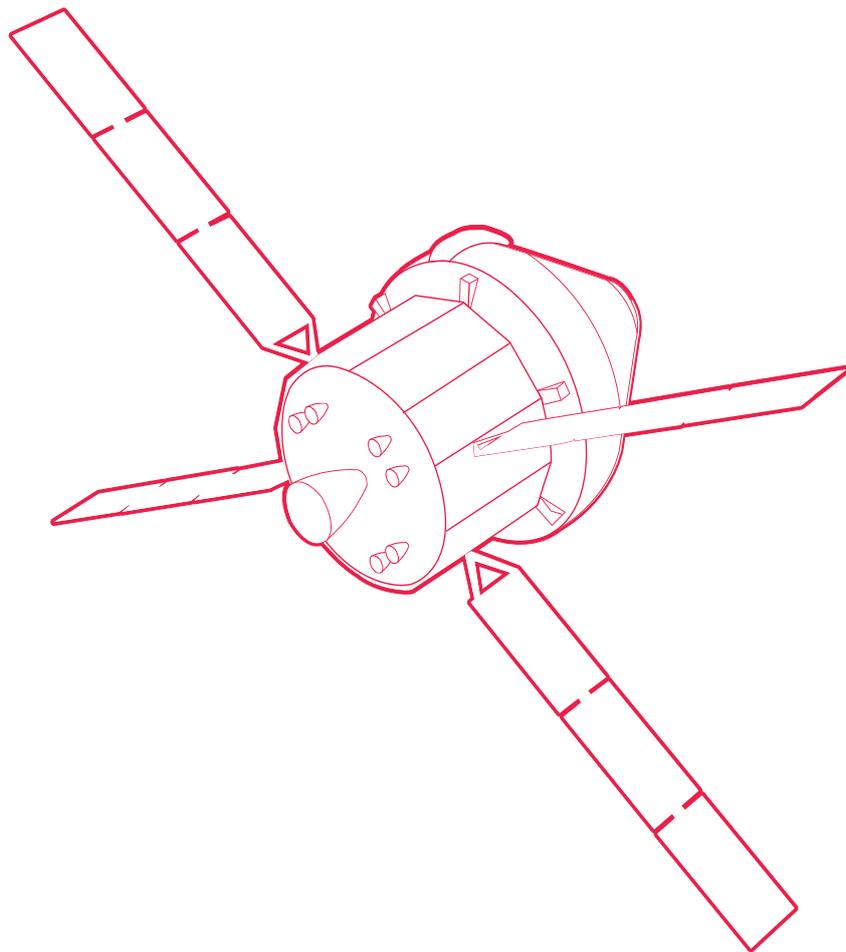


Enseigner avec l'espace

→ KIT DE MATÉRIAUX POUR VAISSEAU SPATIAL

Découvrir les différentes propriétés des matériaux





Explorer les matériaux – observer et toucher	page 3
Activité 1 – conductivité électrique	page 5
Activité 2 – conductivité thermique	page 7
Activité 3 – mesurer la masse	page 9
Activité 4 - magnétisme	page 11
Activité 5 – test d'impact	page 13
Discussion de classe	page 16

→ EXPLORER LES MATÉRIAUX – OBSERVER ET TOUCHER

Sais-tu que...

Le **vaisseau spatial*** de la NASA, Orion, a été construit pour amener les humains au plus profond de l'espace, là où ils ne sont pas encore allés par le passé. L'Agence Spatiale Européenne (plus connue sous son acronyme anglais : ESA) est en train de développer le **module*** de service européen d'Orion, qui constitue la partie du vaisseau spatial qui fournira de l'air à l'équipage, ainsi que de l'électricité et de la **propulsion***. Cela lui permettra de progresser dans l'espace.

L'image à droite montre le vaisseau spatial Orion – développé par la NASA et l'ESA (vue d'artiste).



