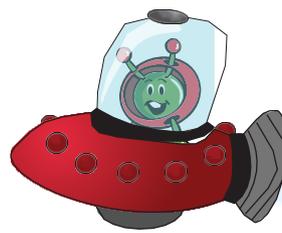


→ NETTOYER L'ESPACE





En bref	page 3
Introduction	page 6
1. Récupère ce déchet spatial !	page 7
2. Atteindre les débris : déploiement de tentacules	page 8
3. Attraper les débris : surfaces adhésives	page 9
4. Crée ton propre outil d'élimination des débris	page 11
Liens utiles	page 12
Fiche élève d'activité n°1	page 13
Fiche élève d'activité n° 2	page 14
Fiche élève d'activité n° 3	page 15
Fiche élève d'activité 4a	page 16
Fiche élève d'activité 4b	page 17

TEACH WITH SPACE - Nettoyer l'Espace | PR52
www.esa.int/education/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 CNES et ESERO France

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



NETTOYER L'ESPACE

En bref

Thème(s) : technique, conception, technologie, science

Tranche d'âge : 7-11

Type : activité scolaire

Difficulté : facile

Temps nécessaire pour la leçon : 5,5 heures

Coût : faible

Lieu : salle de classe

Implique l'utilisation de : ordinateurs ou iPads (facultatif), matériaux adhésifs, colles

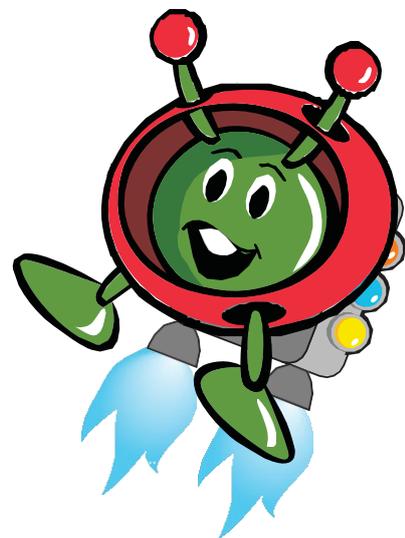
Matière du programme scolaire/mots clés : technologie, conception, science : la Terre et l'Espace

Vocabulaire : satellite, orbite, forces, rotation, contact, récupération, capture, débris

Aperçu

Dans cet ensemble d'activités, les élèves commenceront par discuter de leurs idées pour aider l'ESA et Paxi à éliminer les débris spatiaux, puis ils créeront des modèles initiaux d'un outil de capture des débris. Ils étudieront le concept de « tentacules » qui se déploient et compareront l'efficacité de divers matériaux adhésifs. Les élèves apporteront ensuite des modifications à leurs modèles en vue de les améliorer, sur la base des connaissances acquises.

Les activités 1 à 3 peuvent être réalisées séparément ou dans un même module. L'activité 4 doit permettre la mise en pratique des connaissances acquises dans les activités 1 à 3.



Synthèse des activités

Titre	Description	Résultat	Apprentissage préalable	Durée
1. Récupère ce débris spatial !	Les élèves modélisent les collisions entre les débris et les satellites, et observent qu'une collision peut en entraîner d'autres.	Ils apprennent que les collisions entre les objets en orbite terrestre peuvent conduire à plusieurs autres collisions, et que les satellites brûlent lors de leur rentrée dans l'atmosphère terrestre.	Aucun	1 heure
2. Atteindre les débris : déploiement de tentacules	Dans cette activité, les élèves explorent le concept de déploiement de tentacules et leur utilisation pour récupérer des débris spatiaux. Ils commencent par examiner le fonctionnement de ce mécanisme, puis construisent leur propre outil.	Les élèves se familiarisent avec différentes méthodes d'élimination des débris, et acquièrent une compréhension de base des mécanismes correspondants.	Aucun	1,5 heure
3. Attraper les débris : surfaces adhésives	Ici, les élèves jouent les scientifiques et comparent l'efficacité de divers matériaux, surfaces adhésives et colles pour attirer et récupérer les « débris spatiaux » représentés par des briques Lego.	Les élèves développeront leur aptitude à s'inspirer du monde qui les entoure pour traiter des problèmes scientifiques, savoir quand et comment mettre en place des tests comparatifs et pertinents et expliquer quelles variables doivent être contrôlées et pourquoi.	Aucun	1,5 heure
4. Crée ton propre outil d'élimination des débris	Dans cette activité, les élèves mettent en pratique les connaissances acquises au cours de toutes les activités pour modifier ou améliorer leurs modèles initiaux. Ils construisent ensuite un outil simple pour attraper les débris.	Comprendre qu'il peut y avoir plusieurs approches pour un même problème, et que chaque méthode doit être testée avant d'être mise en œuvre.	Modèles de l'activité 1, acquis des activités 2 et 3	1,5 heure



