

→ RETOUR SUR TERRE EN TOUTE SÉCURITÉ





En bref	Page 3
Introduction	page 5
Activité 1 : Ralentir les satellites !	page 6
Activité 2 : Le défi du sac à dos du satellite	page 7
Fiche de l'élève : Activité 2	page 10
Liens utiles	page 11

TEACH WITH SPACE - Retour sur Terre en toute sécurité | PR53
www.esa.int/education_et_esero.fr

Le Bureau du climat de l'ESA apprécie les retours et commentaires à l'adresse :
teachers@esa.int, remarques en français à esero.france@cnes.fr

Une production ESA Education en collaboration avec ESERO UK, Traduction
et adaptation française par ESERO France et CNES

Copyright © European Space Agency 2021
Copyright © CNES/ESERO France 2022





RETOUR SUR TERRE EN TOUTE SÉCURITÉ

En bref

Objet : sciences, technologie, conception, ingénierie, mathématiques

Tranche d'âge : 7-11

Type : activité scolaire

Difficulté : modérée

Temps nécessaire pour la leçon : 2 h15

Coût : Jouets en forme d'hélices facilement disponibles chez des fournisseurs en ligne

Lieu : salle de classe, cour de récréation ou hall de l'école

Implique l'utilisation de : hélices de disques volants et/ou frisbees hélices en plastique

Matière du programme scolaire/mots clés : matériaux, forces, mesures

Vocabulaire : satellite, orbite, friction, air, surface, rentrée, atmosphère

Aperçu

Cet ensemble d'activités permet de présenter aux élèves le concept de rentrée contrôlée ou non contrôlée des satellites. On leur demande de trouver un moyen de réduire les débris spatiaux en modifiant les satellites pour qu'ils reviennent sur Terre. Dans la première activité, les élèves imaginent qu'ils sont des satellites en orbite et découvrent à quel point l'augmentation de la surface d'un objet se déplaçant dans l'air peut entraîner son ralentissement. Dans la deuxième activité, ils échangent des idées et les testent en utilisant des hélices volantes qui représentent les satellites, et réfléchissent ensuite à ce qu'il faudrait mettre dans le « sac à dos » d'un satellite pour une rentrée ou un ralentissement contrôlé.

(Ces activités peuvent être organisées séparément ou combinées afin de permettre un apprentissage progressif.)



Objectifs de l'apprentissage

Au terme de ces activités, les élèves pourront :

- Comprendre le phénomène de traînée (résistance aérodynamique), un type de friction qui peut exister entre les objets et l'air.
- Comprendre que l'augmentation de la surface d'un objet a pour effet d'accroître la traînée exercée sur celui-ci.
- Comprendre que les débris spatiaux tels que les satellites peuvent être ralentis par la traînée, une caractéristique qui peut être mise à profit pour les techniques d'élimination des débris spatiaux.

Critères de réussite

Au cours de ces activités, les élèves montreront qu'ils sont capables de...

- Identifier les effets de la traînée qui s'exerce entre les objets en mouvement et l'air.
- Collecter et enregistrer des données à partir de leurs propres observations et mesures.
- Faire des prévisions basées sur des résultats préliminaires et effectuer d'autres tests.
- Établir un lien entre leurs résultats et la problématique scientifique plus large en question.
- Justifier les applications particulières de matériaux courants, en s'appuyant sur des essais comparatifs.

