coude de lancement.  
Ta plateforme de lancement est prête.

Figure A5



↑ Assembler la plateforme de lancement de ta fusée en papier.



**Étape 2 : Pour construire ta fusée, suis les instructions ci-dessous.**

I. Enroule une feuille de papier A4 de manière à former un cylindre d'un diamètre d'environ 2,5 cm et d'une longueur de 29 cm (Figure A6).

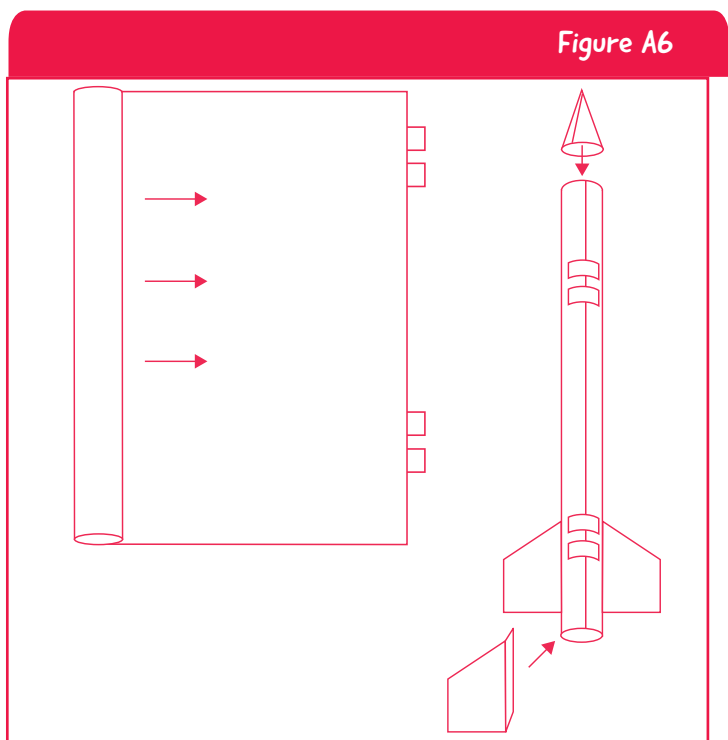
II. Mets du papier collant pour garder cette forme de tuyau. Ce sera le corps de ta fusée. Assure-toi que le tuyau de la plateforme de lancement que tu as réalisé à l'étape 1 rentre dans la fusée

III. Ferme une des extrémités ouvertes du cylindre avec du papier collant. Cette partie constituera l'avant de la fusée.

IV. Crée le nez de la fusée. Une des façons de réaliser ce nez en forme de cône est de découper un cercle d'environ 8 cm de diamètre. Coupe et retire un quart du cercle. Referme les bords du cercle, enroule-les et ferme-les avec du papier collant. Assure-toi qu'il n'y ait pas de trous !