INTRODUCTION

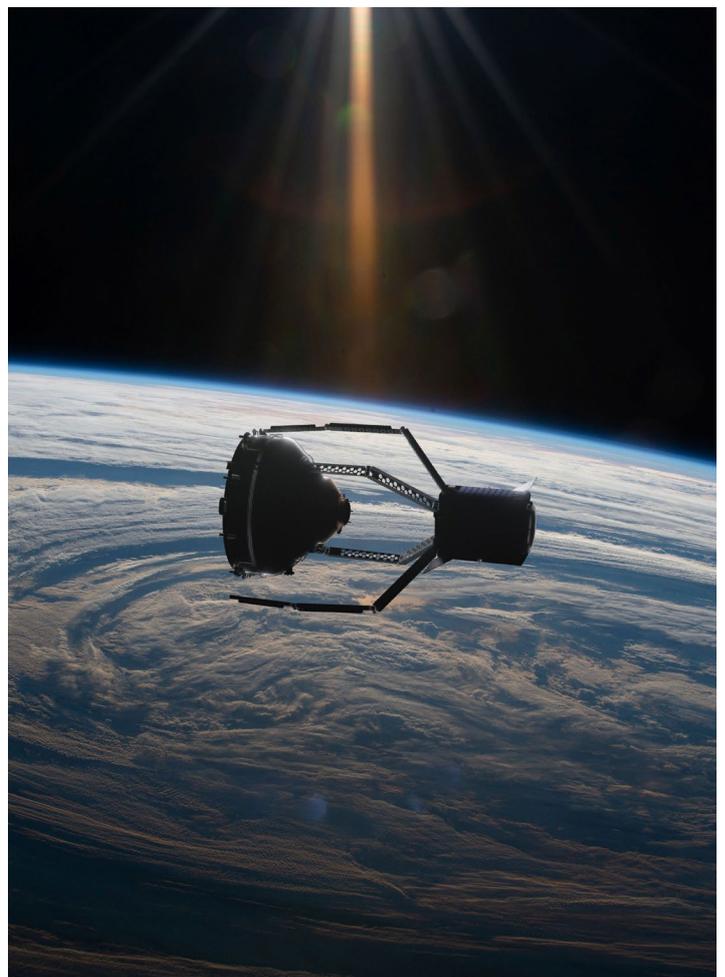
Un satellite est un objet qui tourne en orbite (en rond) autour d'une planète. Notre système solaire compte plusieurs centaines de satellites naturels, ou lunes. Depuis 1957, des milliers de satellites artificiels (fabriqués par l'homme) ont également été lancés. Ils ont de multiples applications : prendre des photos du Soleil, de la Terre et d'autres planètes, observer dans l'espace les trous noirs, les étoiles lointaines et les galaxies. Il y a aussi des satellites de communication, des satellites météorologiques et la Station Spatiale Internationale (ISS).

Lorsque les satellites sont hors d'usage, il n'y a pas de moyen simple de les récupérer ou éliminer, et ils continuent donc à graviter autour de la Terre. Il en résulte une accumulation de « déchets » spatiaux autour de notre planète, qui devient de plus en plus préoccupante car le risque de collision s'accroît avec la multiplication des débris spatiaux. Les scientifiques et les ingénieurs conçoivent et expérimentent des technologies visant à capturer et à éliminer activement les débris spatiaux pour trouver les meilleurs moyens de nettoyer l'espace.

L'ESA travaille actuellement sur des projets visant à récupérer les satellites non opérationnels, fondés sur différentes méthodes de capture, notamment des bras robotiques, des filets et des harpons. L'un de ses projets en cours consiste à utiliser des bras mécaniques ressemblant à des tentacules pour capturer les satellites morts et les faire sortir de leur orbite. Le dispositif et le satellite mort retomberaient ensuite sur la Terre, et tous deux brûleraient en rentrant dans l'atmosphère. Les scientifiques s'inspirent également du monde qui les entoure pour développer des outils de ramassage des débris.

