

**MISSION  
EUCLID**  
TÉLESCOP  
E SPATIAL



Une loupe dans l'espace-  
temps

## Contexte

### Le télescope spatial Euclid

Contrairement à ce que nous observons ici, sur Terre, où la lumière se déplace en ligne droite, lorsque nous regardons dans l'espace lointain, nous voyons que la trajectoire de la lumière peut être incurvée. De grands objets, comme les étoiles, peuvent faire dévier la lumière qui passe à proximité. C'est ce qu'on appelle l'effet lenticulaire gravitationnel. Si, sur son chemin vers la Terre, la lumière se déplace à proximité d'une grande galaxie ou d'un amas de galaxies encore plus important, ces derniers font courber la lumière en agissant comme une loupe. Cela nous permet de voir une version agrandie des objets qui sont derrière ces lentilles et les images de ces objets d'arrière-plan sont déformées de la même manière que lorsqu'on regarde à travers une loupe. Les astronomes utiliseront le télescope spatial Euclid et l'effet lenticulaire gravitationnel pour regarder loin dans le temps et dans l'espace afin d'étudier les objets célestes et la pesanteur qu'ils exercent. En particulier, l'effet lenticulaire gravitationnel nous permet de repérer des structures qui n'émettent pas elles-mêmes de lumière, par exemple celles composées de la mystérieuse matière noire !

Dans cette activité, les élèves utilisent divers objets comme des lentilles, des liquides et des galets de verre transparent pour étudier le grossissement et la distorsion des images. Ils font ensuite des essais avec des loupes simples ou des lunettes réalisées à partir d'hémisphères en plastique incurvés contenant différents liquides. Ils apprennent que les galaxies lointaines peuvent jouer le rôle de loupes et que le télescope Euclid et les autres télescopes spatiaux utilisent des miroirs incurvés pour capter la lumière de ces étoiles et galaxies lointaines.

### Acquis d'apprentissage

Les élèves apprennent que :

- la lumière émise par une source se reflète dans les objets et que nous voyons lorsque cette lumière entre dans nos yeux.
- les surfaces réfléchissantes incurvées peuvent déformer les images en les faisant paraître plus grandes ou plus petites.
- une loupe est une lentille convexe utilisée pour faire apparaître un objet plus grand qu'il ne l'est réellement.
- des amas de galaxies lointaines peuvent agir comme des lentilles grossissantes.
- les formes réalisées par les lentilles gravitationnelles dans l'Univers lointain peuvent être reproduites par des lentilles (par exemple, une goutte d'eau) dans une expérience sur table.

### Ressources par groupe



Carrés de plastique plat transparent, par exemple une feuille plastifiée



Texte imprimé en petits caractères, par exemple un journal



Sachet à sandwich en plastique transparent



Bouteille d'eau transparente x 2



Lentille convexe



Loupe



Verre d'eau



50 ml de :

- Huile alimentaire de couleur claire
- Glycérine
- Vinaigre blanc



Pipette



Cuillère à café



« Lunettes » fabriquées dans  
une bouteille de soda x 2

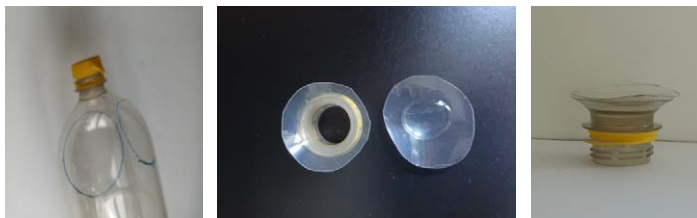


Fiche d'activité 1

## Préparation



Découper des cercles dans la partie supérieure recourbée des bouteilles de soda en plastique et couper aussi la partie supérieure, y compris le bouchon. Poser chaque cercle incurvé sur la partie supérieure inversée de la bouteille pour créer une « lunette » comme sur l'image. Cela ajoute de la stabilité et permet de monter ou de baisser facilement la section qui contient le liquide. Idéalement, il faut deux lunettes par groupe.



Les images ci-dessus montrent la lunette confectionnée avec la bouteille de soda

## Activité

### Point de départ de la leçon

Si nous les regardons à travers certains objets du quotidien, les objets semblent parfois plus gros, plus petits ou déformés. Les élèves peuvent-ils trouver des exemples ? Essayez de regarder un petit objet ou un texte imprimé à travers une bouteille d'eau. L'objet ou le texte semble-t-il différent et de quelle manière ? Laissez aux élèves le temps de regarder à travers la loupe, la lentille convexe ou le sac à sandwich en plastique contenant de l'eau. Ils doivent observer des changements dans l'apparence de l'objet ou du texte.