Un vaisseau spatial est fait de plusieurs matériaux différents. Un scientifique de l'ESA va te mettre au défi de mener une série d'activités afin que tu étudies les propriétés de certains matériaux. Tu donneras les raisons pour lesquelles ces propriétés conviendraient pour construire un vaisseau spatial tel qu'Orion.

Regarde la vidéo du défi que tu t'apprêtes à réaliser.

Discute avec tes camarades de classe pour savoir pourquoi certains matériaux sont utilisés pour certaines choses et pas pour d'autres.

Ensuite, tu seras prêt pour commencer tes expériences ! En plus des 8 cubes de matériaux, tu testeras aussi un autre cube de matériau « spécial », mais restitue-le à ton professeur quand tu auras fini. Avant de commencer, assure-toi que ton bureau soit protégé avec du papier ou du tissu épais.



↑ Le défi du scientifique de l'ESA

MATÉRIEL

- 1 ensemble de cubes de 2 cm x 2 cm x 2 cm de différents matériaux.

Exercice

1. Observe attentivement les différents matériaux et en les touchant avec tes mains, essaie de deviner ce qu'ils pourraient être.
2. Regroupe les matériaux observés par catégories telles que lourd/léger ; rugueux/lisse ; chaud ou froid au toucher ; brillant/terne.
3. Écris tes observations dans le tableau à la page suivante.

* **Vaisseau spatial**: véhicule utilisé pour voyager dans l'espace. Par ex. la station spatiale internationale ou le vaisseau spatial Orion.

Module: détachable, unité autonome d'un vaisseau spatial.

Propulsion: force qui pousse le vaisseau spatial dans l'espace..

Tes résultats

Matériau	Observe et touche
 Cuivre	
 Aluminium	
 Laiton	
 Acier	
 Bois	
 Pierre	
 Plastique	
 Polystyrène	
 Alliage d'aluminium (6061)	

4. Réfléchis aux raisons pour lesquelles tu as organisé les groupes de cette manière.

5. Propose des expériences que tu pourrais réaliser pour comparer les matériaux.

Conclusion

Note tes premières conclusions sur la diversité des matériaux.



→ CONDUCTIVITÉ ÉLECTRIQUE

Afin qu'il puisse transmettre la charge électrique, le matériau à utiliser autour des composants électriques du vaisseau spatial doit être un bon **conducteur électrique***. Dans le cas contraire, les composants pourraient être endommagés.

Sais-tu que...

Le module de service européen, Orion, possède quatre ailes. Elles sont formées de panneaux solaires qui emmagasinent l'énergie du soleil, qui est ensuite transformée en électricité. Cette électricité est utilisée pour alimenter les ordinateurs et les autres instruments et outils à bord du module. Elle serait suffisante pour alimenter deux maisons classiques !



MATÉRIEL

- 1 ensemble de cubes de 2 cm x 2 cm x 2 cm de différents matériaux
- 1 pile (AA)
- 1 boîtier à pile connecté à un fil rouge et à un fil noir
- 1 ampoule
- 1 soquet
- 2 fils de connexion avec une pince crocodile

Exercice

1. Installer le circuit comme indiqué sur la Figure A2.
2. Assure-toi que l'ampoule s'allume quand tu mets les pinces crocodiles en contact avec l'ampoule.
3. Tu as construit un circuit électrique en série.
4. Maintenant, modifie l'installation comme sur la Figure A3. Poigne fermement dans les pinces crocodiles et touche le matériau pour t'assurer que tu as établi un bon contact. Ne les sers pas, sinon tu pourrais endommager les matériaux.
5. Teste chaque cube, l'un après l'autre, pour voir si l'ampoule s'allume.
6. Note tes résultats dans le tableau à la page suivante.

Le matériau qui conduit l'électricité s'appelle un **conducteur électrique** et le matériau qui ne la conduit pas s'appelle un **isolant***.

Conducteur électrique: matériau qui permet au courant électrique de circuler. Par ex. du métal.