Attraper des objets dans l'espace peut s'avérer très compliqué, mais un nouveau robot intégrant une pince basée sur un principe étonnant inspiré des pattes de gecko, pourrait bien apporter la solution au problème. Le robot collecteur peut se déplacer dans un environnement de micropesanteur, saisir et retenir des objets ayant des surfaces planes et lisses et même des objets courbes.

Tous les concepts développés par les scientifiques doivent être soumis à différents tests pour évaluer leur efficacité et s'assurer de leur fonctionnement en micropesanteur. Cet ensemble d'activités amène les élèves à effectuer des tests et à utiliser leurs résultats pour créer leur propre outil de collecte des débris.



ACTIVITÉ 1 - RÉCUPÈRE CE DEBRIS SPATIAL !

Dans cette activité, les élèves discutent des caractéristiques d'un outil de ramassage actif des débris ; ils poursuivent en élaborant des dessins et modèles initiaux d'outil de capture des débris.

Matériel

- Feuilles de papier à dessin
- Stylos
- Crayons
- Feutres
- Photos de satellites
- Accès à des ordinateurs ou iPads, facultatif

Exercice

Dans cet exercice, vous allez demander aux élèves de faire un dessin pour illustrer ce à quoi devrait ressembler, selon eux, un outil d'enlèvement des débris.

Pour les encourager à effectuer cette tâche, montrez-leur la vidéo « [l'animation de Paxi](#) » : on y voit le personnage Paxi qui aide le satellite à revenir sur la Terre. Paxi demande aux enfants de la planète de l'aider à créer un outil pour attraper ce satellite qui représente un danger, et pour le ramener. Les enfants peuvent-ils trouver un moyen d'aider Paxi ?

Montrez aux élèves l'image d'un satellite sur **la fiche d'activité n°1** et présentez quelques-uns des principaux types de satellites et leur utilité. Décrivez leur forme et les matériaux avec lesquels ils sont fabriqués (idée d'activité supplémentaire sur ce sujet [ici](#)).

Demandez à la classe :

- *À leur avis, quel genre d'outil serait nécessaire pour capturer un satellite ?*
- *Dans quel matériau l'outil serait-il fabriqué ? Pourquoi ?*
- *Comment fonctionnerait-il ?*

Les outils d'élimination des débris doivent être fabriqués dans des matériaux durables, capables de résister aux températures élevées et basses de l'espace. Il est aussi souhaitable que les matériaux soient légers car plus la charge est lourde, plus le lanceur spatial a besoin de carburant pour mettre le dispositif en orbite. Les satellites sont généralement fabriqués dans un métal brillant (souvent même plaqué or) pour réfléchir la lumière du soleil.

Prévoyez assez de temps pour la discussion et la réalisation des dessins et modèles. Les élèves peuvent utiliser un programme de conception sur ordinateur ou iPad, si disponible.



ACTIVITÉ 2 - ATTEINDRE LES DÉBRIS : DÉPLOIEMENT DE TENTACULES

Matériel pour un groupe de quatre élèves

- Pailles
- Papier Craft
- Ruban adhésif
- Ciseaux
- Règle
- Élastiques
- Briques Lego

Préparation

Introduisez le cours en montrant aux élèves [ce petit gif](#) illustrant le déploiement des bras en forme de tentacules de Clean Space.

1. Invitez les élèves à réfléchir et à citer d'autres exemples de choses qui s'enroulent et/ou se déroulent par exemple pour attraper autre chose. Ils peuvent trouver des exemples dans la nature : la langue des grenouilles, des geckos ou des caméléons, les bras des pieuvres, une fougère qui s'ouvre ou la trompe d'un papillon. Consultez la section [Liens utiles](#) pour voir les vidéos illustrant les exemples ci-dessus.

2. Divisez la classe en groupes et fournissez à chaque groupe des sifflets serpentins (ou « sifflets sans-gêne »). Incitez les élèves à discuter de leur fonctionnement. Demandez-leur de les tester et expliquez-leur le principe : lorsqu'ils soufflent dans le sifflet, l'air remplit le tube de papier et le tend ; lorsqu'ils cessent de souffler, il n'y a plus de pression pour redresser le tube en papier, qui se replie et reprend sa forme initiale. À l'instar du sifflet serpentins qui se déplie, les tentacules se déploient pour capturer les débris comme le montre le clip vidéo.

