

**MISSION
EUCLID**
TÉLESCOPE
SPATIAL



Le bouclier
solaire

Contexte

Le télescope spatial Euclid a été équipé d'un panneau solaire et d'un bouclier solaire combinés qui ont deux fonctions importantes : le côté exposé au Soleil recueillera l'énergie du Soleil dans ses cellules solaires pour alimenter l'engin spatial ; le côté bouclier protégera les instruments de la lumière solaire directe et de sa chaleur intense. Le bouclier solaire est constitué d'un rectangle plat en plastique renforcé de fibres de carbone, avec un revêtement réfléchissant.

Dans la première des deux activités, les élèves utilisent des billes qui changent de couleur sous les UV afin de tester l'efficacité de divers matériaux pour bloquer le rayonnement UV ; dans la deuxième activité, ils testent les propriétés isolantes thermiques de plusieurs matériaux.

Acquis d'apprentissage

- Identifier les variables dans le cadre d'une étude comparative et d'un essai impartial
- Formuler des prévisions, réaliser des observations minutieuses, enregistrer les résultats dans un tableau et expliquer ses conclusions à l'aide des données recueillies
- Savoir que les matériaux qui offrent une protection contre la lumière et la chaleur s'appellent des isolants

Liens avec le programme et compétences

Science

- Compétences : formuler des prévisions, observer, enregistrer et tirer des conclusions en se basant sur des données
- Identifier les variables dans le cadre d'études comparatives et d'essais impartiaux
- Matières : utilisations de matériaux ; changement d'état, fonte (activité 2)

Le bouclier solaire

Mathématiques : utilisation des unités de mesure standard (activité 2)

Activité 1

Ressources par groupe

-  Billes sensibles aux UV x 4 (de la même couleur après l'exposition aux UV ; le bleu foncé, le rose foncé ou le violet fonctionnent le mieux)
-  Boîtes de Pétri ou cartes carrées de 10 cm de côté
-  Ruban adhésif double-face
-  Échantillons des matériaux d'essai découpés en carrés de 10 cm de côté
-  Couvercle de boîte à chaussures ou plateau peu profond
-  Fiche d'activité 1

Préparation

-  Les billes qui changent de couleur sous les UV peuvent être achetées en ligne auprès de divers détaillants et existent généralement en plusieurs couleurs. Exposez les billes au rayonnement UV pour observer le changement de couleur. Laissez suffisamment de temps pour que le changement de couleur soit maximal, généralement 30 secondes environ. Utilisez le violet, le rose foncé ou le bleu foncé, car les changements sont plus faciles à voir pour les élèves avec ces couleurs. Triez les billes à l'avance.

- ✓ Rassemblez plusieurs matériaux légers, notamment une feuille d'aluminium, une feuille de Mylar*, du papier, de la cellophane et du plastique LDPE (bouteilles de lait). Découpez les échantillons en carrés de 10 cm de côté.
- ✓ Pour chaque groupe, fixez une bille UV au centre de chacune des quatre cartes carrées de 10 cm. Il est également possible d'utiliser des couvercles ou des bases de boîtes de Pétri en plastique.
- ✓ Téléchargez le PowerPoint « Le bouclier solaire ».



Point de départ de la leçon

La diapositive 1 de la présentation PowerPoint montre une image du télescope spatial Euclid. Cliquez sur le lien suivant pour regarder une brève animation à 360 degrés de l'engin spatial Euclid : <https://youtu.be/IUBA6utlfk0>

Expliquez que ce télescope spatial sera utilisé pour observer l'espace afin de capter des images et des informations sur les étoiles et les galaxies lointaines. Il est important que les instruments embarqués dans l'engin spatial soient protégés de la lumière et de la chaleur du Soleil. Les scientifiques ont mis au point un bouclier solaire spécial composé de matériaux capables de maintenir le télescope au frais et de bloquer la lumière du Soleil indésirable.