V. Attache le cône à une des extrémités ouvertes du corps de la fusée avec du papier collant.

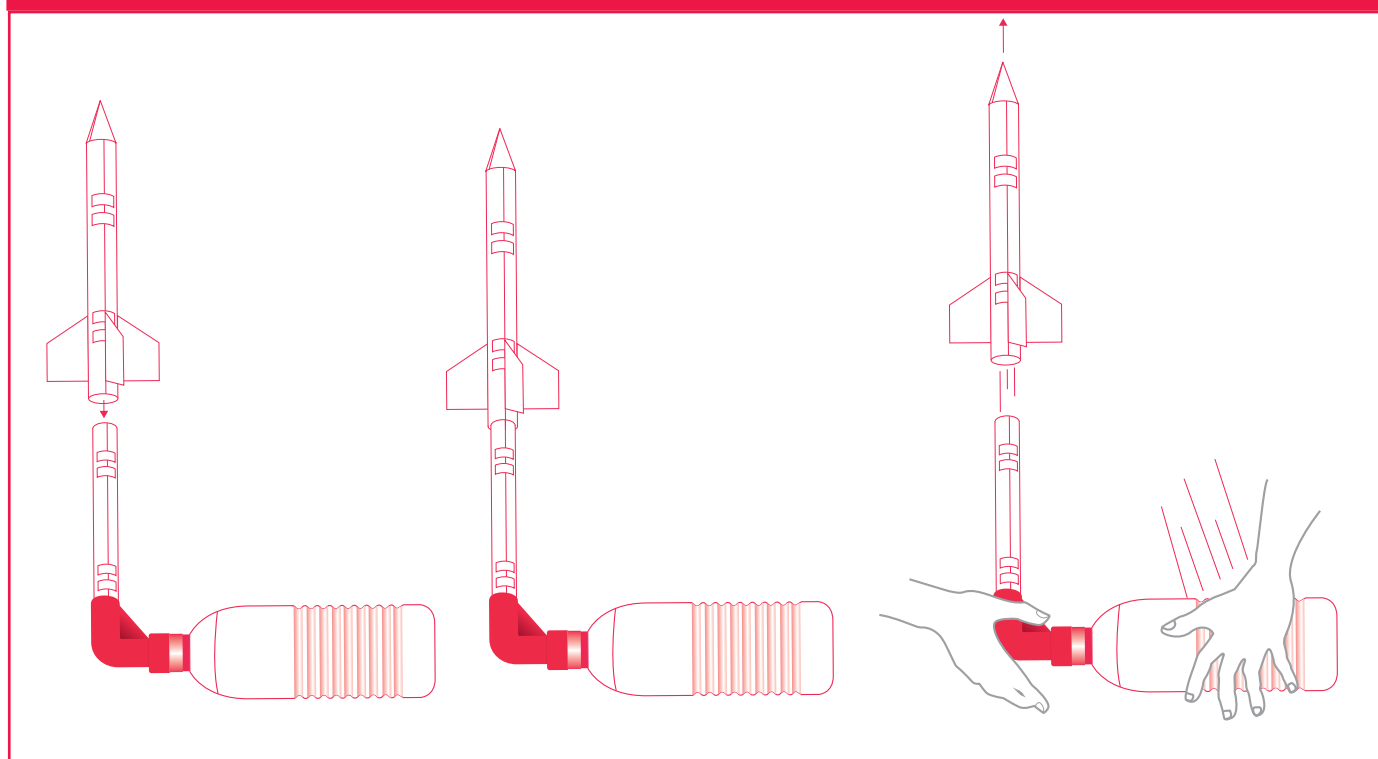
VI. Ajoute les ailettes à ta fusée. Maintenant, elle est prête à être lancée ! Assure-toi que ta fusée est bien collée et n'oublie pas de lui donner un nom !



↑ Construire une fusée en papier.

3. Place ta fusée sur le tuyau en papier de la plateforme de lancement (Figure A7).
4. Place le système de lancement de la fusée ainsi que la fusée sur le sol.
5. Décide quel angle tu vas utiliser pour lancer ta fusée. Mesure cet angle en utilisant un rapporteur et tiens la plateforme de lancement fermement en gardant cet angle.
6. Pour lancer la fusée, mets une de tes mains sur le coude de lancement en 3D (pour aider à garder l'angle de lancement) et place ton autre main au milieu de la bouteille. Appuie fort sur la bouteille pour lancer la fusée (Figure A7).

Figure A7



↑ Lance ta fusée en papier.

7. Observe la trajectoire de vol de ta fusée.
8. Mesure la distance horizontale que ta fusée a parcourue depuis l'endroit de lancement jusqu'à celui où elle a atterri.
9. Réalise un autre lancement en respectant les mêmes conditions (même angle de lancement et même force de pression sur la bouteille d'eau) et mesure la distance parcourue.
10. Répète l'expérience en utilisant différents angles de lancement (voir Tableau A3 dans la partie discussion ci-dessous) et mesure les distances parcourues.



## Discussion

1. Complète le tableau ci-dessous avec les distances parcourues par la fusée. Calcule la distance moyenne pour les différents angles de lancement.

Table A3			
Angle de lancement (°)	Distance (mètres) Lancement 1	Distance (mètres) Lancement 2	Distance (mètres) Moyenne
75			
60			
45			
30			

↑ Distance parcourue selon les différences angles de lancement.

2. À partir de tes résultats, explique comment l'angle de lancement modifie la trajectoire de la fusée.