3. Demandez aux élèves de suivre les instructions de la fiche d'activité n°2 pour construire leur dispositif de tentacules. L'objectif est de créer un bras qui se déploie pour atteindre les débris mais, à ce stade, il n'est pas question de saisir les débris. Ils peuvent utiliser des photos, des vidéos ou des schémas pour noter leurs idées et leur modèle final.

Discussion

Les groupes doivent démontrer l'efficacité de leur « dispositif de tentacules » pour les débris spatiaux. Chaque groupe décrit son projet et aborde les points suivants :

- *Qu'est-ce qui a bien fonctionné ?*
- *Qu'ont-ils trouvé le plus difficile ?*
- *Que faudrait-il modifier pour améliorer leur prototype ?*

Expliquez que les ingénieurs spatiaux conçoivent, testent, améliorent et testent à nouveau leurs modèles de nombreuses fois avant de se déclarer satisfaits du produit final – certains modèles peuvent bien fonctionner, d'autres pas du tout, cela fait partie du processus.



ACTIVITÉ 3 – ATTRAPER LES DÉBRIS : SURFACES ADHÉSIVES

Dans cette activité, les élèves jouent le rôle de scientifiques et comparent l'efficacité de divers matériaux, surfaces adhésives et colles pour attirer et récupérer des « débris spatiaux » représentés par des briques Lego.

Matériel pour un groupe de quatre élèves

- Bâtons de colle
- Ruban adhésif, ruban adhésif en toile, ruban de masquage, ruban double face
- Bande magnétique
- Velcro
- Pièces Lego
- Fiche d'activité n°3

Introduction

Aujourd'hui, les élèves sont des scientifiques du secteur spatial : ils testent des matériaux ou des surfaces adéquats susceptibles d'être utilisés pour capturer des débris spatiaux. Les pièces Lego servent à représenter les débris spatiaux.

Exercice

Demandez aux élèves de suivre les instructions de la fiche d'activité n° 3 (dispositif en carton) pour fabriquer leur propre dispositif de test (un par surface adhésive) pour attraper les débris. Une fois le dispositif fabriqué, les élèves testent les bâtons de colle, le ruban adhésif, le ruban adhésif en toile, le ruban de masquage, la bande magnétique et le velcro, en essayant de capturer les briques Lego – qui représentent les débris. Demandez-leur de consigner leurs résultats (capacité d'adhérence des matériaux) dans le tableau ci-dessous de la fiche d'activité n° 3.

Discussion

Rassemblez les résultats des recherches de chaque groupe et affichez-les à l'intention de la classe. Posez les questions suivantes aux groupes :