Aujourd'hui, les élèves vont jouer le rôle de chercheurs et tester plusieurs matériaux afin de trouver les plus efficaces pour bloquer le rayonnement UV (ultraviolet) du Soleil. Pour cela, ils utiliseront des billes sensibles aux UV qui changent de couleur lorsqu'elles sont exposées à la lumière du Soleil.

Laissez chaque groupe se familiariser avec la réaction des billes sensibles aux UV. Ils doivent noter que les billes sont blanches au départ. Exposez les billes au rayonnement UV (dehors, si possible) et notez le plus grand changement de couleur après 30 secondes. Si vous recouvrez les billes ou si vous les ramenez à l'intérieur, elles redeviendront blanches.

Activité principale

Les groupes doivent maintenant étudier trois matériaux. À leur avis, lequel offrira la meilleure protection contre la lumière du Soleil, et pourquoi ? Comment vont-ils mesurer l'efficacité de chaque matériau ?

Placez quatre cartes, auxquelles sont fixées des billes sensibles aux UV, sur un plateau peu profond ou sur un couvercle de boîte à chaussures. Recouvrez complètement trois des billes d'un matériau différent et laissez-en une découverte. Les élèves devinent-ils pourquoi il faut en laisser une découverte ? Placez les échantillons à l'extérieur et exposez les billes à la lumière du Soleil, toutes en même temps. Les élèves peuvent avoir besoin de maintenir les matériaux en place à l'aide de ruban adhésif. Attendez 30 secondes ou jusqu'à ce que le changement de couleur maximal soit atteint par la bille non couverte, appelée « témoin ».

Retournez à l'intérieur et découvrez rapidement les trois billes. Notez les changements de couleur pour chaque matériau. Les changements de couleur peuvent se produire très rapidement. Il peut être utile de prendre une photo. Les groupes peuvent enregistrer leurs résultats sous la forme d'un tableau, d'un dessin annoté ou sur la fiche d'activité 1.

Classe entière

Discutez des résultats obtenus par chaque groupe. Les résultats sont-ils conformes aux prévisions ou les élèves ont-ils été surpris par l'un des résultats ? Comment se sont-ils assurés que chaque matériau était traité de la même manière ? Quel matériau a été le plus efficace pour bloquer le rayonnement UV ? Les groupes sont-ils tous d'accord ? Voudraient-ils améliorer leur expérience d'une manière ou d'une autre ? Peuvent-ils suggérer d'autres matériaux qui pourraient être efficaces ?

Expliquez que les scientifiques qui ont conçu le bouclier solaire d'Euclid ont choisi un matériau qui bloque la lumière du Soleil, mais qui est également léger. Pourquoi le poids est-il un critère important ? La lumière du Soleil interférerait avec la lumière provenant des galaxies lointaines que les instruments d'Euclid doivent collecter.

Enfin, regardez l'installation du bouclier solaire dans cette courte vidéo :
<https://www.digitaltrends.com/space/euclid-dark-matter-sunshield/>

Vocabulaire du domaine des STIM

- Rayonnement UV ou ultraviolet
- Galaxie
- Réfléchissant
- Isoler

Approfondissement et autres activités

Testez d'autres matériaux comme le coton, la cellophane, des métaux ou différents types de plastique.

Essayez d'ajouter des couches des mêmes matériaux.

Essayez d'enduire les matériaux de crèmes protectrices ou bloquant les UV.

Le bouclier solaire

Informations destinées aux enseignants

Il est essentiel d'empêcher toute lumière parasite d'entrer dans le télescope afin d'améliorer l'efficacité de ses instruments. Il est ainsi possible d'obtenir des images de la plus haute qualité afin de permettre aux scientifiques d'étudier l'énergie noire et la matière noire.

Le Soleil émet de la lumière à la fois visible et invisible. Le rayonnement UV (ou ultraviolet) est un exemple de lumière que nous ne pouvons pas voir. Les billes qui changent de couleur sous les UV sont bon marché et largement disponibles auprès de plusieurs détaillants en ligne. L'intensité du changement de couleur dépend de l'intensité du rayonnement UV. Les enseignants peuvent utiliser des lampes torches à UV si l'accès à la lumière extérieure est difficile.