### Activité principale

Demandez aux élèves de placer un carré de plastique transparent plat sur un texte en petits caractères. Les lettres semblent-elles plus grandes, plus petites ou de la même taille à travers le plastique ? (de la même taille) Que se passe-t-il lorsqu'ils soulèvent le plastique pendant qu'ils regardent les lettres ? Semblent-elles plus grandes, plus petites ou de la même taille ? (de la même taille)

Utilisez la pipette ou la cuillère à café pour déposer quelques gouttes d'eau au centre du carré de plastique. Observez la surface de la goutte d'eau. Est-elle plate ou incurvée ?

Placez le carré sur le texte et regardez à la verticale avec un œil à travers la goutte d'eau. Les lettres semblent-elles plus grandes, plus petites ou de la même taille ? Ils doivent remarquer qu'un grossissement se produit à travers la goutte d'eau en raison de sa surface convexe. Elle agit maintenant comme une lentille.

Essayez de soulever le plastique et de le maintenir au-dessus du texte. Observent-ils des changements dans l'apparence du texte à différentes hauteurs ? Le grossissement augmente-t-il à mesure que la goutte d'eau monte ? Augmentez la taille de la goutte d'eau et répétez le processus. Une goutte d'eau plus grosse donne-t-elle une image plus grande ?

Montrez aux élèves la lunette composée d'un cercle de plastique incurvé et de son support. Montrez comment l'utiliser. Est-ce que la lunette seule fait paraître les lettres plus grandes ? (non)

Expliquez qu'ils vont maintenant étudier les effets de l'ajout, tour à tour, de différents liquides au plastique pour créer une lentille. La lentille liquide fera-t-elle apparaître le texte plus grand ou plus petit ? Différents liquides donneront-ils des grossissements différents ? Que doivent-ils faire pour que la comparaison soit équitable ? Les élèves partagent leurs idées et font des prédictions. Ils peuvent suggérer d'utiliser le même nombre de gouttes de chaque liquide et de comparer la taille d'un même texte en maintenant la lunette à la même hauteur au-dessus du texte.

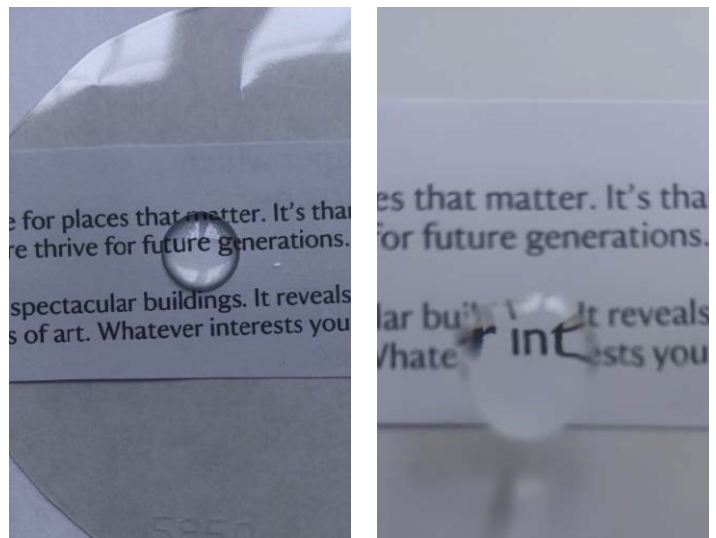
Ils essaient la glycérine, une huile alimentaire fine et le vinaigre blanc, et notent soigneusement leurs observations. Ils peuvent utiliser la fiche d'activité 1 pour prendre leurs notes.

### Classe entière

Les groupes partagent leurs observations. Posez des questions telles que :

- *Le texte a-t-il paru plus grand, plus petit ou de la même taille lorsque vous avez ajouté de l'eau dans le cercle incurvé en plastique ?*
- *Avez-vous remarqué une différence de grossissement entre les liquides ?*

- *Que s'est-il passé quand vous avez soulevé la lunette et regardé le texte à la verticale ? Le texte semblait-il plus grand, plus petit ou de la même taille ?*



La seconde image montre une goutte de glycérine agissant comme une loupe lorsqu'elle est placée sur du plastique et levée au-dessus du texte.

Expliquez que les liquides ont pris une forme courbée comme le verre d'une loupe. Nous appelons cela une lentille convexe et lorsque la lumière la traverse jusqu'à notre œil, les images semblent plus grandes. Expliquez qu'un nouveau télescope spatial appelé Euclid sera bientôt lancé. Il recherchera des galaxies lointaines. La lumière des étoiles et des galaxies lointaines se déplacera jusqu'au télescope, mais ces galaxies lointaines sembleront très petites. Parfois, de nombreuses galaxies se regroupent et peuvent agir comme des loupes en grossissant de minuscules galaxies plus éloignées dans l'espace. Parfois, ces images de galaxies peuvent être déformées ou d'étranges cercles de lumière peuvent apparaître autour d'elles.