Synthèse des activités

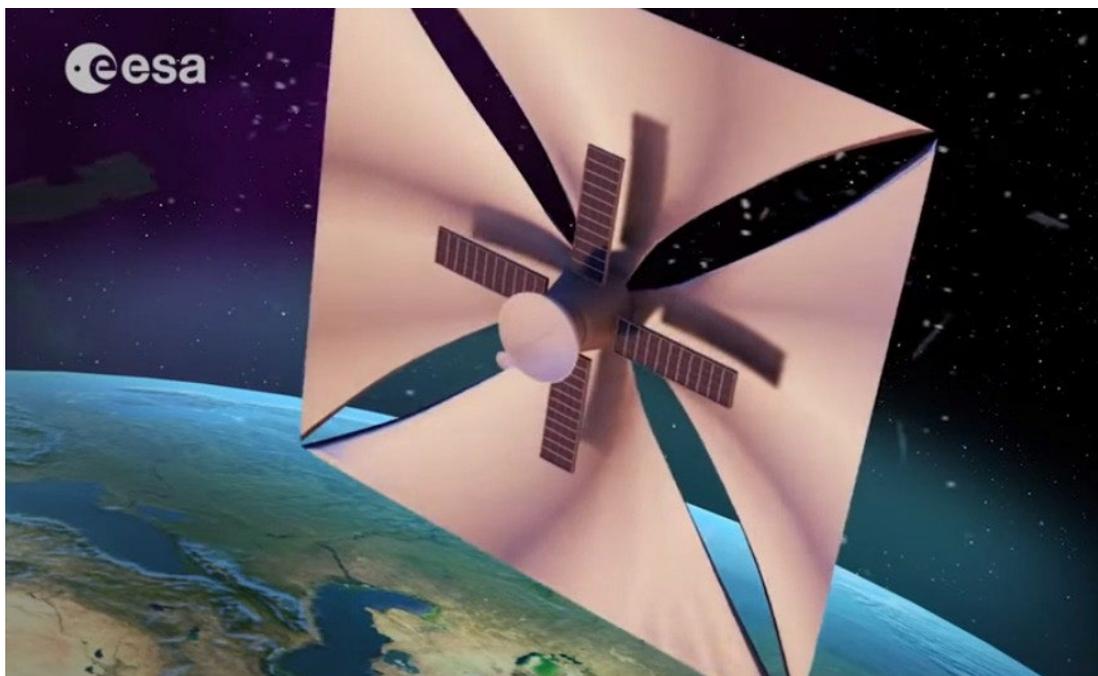
Titre	Description	Résultat	Apprentissage préalable	Durée
1. Ralentir les satellites !	Les élèves imaginent qu'ils sont des satellites en mouvement et découvrent que l'augmentation de la surface d'un objet se déplaçant dans l'air peut entraîner son ralentissement.	Ils apprennent que le phénomène de traînée est un type de friction qui peut exister entre les objets et l'air et que l'augmentation de la surface d'un objet a pour effet d'accroître la traînée exercée sur celui-ci.	Aucun	45 mn
2. Le défi du sac à dos du satellite	Les élèves testent leurs idées de ralentissement d'un satellite en rotation et réfléchissent ensuite à ce qu'il faut mettre dans le sac à dos du satellite pour le désorbiter.	Les élèves apprennent que les satellites peuvent être ralentis par la traînée, une caractéristique qui peut être utilisée pour les techniques d'élimination des débris spatiaux du programme Clean Space.	Aucun	1 heure



INTRODUCTION

La quantité de débris ou « déchets » spatiaux gravitant autour de la Terre a atteint un niveau que nous ne pouvons plus ignorer, et la situation ne fera que s'aggraver si nous n'agissons pas. Le programme Clean Space de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a pour objectif non seulement de limiter les débris produits par les futures missions spatiales, mais aussi de réduire activement les débris déjà en orbite. Mais l'équipe du programme considère le ramassage actif des débris comme une solution temporaire visant à éliminer les satellites actuellement inactifs dans l'espace. La solution idéale et permanente consisterait à concevoir les satellites de manière à ce qu'ils tombent d'eux-mêmes sur Terre, une approche bien plus durable que l'envoi d'autres vaisseaux pour récupérer les débris.

Les débris en orbite autour de la Terre doivent être ralentis pour que la gravité terrestre puisse les attirer dans l'atmosphère. La traînée – un type de friction qui agit entre les objets en mouvement et l'air – peut être utilisée pour ralentir les débris. L'une des méthodes mise en œuvre dans le cadre d'une mission appelée Icarus-1 et actuellement testée, consiste à déployer une voile de traînée pour augmenter la surface d'un satellite à la fin de sa mission, afin de le ralentir : le satellite brûlera lors de sa rentrée dans l'atmosphère. Tandis que le satellite s'éloigne de l'air raréfié de l'orbite basse terrestre pour se rapprocher de l'air plus dense que respirent les humains, la friction exercée sur les débris augmente rapidement, ce qui entraîne une forte accumulation de chaleur et la combustion des débris.