Isolant: matériau qui ne permet pas au courant électrique de circuler. Par ex. le plastique ou le bois.



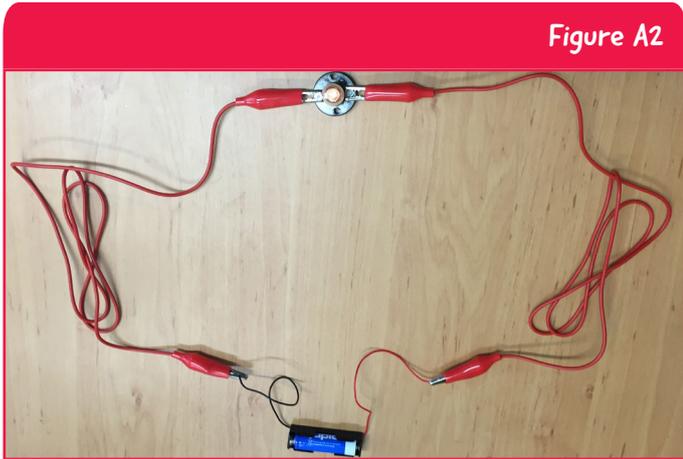


Figure A2

↑ Installation pour tester l'ampoule

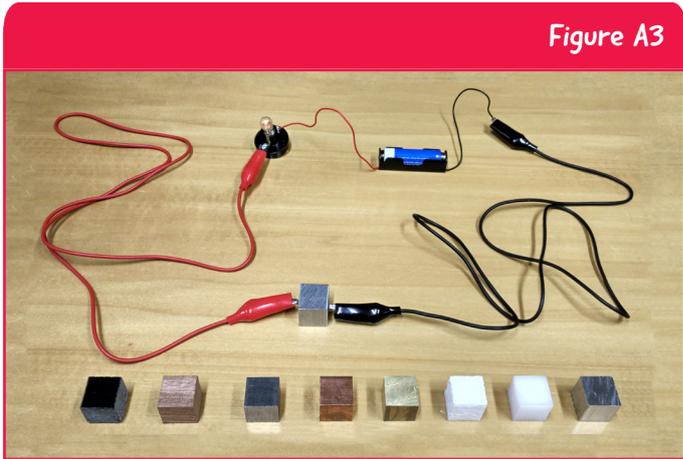


Figure A3

↑ Installation pour tester les cubes

Tes résultats

matériau	conducteur ou isolant
 Cuivre	
 Aluminium	
 Laiton	
 Acier	
 Bois	
 Pierre	
 Plastique	
 Polystyrène	
 Alliage d'aluminium (6061)	

Conclusion

Explique pourquoi certains matériaux font que l'ampoule s'allume et d'autres non ?

→ CONDUCTIVITÉ THERMIQUE

Le matériel et l'équipage à bord d'un vaisseau spatial tel qu'Orion doivent être en sécurité et évoluer de manière confortable dans les températures extrêmes de l'espace. Il est donc nécessaire de travailler avec des matériaux qui peuvent supporter des températures très hautes et très basses. Habituellement, ces matériaux sont de bons conducteurs thermiques.

Sais-tu que...

Le module d'équipage d'Orion est la partie conçue pour rentrer dans l'atmosphère terrestre. C'est pourquoi il possède un bouclier thermique pour le protéger (et protéger l'équipage aussi !) contre l'intense **chaleur de rentrée***. Ce principe est visible sur l'image de droite.