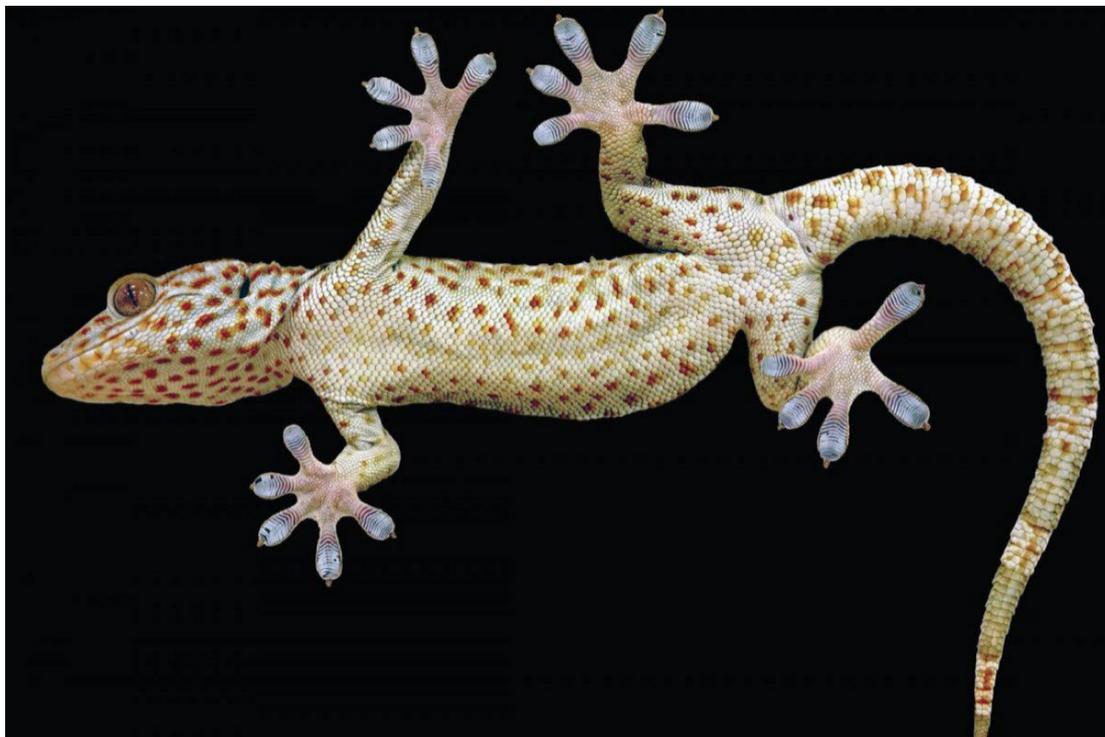
- Quel revêtement ou surface a été le plus efficace pour capturer les débris ? Lequel a été le moins efficace ?
Peuvent-ils classer les matériaux en fonction de leur capacité d'adhérence ?
- Quels matériaux recommanderaient-ils ?
- Comment amélioreraient-ils leur test la prochaine fois ?
- Expliquez que les matériaux adhésifs peuvent se comporter très différemment dans l'espace. Pourraient-ils expliquer pour quelle raison ?
- Selon eux, lequel des matériaux testés fonctionnerait le mieux dans l'espace ?

Expliquez que les méthodes utilisées sur Terre pour attraper des objets ne fonctionnent pas dans l'espace. Les adhésifs classiques perdent leur capacité d'adhérence dans le vide froid de l'espace ! Les scientifiques peuvent tester le comportement des matériaux dans l'espace à bord d'avions effectuant des vols paraboliques à très grande vitesse ; ces vols sont effectués par des pilotes chevronnés.



LE SAVIEZ-VOUS ?

- Des scientifiques ont testé des surfaces adhésives inspirées des pattes de geckos pour collecter des débris spatiaux. Les pattes des geckos sont recouvertes d'une multitude de poils minuscules qui, grâce à leur contact avec la surface de la paroi, assurent une bonne adhérence.



ACTIVITÉ 4 – CRÉE TON PROPRE OUTIL D'ÉLIMINATION DES DÉBRIS

Cette activité s'appuie sur les activités 1 à 3 dans lesquelles les élèves ont utilisé leur créativité pour concevoir un outil permettant de capturer les débris spatiaux. Ici, les élèves mettent en pratique les connaissances acquises au cours de toutes les activités pour créer leurs modèles originaux. Ils construisent ensuite un outil simple pour attraper les débris.

Matériel

- Carton épais/fin
- Papier
- Tubes en carton
- Pailles
- Colle
- Attaches parisiennes
- Trombones
- Ruban adhésif
- Agrafeuse
- Fiches d'activité 4A et 4B

Exercice

Après avoir lu le courriel, demandez aux élèves de créer leur propre prototype d'outil de capture ; celui-ci devrait avoir les deux fonctions : atteindre et capturer la brique Lego.

Voici quelques pistes pour les élèves :

- Quelles modifications apporteraient-ils, le cas échéant, à leurs modèles en exploitant les informations tirées des dernières missions de capture de débris spatiaux ou les techniques expérimentées lors des activités 2 et 3 ?
- Voudraient-ils combiner certains aspects de leurs modèles ?

Expliquez-leur qu'ils vont jouer le rôle d'ingénieurs spatiaux. Ils travailleront ensemble à construire un dispositif de récupération des débris spatiaux. Ils devront modifier et améliorer leurs modèles et réfléchir aux matériaux dont ils auront besoin. Laissez aux élèves suffisamment de temps pour construire et tester leurs prototypes. Encouragez-les à prendre des photos ou des vidéos de leur travail à différentes étapes de la construction.

Discussion

Regroupez les élèves et demandez-leur de décrire leurs prototypes et de faire une démonstration.