Santé et sécurité

Il convient d'avertir les élèves de ne pas regarder directement le Soleil.

Activité 2

Dans cette expérience, les élèves testent plusieurs matériaux pour trouver l'isolant thermique le plus efficace, afin de réduire le transfert de chaleur et de ralentir ainsi la fonte des glaçons. Ils peuvent choisir de mesurer le volume d'eau produit par la fonte des glaçons à intervalles réguliers ou simplement d'enregistrer la durée nécessaire à la fonte totale des glaçons pour chaque matériau.

Ressources par groupe



Glaçons



Gobelets jetables en plastique x 4



Matériaux isolants : feuille de Mylar*, feuille d'aluminium et un matériau choisi par les élèves, par exemple de la cellophane ou du papier bulles



Ruban adhésif



Éprouvette graduée de 50 ml x 2



Chronomètre



Ciseaux



Fiche d'activité 2

Préparation



Cette activité doit être mise en place tôt dans la journée afin de laisser aux glaçons le temps de fondre. En fonction de la température en classe, trois heures peuvent être nécessaires. Préparez un stock de glaçons de la même taille.



Découpez les matériaux isolants dans des dimensions appropriées, suffisantes pour envelopper complètement les gobelets.



Vérifiez que les élèves savent comment utiliser correctement l'éprouvette graduée si des mesures doivent être effectuées à intervalles réguliers. (Placer l'éprouvette sur une surface plate et lire la mesure sous le ménisque au niveau des yeux).



Les couvertures de survie ou « feuilles de Mylar » sont disponibles auprès de divers détaillants en ligne, à des prix très raisonnables.



Téléchargez le PowerPoint « *Le bouclier solaire* ».



L'image montre une suggestion de configuration pour l'expérience.

Point de départ de la leçon

Le PowerPoint « *Le bouclier solaire* » montre une plage lors d'une chaude journée ensoleillée. La diapositive suivante permet d'aborder les manières de rester au frais. D'après eux, que va-t-il advenir de la glace ? Comment s'appelle ce processus ? Comment pourraient-ils garder la glace au frais ? Pensez-ils que la vitesse de fonte sera différente à l'ombre et en plein soleil ? Pourquoi ?

Rappelez aux élèves que la fonte est le passage de l'état solide à l'état liquide provoqué par la chaleur. Le Soleil génère de la lumière et de la chaleur. Montrez l'image du télescope spatial Euclid sur le PowerPoint, en leur rappelant sa mission et en expliquant qu'Euclid dispose d'un bouclier solaire qui empêche la lumière et la chaleur du Soleil d'atteindre les instruments. La chaleur modifie le système optique et les caractéristiques des instruments. Un environnement stable est donc essentiel ici. De plus, une chaleur intense endommagerait les instruments, qui doivent donc rester au frais.

Activité principale

Aujourd'hui, les élèves vont jouer le rôle d'ingénieurs afin de déterminer le matériau le plus efficace pour isoler des glaçons de la chaleur et réduire leur vitesse de fonte. Ils vont comparer trois matériaux isolants en mesurant combien de temps des glaçons contenus dans des gobelets mettent pour fondre, chacun des gobelets étant enveloppé dans un matériau différent.

Ils recueillent l'eau provenant des glaçons fondus (par exemple, toutes les 20 minutes), l'ajoutent au volume précédemment recueilli et enregistrent le nouveau total à chaque fois OU ils vérifient régulièrement la présence de glace dans les gobelets en les secouant doucement et en consignait à la fin le temps nécessaire à la fonte totale des glaçons dans chaque gobelet. Ensuite, ils utilisent les résultats pour choisir quel matériau ils recommanderaient.