MATÉRIEL

- 1 ensemble de cubes de 2 cm x 2 cm x 2 cm de différents matériaux.
- 8 carrés de papier thermochromique, dont des lamelles couvre-objet
- 2 boîtes de Petri
- Hot water from kettle (which will be poured by your teacher) - be careful not to touch this

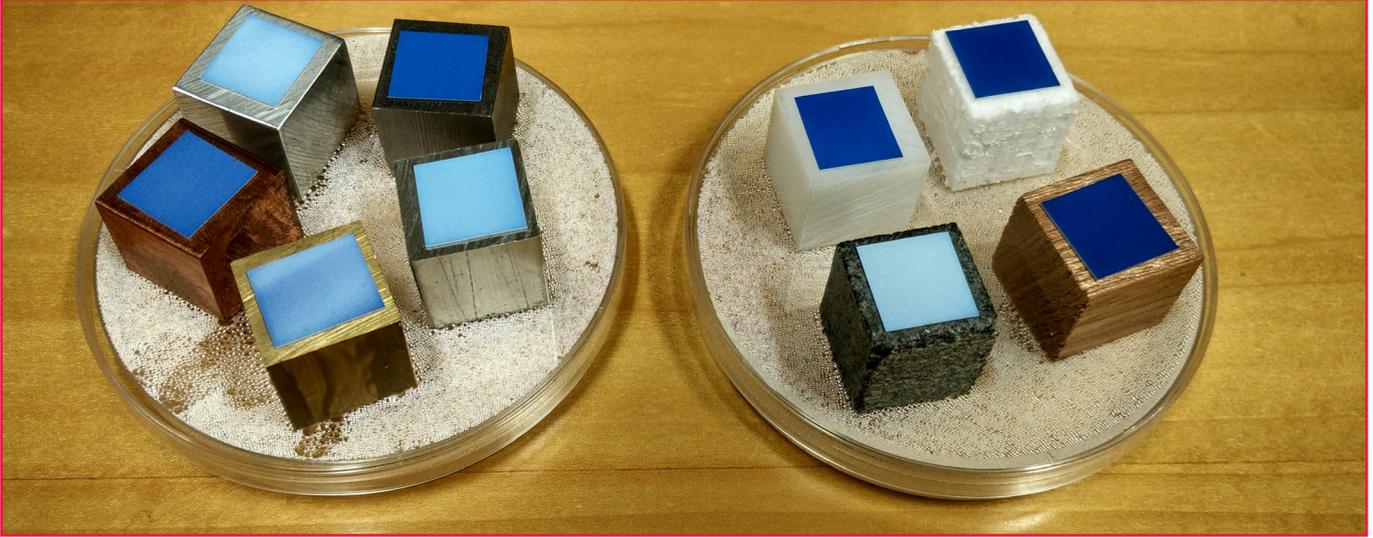
Exercice

1. Place le carré de papier thermochromique par-dessus chaque cube à tester (qui doivent tous être à température ambiante)
2. Ton professeur versera ensuite l'eau chaude dans deux boîtes de Petri – replace ensuite les couvercles dessus délicatement..
3. Place les cubes sur les couvercles d'une boîte de Petri comme montré dans la Figure A4.
4. Observe attentivement et patiemment les papiers thermochromiques et note lesquels changent de couleur en premier.
5. Classe les matériaux selon leur conductivité thermique : de celui qui permet à la chaleur de passer le plus rapidement (1) à celui qui lui permet de passer le plus lentement (9).
6. Note tes réponses dans le tableau à la page suivante.

*Chaleur de rentrée : chaleur générée par la rentrée d'un vaisseau spatial dans l'atmosphère. La température peut atteindre les 1650°C ou plus.



Figure A4



↑ Test de conductivité thermique

Tes résultats

matériau	Classement (1-9)
 Cuivre	
 Aluminium	
 Laiton	
 Acier	
 Bois	
 Pierre	
 Plastique	
 Polystyrène	
 Alliage d'aluminium (6061)	

Conclusion

Explique lequel de ces matériaux favorise le mieux la conductivité thermique.

→ MESURER LA MASSE

Il faut beaucoup de **propergol*** pour lancer un vaisseau spatial dans l'espace et c'est aussi très cher. Nous avons besoin de matériaux solides, rigides, et qui possèdent une faible masse (léger en poids) pour construire le vaisseau.

Sais-tu que...