Voici quelques points à prendre en compte lors de la discussion :



- *Comment fonctionne leur dispositif ? Est-il capable de saisir un débris spatial représenté par une brique Lego ou d'autres objets appropriés ?*
- *Montrez à la classe des images des modèles de la mission Clean Space de l'ESA. Quelles sont les principales différences entre leurs modèles et ceux de l'ESA ?*

Rappelez aux élèves que les ingénieurs testent et améliorent un prototype à plusieurs reprises avant de valider le produit final ; c'est ce que l'on appelle le processus d'ingénierie. Terminez la séance en encourageant les élèves à télécharger leurs dessins et modèles sur le site web ESAKids ou à les partager avec l'équipe ESERO France et le CNES en les envoyant à esero.france@cnes.fr.

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

Pour des informations utiles sur les satellites et leurs applications, consultez le site web ESAKids ici : https://www.esa.int/kids/en/learn/Technology/Useful_space/Satellites

Vidéos de tentacules déployés dans la nature :

Langue du gecko se déployant : <https://www.youtube.com/watch?v=E76YBF3P0K0>

Déplacement de la pieuvre : <https://www.bbc.co.uk/newsround/32335519>

Fougère en accéléré: <https://www.youtube.com/watch?v=9c9Zi3WFVRc>

Plus d'information :

<https://www.newscientist.com/article/2139071-gecko-inspired-robot-has-grippers-that-could-clean-up-space-junk/#ixzz6Ar1Ghx44>