ACTIVITÉ 1 : RALENTIR LES SATELLITES !

Dans cette activité, les élèves imaginent qu'ils sont des satellites en mouvement et découvrent que l'augmentation de la surface d'un objet se déplaçant dans l'air peut entraîner son ralentissement.

Matériel

- Draps de lit
- Papier (formats A5, A4, A3, A2)
- Parapluie

Exercice

Expliquez aux élèves qu'ils doivent se « mettre dans la peau » d'un satellite. Faites-leur découvrir les effets de la résistance de l'air en courant dans le hall de l'école ou la cour de récréation. Ils doivent ensuite essayer de courir en tenant des feuilles de papier de différentes formes et tailles dans leurs mains droite et gauche. Ils peuvent même essayer de courir en tenant un parapluie ouvert derrière ou devant eux, ou de courir deux par deux en déployant un grand drap de lit entre eux.



Discussion

En classe, lancez une discussion sur ce que les élèves ont appris dans le cadre de cette activité :

- *Qu'ont-ils remarqué lorsqu'ils ont couru avec des feuilles de papier de plus en plus grandes ?*
- *Comment comparent-ils leur expérience avec le papier, le drap et le parapluie en termes de vitesse de course ?*

Plus les objets ont une surface importante, plus ils se déplacent lentement dans l'air. Ce phénomène s'appelle la traînée. La traînée est un type de friction créée par l'air qui oppose une résistance au mouvement et elle est proportionnelle à la surface de l'objet en mouvement.



ACTIVITÉ 2 : Le défi du sac à dos du satellite

Dans cette activité, les élèves testent leurs idées pour ralentir un satellite en rotation autour de la Terre et réfléchissent ensuite à ce qu'il faudrait mettre dans le sac à dos du satellite pour le désorbiter. Vous pouvez regarder la vidéo de cette activité [ici](#).

Matériel

- Hélices de disques volants et/ou frisbees hélices en plastique
- Papier de sucre
- Film alimentaire
- Ruban adhésif
- Chronomètres



Exercice

Donnez à chaque groupe une hélice de disque volant et/ou un frisbee hélice, qui serviront à représenter des satellites en orbite autour de la Terre.

Les élèves doivent construire trois prototypes : un sans rajout, un recouvert de papier de sucre, et un recouvert de film alimentaire, comme illustré ci-contre. Notez qu'il est très important d'utiliser des matériaux très légers (en quantité minimale), sinon les hélices seront trop lourdes et ne resteront pas en l'air pendant longtemps.



À l'extérieur ou dans le hall de l'école ou dans un gymnase, les élèves doivent lancer les hélices et noter les durées de vol.

Les groupes peuvent choisir leur propre méthode pour enregistrer les durées de vol, par exemple des tableaux ou des graphiques, ou utiliser le modèle de la fiche d'activité n°2.

Une fois que chaque groupe a consigné au moins trois durées de vol, demandez-leur de réfléchir à la manière dont ils pourraient ralentir les hélices. Ils peuvent prendre en compte ce qu'ils ont appris lors de l'activité 1.





Ils doivent échanger leurs idées et peuvent dessiner leurs modèles avant d'essayer de les mettre en œuvre. Pour l'hélice de disque volant, les suggestions peuvent consister à augmenter la longueur, la largeur, l'orientation ou la forme en y attachant du papier, des ballons ou d'autres matériaux. Pour le frisbee hélice, les élèves peuvent suggérer d'ajouter un matériau entre les hélices.

Les groupes doivent adapter leurs prototypes, les tester et noter à nouveau les durées de vol.