Le module d'équipage d'Orion, visible sur l'image de droite, est un véhicule de transport réutilisable qui fournit un **habitat*** sécurisé pour l'équipage. C'est la seule partie du vaisseau spatial qui retourne sur Terre après chaque mission. Doté d'une masse d'environ 8500 kg, il est couvert de fibres spéciales en silice accompagnée d'une **résine*** présente dans une **structure alvéolaire***, elle-même faite de fibre de verre et de **résine phénolique*** : des matériaux très peu communs, n'est-ce pas !



MATÉRIEL

- 1 ensemble de cubes de 2 cm x 2 cm x 2 cm de différents matériaux.
- 1 balance digitale

Exercice

1. Tiens chaque cube, l'un après l'autre, et classe-les selon celui que tu penses être le plus léger (1) et le plus lourd (9).
2. Maintenant, utilise la balance digitale pour peser chaque cube et enregistre la masse réelle (en grammes à une décimale après la virgule), comme indiqué sur la Figure A5. Définis le classement réel basé sur la masse réelle.
3. Note tes réponses dans le tableau à la page suivante.

Figure A5



↑ Mesurer précisément la masse



Tes résultats

matériau	Mon classement (1-9)	Masse réelle (g)	Classement réel(1-9)
 Cuivre			
 Aluminium			
 Laiton			
 Acier			
 Bois			
 Pierre			
 Plastic			
 Polystyrène			
 Alliage d'aluminium (6061)			

Conclusion

Compare ton classement avec le classement réel et explique pourquoi les résultats sont similaires ou différents.

En te basant uniquement sur la masse, discute de quels matériaux conviendraient le mieux pour concevoir un vaisseau spatial. Expliques-en la raison.

***Propergol** : charge explosive qui propulse une fusée. Par ex. de l'oxygène liquide et de l'hydrogène liquide.

Habitat: endroit ou environnement où les humains, les animaux et les plantes peuvent vivre.

Résine: substance collante jaune ou brune extraite de certains arbres et utilisée pour créer différents produits.

Structure alvéolaire: réseau de cellules hexagonales rapprochées qui forment une structure qui est aussi légère en poids. Cela ressemble à un nid d'abeilles.

Résine phénolique: substance synthétique très solide utilisée pour sa forte tolérance à la température.

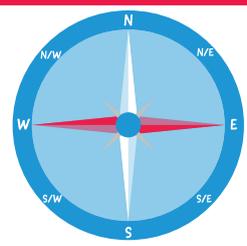
→ MAGNÉTISME

Lors de déplacements dans l'espace, il peut être utile que le matériau dans lequel est fait le vaisseau spatial ne soit pas magnétique.

Les matériaux des vaisseaux qui sont magnétiques doivent être évités parce qu'ils peuvent perturber les instruments tels que les dispositifs d'orientation à bord, qui utilisent le champ magnétique de la Terre pour indiquer au vaisseau spatial la bonne direction à prendre.

Sais-tu que ...

Le noyau terrestre, ou centre de la Terre, est fait de fer fondu. Puisque ce dernier est magnétique, la Terre se comporte comme un aimant gigantesque. Ceci impacte les matériaux magnétiques tels que le métal d'une flèche d'une boussole. On peut utiliser une boussole pour se guider en plein air à l'aide d'une carte, vu qu'elle indiquera toujours le Nord sur le cadran.