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>

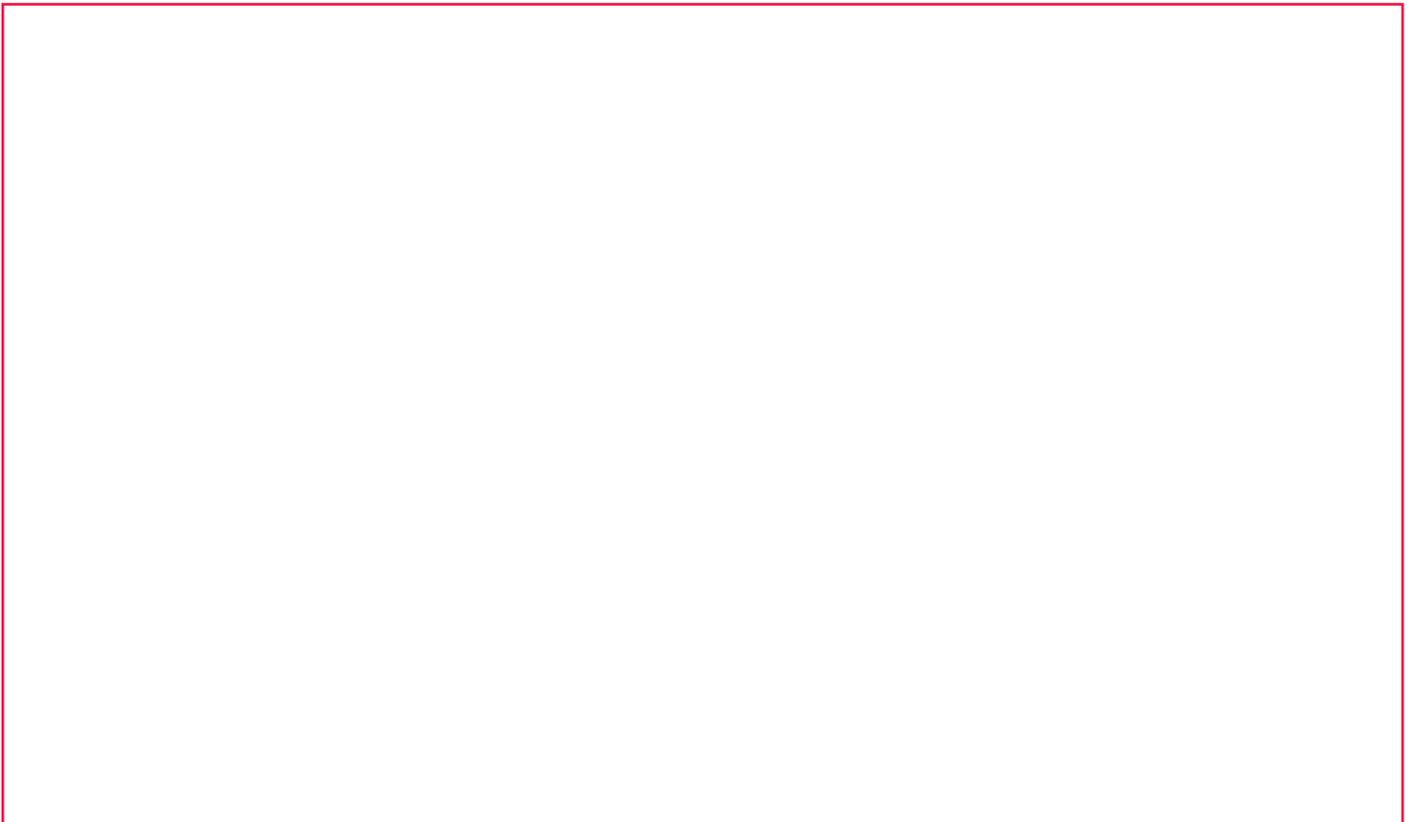


FICHES D'ACTIVITÉ DE L'ÉLÈVE

FICHE D'ACTIVITÉ 1



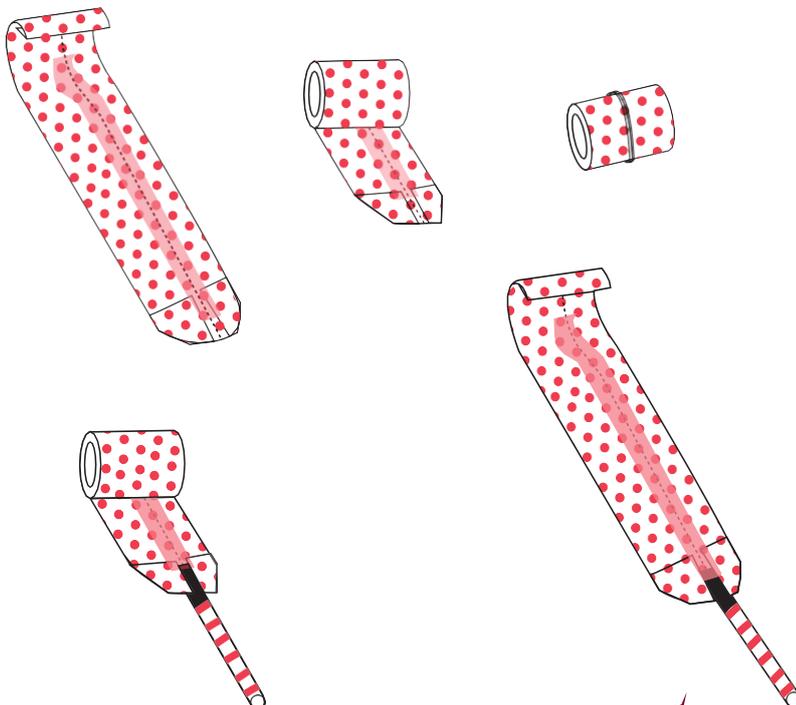
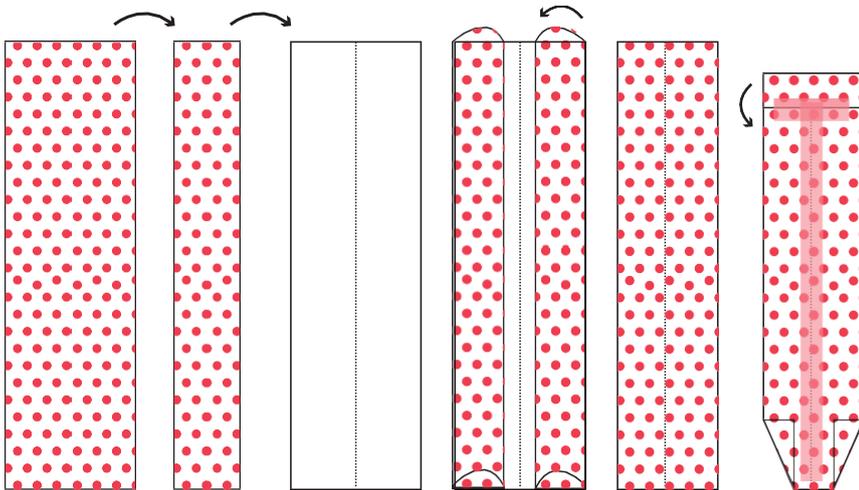
Paxi a besoin de ton aide pour créer un outil permettant d'attraper les satellites inactifs en orbite autour de la Terre qui représentent un danger. Regarde l'impression d'artiste du satellite Envisat ci-dessus. Après avoir discuté avec tes camarades de classe, utilise le cadre ci-dessous pour dessiner ton idée d'outil de récupération de satellite.