Discussion

Organisez une discussion sur les résultats de chaque groupe. Voici quelques pistes :

- *Comment peut-on établir un lien entre le ralentissement de l'hélice dans cette activité et le retour des satellites sur Terre ?*
- *Quelles sont les idées qui, selon eux, ont bien ou moins bien fonctionné ? Pourquoi ?*
- *Sur la base des résultats de leurs tests, que pensent-ils qu'il faudrait mettre dans le sac à dos des satellites*
- *Quels conseils donneraient-ils à l'ESA ?*

Conclusion

Ajouter un matériau à une hélice de disque volant permet de ralentir la vitesse à laquelle elle tourne, ce qui la fait retomber plus vite sur Terre. Les voiles de traînée ralentissent la rotation des satellites autour de la Terre, favorisant ainsi l'attraction de ces satellites par la gravité terrestre, qui les fait retomber sur Terre plus rapidement.

LE SAVIEZ-VOUS ?

L'ESA expérimente de nombreux concepts destinés à ralentir les satellites pour les ramener sur Terre, notamment les voiles de traînée. À l'instar de ces voiles conçues pour ralentir les débris spatiaux, des matériaux de la vie courante peuvent servir à ralentir les hélices. Ils augmentent la traînée exercée sur les hélices, de sorte qu'elles retombent plus vite sur « Terre ». Dans le cas des satellites, les voiles de traînée servent à produire une plus grande traînée et à les ralentir, la gravité terrestre les entraînant ainsi dans l'atmosphère terrestre, où ils s'échauffent sous l'effet de la friction et finissent par se consumer.

Regardez avec les élèves [l'animation Paxi](#)



FICHE D'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE

ACTIVITÉ 2 : LE DÉFI DU SAC À DOS DU SATELLITE

1. Lance ton prototype – représentant le satellite. Mesure la durée pendant laquelle il reste en l'air à l'aide d'un chronomètre. Recommence deux fois l'opération. Additionne les trois résultats et divise-les par trois pour obtenir la durée moyenne.
2. Essaie ensuite de ralentir ton satellite. Mesure la durée pendant laquelle il reste en l'air cette fois-ci.
3. Cherche un autre moyen de ralentir le satellite et mesure la durée pendant laquelle il reste en l'air.

Durée pendant laquelle l'hélice reste en l'air (secondes)

	Test 1	Test 2	Test 3	Durée moyenne
1. Hélice sans ajout				
2. Hélice recouverte de film alimentaire				
3. Hélice recouverte de papier de sucre				

Quelle idée a le mieux fonctionné pour faire tourner l'hélice plus lentement (et donc tomber plus rapidement) ?

Que faudrait-il que Paxi mette dans le sac à dos du satellite pour le ramener sur Terre ?

En mettant à profit les connaissances acquises lors de cette activité, comment penses-tu que les voiles de traînée fonctionneraient pour ramener les débris sur Terre ?



Liens utiles

Ressources de l'ESA

Ressources de l'ESA pour la classe : www.esa.int/Education/Classroom_resources

Page d'accueil ESA Kids : www.esa.int/kids

Notes supplémentaires sur les projets spatiaux de l'ESA :

Le lien vidéo ci-dessous offre une excellente démonstration de la voile développée par l'Université du Surrey et utilisée pour produire une traînée lors de la capture de débris.

<https://youtu.be/3DYYHiW6x44>

Ressources ESERO France

Page d'accueil ESERO France : <https://esero.fr/>

Ressources ESERO France sur les débris pour la classe

[https://esero.fr/ressources/?ressource_tag=debris&projet\[\]=](https://esero.fr/ressources/?ressource_tag=debris&projet[]=)

Tutoriel ESERO France sur les débris spatiaux

<https://esero.fr/tutoriels-en-ligne/elimine-les-debris-spatiaux>

Ressources CNES Education

Pour les jeunes :

<https://jeunes.cnes.fr/fr>

Pour les professeurs et médiateurs:

<https://enseignants-mediateurs.cnes.fr/fr>

Articles supplémentaires du CNES

Sur le site du cnes

<https://cnes.fr/fr/search/site/d%C3%A9bris>

<https://cnes.fr/fr/search/site/d%C3%A9sorbitation>