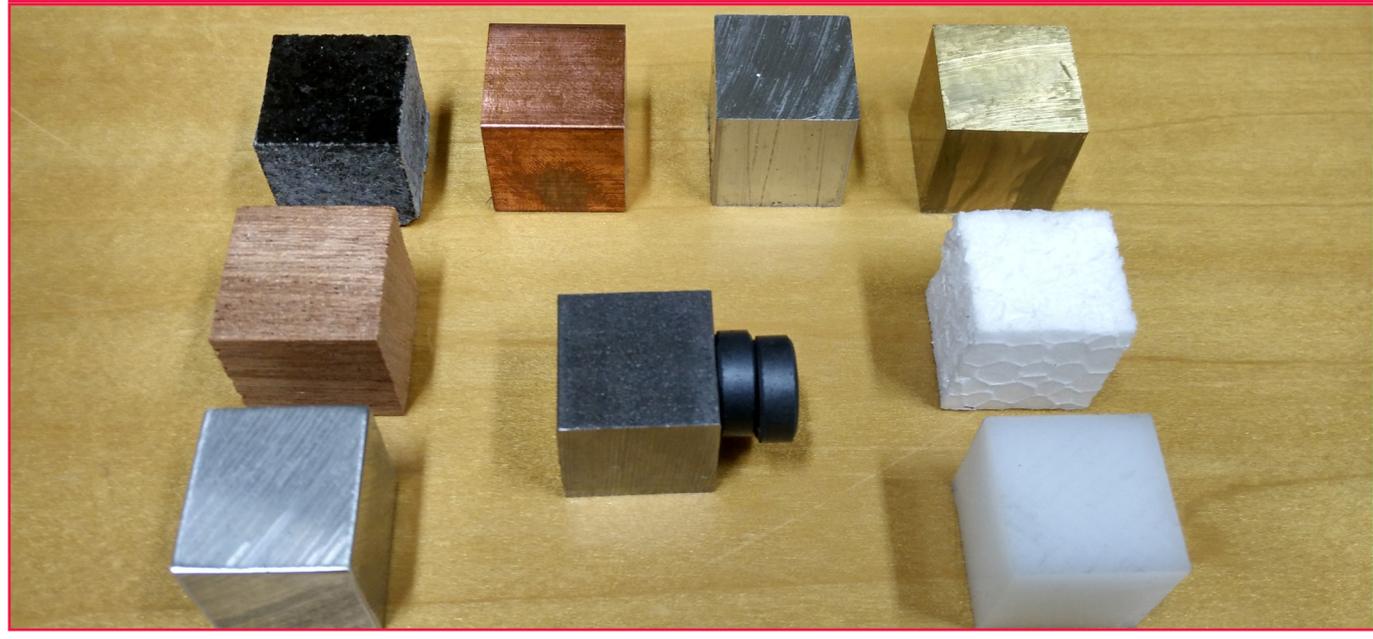
MATÉRIEL

- 1 ensemble de cubes de 2 cm x 2 cm x 2 cm de différents matériaux
- 1 aimant

4 Exercice

Teste quels matériaux interagissent avec l'aimant (cette interaction est appelée magnétisme) et quels matériaux n'interagissent pas, comme montré sur la Figure A6. Note tes résultats dans le tableau à la page suivante.

Figure A6



↑ Tester l'attraction magnétique



Tes résultats

matériau	Magnétique ou non-magnétique
 Cuivre	
 Aluminium	
 Laiton	
 Acier	
 Bois	
 Pierre	
 Plastique	
 Polystyrène	
 Alliage d'aluminium (6061)	

Conclusion

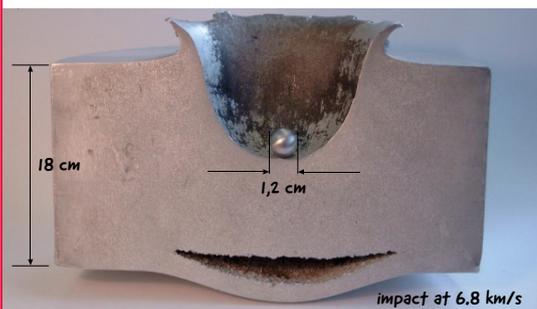
Quels matériaux ne sont pas magnétiques? Explique pourquoi ils ne le sont pas.

→ TEST D'IMPACT

Les vaisseaux spatiaux tels que les **satellites*** peuvent être frappés par des **débris spatiaux*** qui se déplacent à très grandes vitesses. Nous devons utiliser des matériaux durs capables de résister à de tels **impacts***. Tu vas utiliser une rampe spéciale pour mesurer le rebond qu'une bille produit lorsqu'elle percute chaque type de matériau utilisé pour le test. Plus le rebond est grand, moins le matériau sera endommagé.