FICHE D'ACTIVITÉ 2

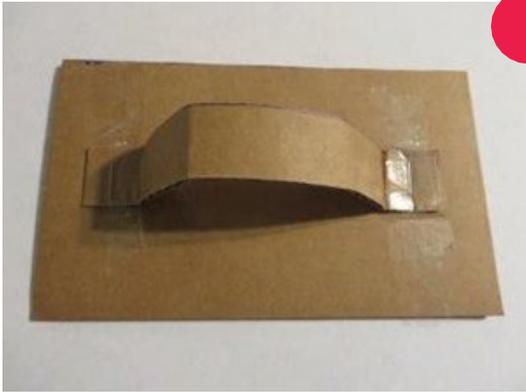
Réalise les étapes suivantes en t'aidant du schéma. Tu auras besoin d'une feuille de papier de 7x30 cm.

1. Plie le papier en deux dans le sens de la longueur.
2. Ouvre-le et rabats les bords sur le pli central.
3. Rabats une extrémité sur environ 1 cm et fixe ce rabat avec du ruban adhésif.
4. Enroule la bande de papier bien serrée en commençant par l'extrémité scotchée, maintiens-la serrée avec un élastique et laisse-la ainsi pendant quelques heures.
5. Insère la paille dans le dispositif et fixe-la à l'aide de ruban adhésif.



FICHE D'ACTIVITÉ 3

Fabrique un dispositif de test avec un rectangle de carton épais et une poignée agrafée au centre. L'exemple présenté dans les informations pour le professeur mesure 10 cm x 15 cm, sa poignée 15 cm x 2 cm. Chaque groupe prépare quatre dispositifs, chacun avec une surface adhésive différente.



1



2



3

Les images montrent 1) un exemple de dispositif de capture de débris spatiaux, 2) la surface adhésive et des débris/Lego avant et après le test.

Suggestion : commence par une configuration identique à celle des photos ci-dessus avec 20 pièces Lego. Dispose la surface adhésive au-dessus des briques Lego puis soulève l'outil pour voir combien de briques ont été collectées. Inscris tes résultats dans le tableau ci-dessous et recommence l'opération 2 fois de plus.

Adhérence (nombre de pièces Lego collectées sur 20)				
Matériaux testés	1 ^{er} essai	2 ^e essai	3 ^e essai	Moyenne

FICHE D'ACTIVITÉ 4A

Courriel de l'Agence Spatiale Européenne

Attention : les élèves / scientifiques spatiaux

De : l'ESA

Objet : Nous avons besoin d'aide pour éliminer les débris !

Chers collègues scientifiques,

Nous sommes une équipe d'ingénieurs et de scientifiques travaillant pour l'Agence spatiale européenne. Comme vous le savez, un grand nombre de satellites orbitent dans l'espace autour de notre planète. Ils sont très importants et nous apportent une aide précieuse sur Terre, par exemple pour l'utilisation de nos téléphones portables ou pour les prévisions météorologiques. Malheureusement, quand ils cessent de fonctionner, les satellites peuvent représenter un danger pour les autres satellites et engins spatiaux.

Nous pensons qu'il serait possible de récupérer les satellites vieux ou hors service d'une manière ou d'une autre, mais nous ne savons pas quels outils seraient les plus efficaces. Ayant entendu parler de votre compétence scientifique, nous vous demandons de bien vouloir nous apporter votre soutien.

Pourriez-vous concevoir un outil de capture des débris pour nous aider dans la conception de nos outils d'élimination des débris spatiaux ? Nous attendons vos recommandations avec impatience ! Merci de votre aide.

L'Agence Spatiale Européenne



FICHE D'ACTIVITÉ **4B**

Vous pourrez utiliser ce tableau pour vous aider à planifier votre travail sur l'outil d'élimination des débris.

Nom du groupe
Voici nos idées
Le modèle de notre choix
Nous utiliserons ces matériaux
A-t-il bien fonctionné ?
Nous pourrions améliorer notre projet en...