Les groupes examinent les matériaux et prédisent lequel, selon eux, sera le plus efficace pour ralentir la fonte des glaçons. Ils prennent en compte les variables qui doivent être identiques (nombre et taille des glaçons, technique d'enveloppement du gobelet, couches de matériau, mesures prises aux mêmes intervalles, gobelets identiques, même surface et même position des gobelets). Les groupes souhaiteront peut-être utiliser la fiche d'activité 2 pour planifier l'expérience et reporter leurs résultats.

Classe entière

Recueillez et affichez les résultats de chaque groupe. Quel matériau a été le plus efficace pour ralentir la fonte des glaçons ? Tous les groupes sont-ils d'accord ?

Qu'est-ce qui fait passer la glace de l'état solide à l'état liquide ? Insistez sur le fait que les matériaux qui empêchent ou ralentissent le transfert de chaleur s'appellent des isolants. Quel matériau recommanderaient-ils ? Comment pourraient-ils améliorer leur expérience ?

Enfin, revenez au PowerPoint pour montrer le matériau brillant et réfléchissant utilisé dans le bouclier thermique. Il s'agit d'un plastique léger spécialement conçu avec un revêtement brillant, comme la feuille de Mylar qu'ils ont utilisée. La dernière diapositive montre le bouclier thermique brillant du télescope spatial James Webb. Le revêtement brillant reflète la chaleur et le rayonnement lumineux du Soleil pour les éloigner des instruments du télescope spatial.

Approfondissement et autres activités

Si les élèves ont mesuré régulièrement le volume d'eau produit, ils peuvent utiliser les résultats pour tracer une courbe de l'évolution du volume d'eau par rapport au temps.

Les élèves peuvent essayer d'étudier d'autres matériaux, comme des papiers d'emballage brillants.

Ils peuvent essayer d'ajouter des couches de chaque matériau ou de combiner les matériaux.

Étudiez le bouclier solaire d'autres télescopes spatiaux, comme le télescope spatial James Webb.

Vocabulaire du domaine des STIM

- Isoler
- Réfléchir
- Fondre
- Chaleur
- Solide
- Liquide

Informations destinées aux enseignants

Dans cette expérience menée en classe, le plus important transfert de chaleur se fait par conduction à travers la surface sur laquelle les gobelets sont placés et, dans une moindre mesure, par l'air qui entoure les gobelets. Dans l'espace, le transfert de chaleur se fait par rayonnement. Si possible, les gobelets doivent être placés près des radiateurs afin de réduire le temps nécessaire à la fonte des glaçons (et donc la durée de l'expérience) et d'imiter plus fidèlement la manière dont la chaleur est transférée dans l'espace. Si les gobelets sont placés à proximité d'une source de chaleur rayonnée, il convient de réduire l'intervalle entre les mesures du volume d'eau produit par la fonte des glaçons.

La feuille de Mylar* ou couverture de survie est une couverture thermique légère qui peut être utilisée pour s'abriter afin d'éviter la perte de chaleur. Le matériau est réfléchissant, donc il piège la chaleur émise par le corps. Il réfléchit la lumière et la chaleur du Soleil pour permettre un rafraîchissement dans les climats à haute température. Le côté argenté doit donc être à l'extérieur pour garder l'intérieur au frais et vice versa.

Fiche d'activité 1 : Isolation

Matériau testé	Prédiction	Couleur de la bille

Le matériau qui a permis le changement de couleur le plus important était :

Le matériau qui a permis le plus faible changement de couleur était :

Nous recommandons d'utiliser : _____

comme bouclier solaire car : _____

Fiche d'activité 2 : Rester

Volume d'eau recueilli (ml) toutes les 30 minutes, produit par la fonte des glaçons placés dans des gobelets en plastique enveloppés dans différents matériaux

Temps (min.)	Témoin (non enveloppé)	Feuille d'aluminium	Mylar	Papier bulles	Cellophane	
Début						
30						
60						
90						
120						
150						

Nous prédisons que la glace fondra plus lentement dans le gobelet enveloppé de :

Nous avons découvert que _____ ralentissait la fonte le plus efficacement.