Sais-tu que ...

Plus de 500 000 (cinq cents mille) morceaux de débris spatiaux (aussi connu sous le nom de « déchets spatiaux »), provenant de vieux satellites et de roches spatiales naturelles, sont pistés autour de la Terre. Ils peuvent avoir la taille d'une bille ou être un peu plus gros. Il existe des millions d'autres morceaux qui sont si petits que nous ne sommes pas capables de les repérer. Ils constituent de sérieuses menaces pour les satellites et pour les véhicules spatiaux, vu qu'ils se déplacent à de très grandes vitesses et peuvent provoquer de nombreux dégâts !



Regarde ce qui est arrivé lors des tests menés sur une partie d'un vaisseau spatial frappé par une petite bille se déplaçant très vite (comme exposé sur l'image à gauche). Le module de service européen Orion possède une structure solide, recouverte de nombreuses couches de matériaux, qui aide à réduire les dégâts possibles causés par de tels impacts.

MATÉRIEL

- 1 ensemble de cubes de 2 cm x 2 cm x 2 cm de différents matériaux
- 1 ensemble de rampes
- 1 bille

Exercice

1. Si elles n'ont pas encore été montées, assemble les rampes spéciales avec les pièces fournies, comme expliqué dans la Figure A7.
2. Place chaque cube de matériau, l'un après l'autre, au bout de la rampe.
3. Pousse la bille doucement du haut de la rampe.
4. Mesure le rebond (en millimètres) produit quand la bille heurte le cube au pied de la rampe.

***Satellites (artificiels):** objets mis en orbite (qui est une trajectoire qui se répète) autour de la Terre ou une autre planète. Les satellites sont conçus pour prendre des mesures et des photos qui vont, par exemple, aider les scientifiques à en connaître davantage sur la Terre, les planètes et au-delà.

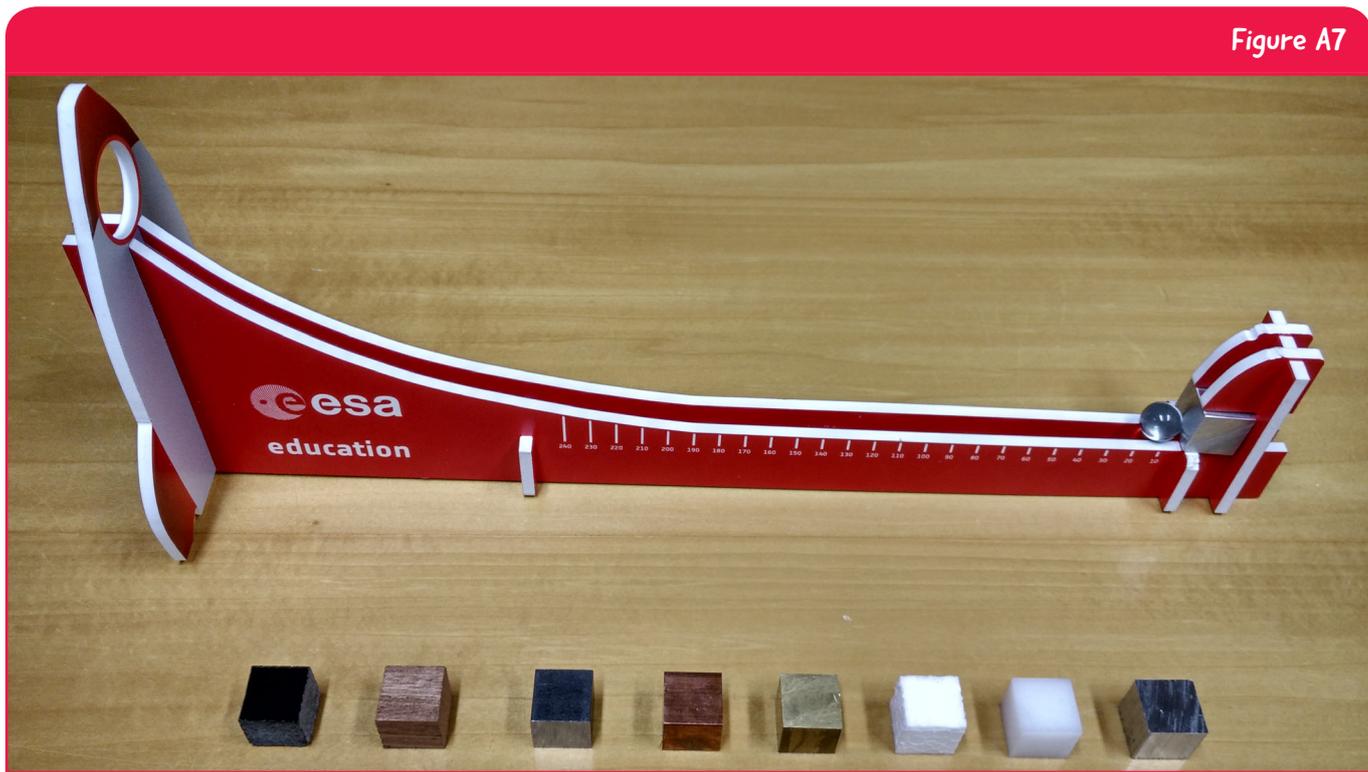
Débris spatial : morceaux de vieux satellites, parties de fusées usagées, fragments de roches spatiales, etc, qui se déplacent à très grandes vitesses, jusqu'à 28 000 km/h autour de la Terre.