---



---



---



---

3. Identifie les deux facteurs d'incertitudes possibles lorsque l'on utilise cette méthode de lancement de fusées.

---



---

### Activité de suivi

1. Selon toi, décris quels changements tu observerais dans la trajectoire de la fusée si tu poussais plus fort (avec plus d'énergie) sur la bouteille d'eau.

---

---

2. Répète un des lancements pour tester ton hypothèse. Compare tes résultats. Ton hypothèse était-elle correcte ?

---

---

3. Rédige une conclusion pour ton expérience complémentaire.

---

---

### Sais-tu que...

Aller dans l'espace est très onéreux. À chaque fois qu'une fusée est utilisée pour lancer un satellite ou quelconque autre charge dans l'espace, plusieurs parties de la fusée tombent dans l'océan ou brûlent dans l'atmosphère. Pour réduire les coûts, les chercheurs essaient de trouver des manières de réutiliser les éléments des fusées. Pour ce faire, les fusées doivent être capables de supporter une chaleur intense lors de la rentrée dans l'atmosphère, qui est causée par la friction entre la fusée qui se déplace très vite et l'air. L'ESA est en train de développer et de tester des nouvelles technologies pour construire une nouvelle gamme de fusées réutilisables.



L'image à droite est une vue d'artiste du Véhicule expérimentale intermédiaire (en anglais Intermediate eXperimental Vehicle ou IXV). Il est parvenu à réaliser une rentrée atmosphérique totale et s'est écrasé à un endroit précis dans l'océan Pacifique.

## → ACTIVITÉ 4 : DU CARBURANT POUR LA FUSÉE

Quand une fusée est lancée, elle brûle environ 500 000 kilogrammes de carburant en seulement quelques minutes. Dans cette activité, tu vas analyser la relation entre la quantité de carburant et la distance parcourue.

### Matériel

- 1 boîte blanche de film photo de 35mm
- Des comprimés effervescents (par ex. Alka-Seltzer®)
- De l'eau
- Un mètre ruban
- Du papier collant
- 1 paire de ciseaux
- 2 chaises
- 5 mètres de ligne de pêche
- 1 paille à boire
- 1 tasse en plastique

### Santé et sécurité

- Ne lance pas les fusées en direction d'autres personnes.
- Porte des lunettes de sécurité pour éviter toute blessure aux yeux pendant le lancement.
- Ne te penche pas au-dessus de la fusée si elle ne s'est pas lancée correctement quand tu le demandais, car elle pourrait partir à un moment inattendu.

### Exercice

1. Établis une expérience grâce au matériel fourni. Elle se penchera sur l'importance du carburant dans une fusée. Tu seras amené(e) à savoir comment faire décoller une fusée en utilisant du carburant, et aussi à étudier comment la quantité de carburant influence la distance qu'une fusée parcourt.
2. Discute de ton plan avec ton professeur et tes camarades. Réalise les ajustements nécessaires.
3. Prépare l'expérience. Pour obtenir de meilleurs résultats, nous te suggérons de réaliser un lancement horizontal.
4. Lance la « fusée ». Enregistre la quantité de carburant utilisé, ainsi que la distance parcourue par la fusée.
5. Présente tes conclusions à ton professeur et à tes camarades. Explique tes choix et tes résultats.

### Sais-tu que...

La fusée européenne Ariane 5 pèse 780 tonnes au décollage. La plupart de sa masse vient du carburant qui se trouve dans les propulseurs, sous forme de propergols solides et d'hydrogène liquide. L'hydrogène est extrêmement facile à brûler en présence d'oxygène, mais il est très dur à entreposer. Pour le garder sous forme liquide, l'hydrogène doit être maintenu à  $-253^{\circ}\text{C}$  et requiert un très grand conteneur. Pour avoir une idée de la froideur, compare-la avec la température à laquelle l'eau gèle :  $0^{\circ}\text{C}$



Enseigner avec l'espace – Kit de matériaux pour vaisseau spatial | PR07b  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education) (liens en anglais)  
[www.eserobelgium.be](http://www.eserobelgium.be) (liens en français)

Concept développé pour l'ESA par la Nottingham Trent University,  
Royaume-Uni

Traduit en français par ESERO Belgium  
Le Bureau de l'Éducation de l'ESA accueille volontiers les  
réactions et commentaires  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

Une production de l'ESA Education  
Copyright © European Space Agency 2017