Enfin, montrez les images prises par le télescope spatial Hubble dans le document PowerPoint joint « Une loupe dans l'espace-temps ». Utilisez les notes des diapositives pour montrer et expliquer les différents effets. Deux autres présentations PowerPoint fournissent des informations sur les caractéristiques de deux amas de galaxies différents, appelés S1063 et Abell 2218.

### Vocabulaire du domaine des STIM

- Réfléter
- Convexe
- Concave
- Grossir
- Lentille
- Déformer

### Approfondissement ou autres activités

Les élèves peuvent suggérer d'ajouter d'autres liquides à leurs lunettes. Ils pourraient essayer de regarder des motifs comme des points ou des lignes à travers les liquides pour observer les distorsions ou les grossissements.

Utilisez des loupes pour regarder un petit objet. Qu'arrive-t-il à l'image lorsque vous augmentez la distance entre la lentille et l'objet ? Mettre en place une expérience pour mesurer et recueillir des données permettant de consigner la taille de l'image par rapport à la hauteur entre la loupe et l'objet.

Regarder à travers le fond d'un verre à vin est une bonne illustration des effets produits lorsque les galaxies se regroupent et agissent comme des loupes.



L'image montre des galets de verre transparent à travers lesquels les élèves peuvent regarder

### Informations destinées aux enseignants

Einstein a prédit que tout objet ayant une masse peut faire courber la lumière. Un faible effet lenticulaire gravitationnel provoque de petites distorsions de la lumière qui provient d'objets célestes lointains. Par conséquent, la lumière provenant de galaxies lointaines est déviée par des structures massives le long de son trajet vers la Terre. Cela entraîne de minuscules distorsions des images de ces galaxies lointaines, qui peuvent être détectées sur les images de haute qualité prises dans l'espace lointain par le télescope spatial Euclid. La plupart des lentilles sont dominées par la matière noire, dont l'abondance et la distribution peuvent être étudiées par Euclid. Nous ne savons pas encore ce qu'est la matière noire ; probablement une nouvelle particule élémentaire qui n'interagit que par la pesanteur. Nous savons toutefois que la matière noire doit être cinq fois plus abondante que la matière normale dans l'Univers.

Dans de rares cas, une galaxie massive ou un amas de galaxies « lentille » s'aligne presque parfaitement avec une galaxie lointaine en arrière-plan vue depuis la Terre. Ensuite, nous pouvons observer de forts effets lenticulaires gravitationnels comme des distorsions d'image, des images multiples des mêmes objets d'arrière-plan et des images qui semblent plus grandes ou plus petites.

En regardant à travers le fond d'un verre à vin (sans le pied), on obtient un très bon modèle du type d'effets capturés par un télescope spatial au travers d'une lentille gravitationnelle.

Lorsque la lumière rebondit sur les objets et voyage jusqu'à nos yeux, les rayons lumineux se déplacent en lignes parallèles, mais si la lumière traverse une lentille convexe, ces rayons sont « courbés » ou convergent, formant une image virtuelle sur la rétine. L'objet apparaît alors plus grand qu'il ne l'est réellement.

La lumière se déplace en ligne droite dans l'air, mais sa vitesse est affectée par les matières qu'elle traverse. Lorsqu'elle passe d'un milieu à un autre, par exemple en traversant le plastique, le verre ou l'eau, elle semble se courber, car sa vitesse change.

C'est ce qu'on appelle la réfraction. Lorsque la lumière traverse un verre convexe, plus le point d'entrée de la lumière est éloigné du centre, plus l'angle de courbure du rayon est grand. Une lentille concave produit une image plus petite.

La lumière réfléchiée par une surface brillante incurvée se reflète à différents angles selon l'endroit où la lumière atteint la surface.

Les télescopes spatiaux sont munis de grands miroirs à la surface incurvée pour capter la lumière provenant de galaxies lointaines dans l'espace. Euclid possède plusieurs miroirs incurvés, notamment un grand miroir primaire de 1,2 m qui capte la lumière et la réfléchit vers d'autres miroirs, avant qu'elle ne soit finalement dirigée vers les filtres et les instruments qui enregistrent les images.

## Fiche d'activité 1

Utilisez votre lunette pour regarder un texte en petits caractères à travers différents liquides. Dessinez et décrivez vos observations.

<b>Liquide</b>	<b>Lunette placée sur le texte</b>	<b>Lunette soulevée au-dessus du texte</b>
Aucun		
Eau		
Vinaigre		
Glycérine		