Impact: collision de débris avec des satellites ou un vaisseau spatial comme la Station spatiale internationale, et qui peut endommager le matériel en raison de la grande vitesse à laquelle ils se déplacent.



5. Répète ces étapes pour chaque matériau. Comment peux-tu vraiment vérifier que cette expérience est juste ?

6. Répète l'expérience 3 fois pour chaque cube et calcule le rebond moyen.



↑ Le test d'impact



Tes résultats

Enregistre toutes tes mesures ci-dessous. A la fin, remplis la dernière colonne en classant le rebond moyen du plus grand (1) au plus petit (9). Rappelle-toi : plus le rebond est grand, moins tu abîmeras le matériau.

Matériau	Mesures du rebond (mm)			Rebond moyen = $\frac{A + B + C}{3}$	Classement du rebond (1-9)
	A	B	C		
 Cuivre					
 Aluminium					
 Laiton					
 Acier					
 Bois					
 Stone					
 Plastique					
 Polystyrène					
 Alliage d'aluminium (6061)					

Conclusion

Note quel matériau a donné le meilleur rebond et explique pourquoi.

→ DISCUSSION DE CLASSE

Quels matériaux semblent les mieux adaptés pour un vaisseau spatial?

Complète le tableau ci-dessous avec les résultats de toutes tes activités.

Matériau	Observer et toucher	Conductivité électrique	Conductivité thermique	Mesure de la masse		Magnétisme	Mesure du rebond lors de l'impacte	
		(Oui/Non)	(classement)	(g)	(classement)	(Oui/Non)	(mm)	(classement)
 Cuivre								
 Aluminium								
 Laiton								
 Acier								
 Bois								
 Pierre								
 Plastique								
 Polystyrène								
 Alliage d'aluminium (6061)								

2. En te basant sur les résultats que tu as écrits dans le tableau ci-dessus, note tes conclusions finales pour savoir quel matériau semble être le mieux adapté pour chaque partie du vaisseau spatial et justifie tes réponses.

Enseigner avec l'espace – Kit de matériaux pour vaisseau spatial | PR07b
www.esa.int/education (liens en anglais)
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

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