

**MISSION
EUCLID**
TÉLESCOPE
SPATIAL



Polissage des
miroirs

Contexte

Le télescope spatial Euclid possède trois miroirs incurvés et trois miroirs plats qui envoient la lumière vers les deux instruments embarqués via un filtre qui sépare la lumière visible des longueurs d'onde proches de l'infrarouge. Le miroir primaire mesure 1,2 m de diamètre et est fabriqué en carbure de silicium. Il a subi des mois de polissage avant l'ajout d'un revêtement final argenté. Les miroirs des télescopes ne doivent présenter absolument aucune imperfection.

Dans cette activité, les élèves sont initiés au polissage des miroirs de télescope ; ils modélisent ensuite le processus et étudient quatre produits de polissage avant de recommander celui qu'ils trouvent le plus approprié.



Polissage du miroir du télescope spatial Hubble. Image NASA. Domaine public.

Acquis d'apprentissage

- Expliquer que les surfaces brillantes réfléchissent la lumière et que nous voyons quand cette lumière atteint nos yeux.
- Réaliser un essai comparatif et consigner les résultats dans un tableau.
- Expliquer les raisons de l'utilisation de produits spécifiques du quotidien.

Liens avec le programme et compétences

Science

- Appliquer des méthodes scientifiques, réaliser des observations, procéder à des tests impartiaux et utiliser des données pour tirer des conclusions.
- Expliquer les raisons, en se basant sur des données probantes, de l'utilisation de certains produits spécifiques du quotidien.
- Savoir que les surfaces brillantes réfléchissent la lumière.

Ressources par groupe



Miroirs lustrés x 2



Miroirs rayés ou métal dépoli x 2



Brosse à dents électrique avec tête à poils souples



Petits récipients, comme des coquetiers ou des couvercles, contenant les produits suivants :

- Bicarbonate de sodium
- Sable
- Sel
- Dentifrice doux

Polissage des miroirs



Verre d'eau



Boîte de Pétri en plastique transparent,
couvercle et base



Étiquettes autocollantes



Galets décoratifs en verre transparent* x 2



Fiches d'activité 1 et 2

Préparation

- ✓ Recouvrez les galets en verre d'une très fine couche de colle PVA diluée, saupoudrez avec un peu de sable et laissez sécher. Le sable et la colle doivent pouvoir se retirer assez facilement à l'aide de la brosse à dents électrique. Testez à l'avance !
- ✓ Téléchargez le PowerPoint « *Polissage des miroirs* » et la vidéo du polissoir.

Activité

Point de départ de la leçon

Les élèves manipulent les miroirs et décrivent leurs propriétés. Lequel donne la meilleure image ? Pourquoi est-ce le cas d'après eux ? Faites remarquer la texture lisse de la surface de l'un et les imperfections de l'autre et rappelez aux élèves leurs éventuels travaux antérieurs au sujet de la lumière et des surfaces brillantes. Se souviennent-ils du mot « réflexion » ? Le télescope spatial Euclid utilisera des miroirs pour observer des milliards de galaxies dans l'espace. Ces miroirs doivent être parfaitement lisses pour refléter autant de lumière que possible vers les instruments du télescope afin de produire des images nettes : le lissage et le polissage de leurs surfaces prennent plusieurs mois.

Montrez l'image du miroir du télescope spatial

Hubble sur le PowerPoint joint.

Activité principale

Regardez la vidéo « *Polissage des miroirs* » qui montre le polissoir en action. Expliquez que le processus génère de la chaleur ; de l'eau est utilisée pour le refroidissement.

Lisez le message de la société Shiny Optics sur le PowerPoint « *Polissage des miroirs* » ou la fiche d'activité 1. Il explique que différentes poudres et pâtes sont utilisées dans le processus de polissage, qui comprend un meulage, un lissage et un polissage. Les poudres doivent pouvoir éliminer de minuscules bosses sur le miroir, sans être trop abrasives pour ne pas rayer la surface du miroir.

On leur a fourni quatre produits que les scientifiques pourraient utiliser.

Leur tâche consiste à :

- rechercher quel produit génère le moins de rayures ;
- découvrir si ce produit sera efficace pour éliminer les imperfections sur un échantillon de verre et polir le verre afin d'obtenir une surface lisse ;
- rendre compte de leurs conclusions.

Encouragez les élèves à examiner et à décrire les produits et à discuter de ceux qui, selon eux, seront efficaces pour lisser les imperfections, tout en laissant le moins de rayures. Expliquez qu'ils vont utiliser la brosse à dents électrique pour simuler l'action du polissoir. Ils vont tremper la tête de la brosse à dents dans l'eau, puis dans le premier produit avant de l'essayer sur la surface de la boîte de Pétri.

Ajoutez une étiquette indiquant le produit testé. Rincez la tête de la brosse à dents et répétez le processus pour les autres produits. Utilisez la moitié du couvercle ou de la base de la boîte de Pétri pour chaque produit testé. Comment s'assureraient-ils que le test est impartial ? Pourquoi doivent-ils nettoyer la brosse à chaque fois ?

Les élèves comparent soigneusement les résultats en examinant de près les marques sur les boîtes de Pétri. Pour s'aider, il est recommandé de tenir une feuille noire derrière la boîte de Pétri. Ils choisissent comment rendre compte de leurs conclusions, par exemple, dans un tableau, en photo, avec des dessins ou dans la fiche d'activité 2.

Une fois que les groupes ont déterminé quel produit de polissage génère le moins de rayures, ils s'en servent pour essayer d'éliminer les imperfections (enduit en sable) à la surface du galet de verre, afin de produire une finition lisse.

Classe entière

Les groupes présentent leurs résultats. Comment ont-ils choisi de s'assurer que le test était impartial ? Les suggestions peuvent inclure :

- le même temps de brossage
- la même pression de brossage
- brosser à chaque fois une surface de la même taille sur la boîte
- utiliser la même quantité de produit

Quel produit de polissage a laissé le moins de rayures ? Étaient-ils surpris ? Ce produit a-t-il laissé une surface lisse sur le galet de verre après le polissage ?

Quel produit recommanderaient-ils aux scientifiques d'utiliser ?

La dernière étape de préparation consiste à ajouter un revêtement argenté très réfléchissant, vaporisé sur le miroir. Les élèves peuvent-ils suggérer un revêtement réfléchissant brillant qu'ils pourraient ajouter sur leur verre ?

Terminez la leçon en revenant au PowerPoint pour montrer des caractéristiques sur l'image du miroir après le polissage et une image du miroir primaire du télescope spatial Euclid.

Vocabulaire du domaine des STIM

- Polissage
- Abrasif
- Meulage
- Polissage
- Dur/doux/friable
- Lisse
- Lubrifier
- Réfléter

Approfondissement et autres activités

Étudiez d'autres poudres ou pâtes, comme différents dentifrices ou du sable à gros grains. Les élèves pourraient également essayer d'utiliser une gomme comme tête de polissage plutôt qu'une brosse à dents.

Utilisez du papier aluminium comme surface d'essai plutôt qu'une boîte de Pétri en plastique transparent.

Essayez d'ajouter de l'huile alimentaire aux poudres et aux pâtes comme lubrifiant plutôt que de l'eau. Les résultats sont-ils les mêmes ?

Étudiez l'ajout d'une surface réfléchissante à leurs galets de verre, par exemple une feuille d'aluminium ou une couche de colorant argenté appliquée au pinceau.

Le miroir primaire a un diamètre extérieur de 1,25 m et pèse 39 kg. Enfin, la face optique reçoit un revêtement très réfléchissant.



L'image montre les résultats pour quatre produits testés sur la surface d'une boîte de Pétri, ainsi que la surface d'un galet de verre préparée avec du sable avant le polissage.

Informations destinées aux enseignants

Les miroirs du télescope spatial Euclid doivent pouvoir résister aux conditions extrêmes existant dans l'espace. Ils doivent être légers, rigides et solides. Ils sont fabriqués en carbure de silicium, un matériau très stable, et peuvent conserver leur forme dans toutes les conditions.

Le polissage a pris plusieurs mois, jusqu'à atteindre un niveau de rugosité équivalent à un milliardième de mètre. Après le polissage, un cheveu humain posé sur le miroir serait 50 000 fois plus épais que toute rugosité restante à la surface !

Polissage des miroirs

Fiche d'activité 6 : Polissage

De : Senior Metrologist@ShinyOptics.co.uk

À : Écoliers scientifiques

Objet : Produits de polissage

Chers écoliers scientifiques,

Je travaille dans une entreprise qui fabrique et teste des miroirs et des lentilles destinés aux télescopes. Il est très important que ces miroirs soient vraiment brillants et lisses, afin que la lumière qui se déplace depuis l'espace se reflète dans les miroirs jusqu'aux instruments intégrés dans le télescope. C'est ce qui permet de voir une belle image bien nette des étoiles et des galaxies.

Lors du polissage des miroirs, nous utilisons un équipement spécial appelé polissoir et nous ajoutons des produits abrasifs afin de meuler les petites bosses et aspérités, pour rendre la surface des miroirs aussi lisse que possible. Certains produits sont très efficaces pour éliminer les bosses et les aspérités, mais ils peuvent également rayer le miroir.

Nous vous invitons à tester quatre produits afin de déterminer celui qui laissera le moins de rayures, mais qui permettra également d'obtenir une surface lisse. Vous pouvez utiliser une brosse à dents électrique comme polissoir !

En bons scientifiques, vous devrez planifier soigneusement votre expérience et décider comment enregistrer vos résultats.

Nous serions très reconnaissants de recevoir vos recommandations et de connaître les raisons de vos choix. Bonne chance !

John Mitchell
Chef métrologue,
Shiny Optics Ltd

Fiche d'activité 7 : Polissage

Produit de polissage	Surface de la boîte de Pétri après le polissage

Le produit qui a laissé le moins de rayures était :

Maintenant, utilisez ce produit pour polir la surface du verre. Reportez vos résultats ici :

Nous recommandons :

Car :
