

Présentation de la mission du télescope spatial Euclid et aperçu de la ressource pour les écoles primaires

Euclid est un nouveau télescope spatial lancé par l'Agence spatiale européenne en juillet 2023. Son miroir primaire, d'un diamètre de 1,2 m, représente environ la moitié seulement de celui du célèbre télescope spatial Hubble. Mais Euclid peut produire des images d'une bien plus grande étendue de ciel en une seule fois, et aura observé une plus grande partie du ciel en quelques jours que ce qu'a couvert Hubble au cours de sa longue vie.

Euclid sera envoyé vers un endroit sombre et calme à une distance égale à plusieurs fois celle entre la Lune et la Terre. Il y suivra l'orbite terrestre autour du Soleil. Une fois arrivé, Euclid créera un relevé de l'Univers lointain pendant six ans, couvrant tout le ciel qui n'est pas masqué par notre système solaire ou notre propre galaxie, la Voie lactée.

Deux instruments se trouveront à bord d'Euclid : l'un d'entre eux est l'un des plus grands appareils photo numériques jamais montés dans l'espace. À l'aide d'une optique soigneusement conçue et en évitant le brouillage dû à l'atmosphère terrestre, cette caméra prendra des images exceptionnellement nettes et précises d'objets trop petits et trop faibles pour être étudiés à partir de télescopes au sol. Une deuxième caméra capte la lumière à des longueurs d'onde légèrement plus longues que la lumière visible et qui sont bloquées par l'atmosphère terrestre.

Euclid observera la luminosité, les couleurs, les formes et les séquences dans le ciel, pour plus d'un milliard de galaxies lointaines. Ces mesures contiennent des indices subtils sur la distribution de la matière dans l'Univers et les interactions gravitationnelles à l'intérieur de cette matière.

La majeure partie de cette matière n'émet aucune lumière et doit être d'une forme nouvelle et exotique, appelée matière noire. En raison de la vitesse finale de la lumière, les objets situés à de grandes distances sont perçus tels qu'ils étaient à un moment antérieur de leur histoire.

Euclid peut donc également révéler l'histoire de la formation des structures et ce que ces séquences nous disent sur la géométrie de l'Univers. Cela permettra de résoudre le mystère d'un ingrédient encore plus mystérieux de l'Univers : l'énergie noire.

(Crédits : Benjamin Joachimi, Professeur d'astrophysique, Université de Londres.)

Cette ressource liée au programme scolaire et relevant du domaine des STIM (science, technologie, ingénierie et mathématiques) est destinée aux élèves du 1^{er} degré et à leurs enseignants. Elle s'appuie sur un événement réel passionnant : le lancement du télescope spatial Euclid.

Grâce à des modèles simples et à des activités pratiques, les élèves sont initiés au travail des spatiologues qui cherchent à en découvrir davantage sur notre Univers.

Cette ressource contient des activités pratiques, notamment :

- la modélisation de l'expansion de l'Univers en gonflant un ballon et en mesurant la distance entre les différents points à la surface du ballon ; l'étude d'images réelles provenant de l'espace afin d'essayer de détecter des caractéristiques dans l'apparence des étoiles et des galaxies lointaines.
- apprendre que les galaxies lointaines peuvent agir comme des loupes et que le télescope Euclid et les autres télescopes spatiaux utilisent des miroirs incurvés pour capter la lumière émise par ces étoiles et galaxies lointaines ; utiliser divers objets comme des lentilles, des liquides et des galets en verre transparent pour étudier le grossissement et la déformation des images.

- une initiation 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.
- dans la première des deux activités, basée sur le panneau solaire et le bouclier solaire d'Euclid, 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.
- en utilisant l'exemple des constellations pour tracer la position des étoiles à l'aide d'une grille et de coordonnées 2D, les élèves doivent dessiner leurs propres constellations sur du papier millimétré et décrire la position de leurs étoiles en utilisant des coordonnées.
- mobiliser des compétences pratiques pour créer une visionneuse de constellations et avoir l'opportunité de faire des recherches sur les constellations et de créer leurs propres constellations.

Chaque leçon est accompagnée de notes pour l'enseignant et d'informations sur le contexte, d'une liste de ressources, de liens avec les programmes scolaires et de fiches d'activités pour les élèves, du vocabulaire STIM de base, de suggestions d'activités supplémentaires ou d'approfondissement et de liens vers des sites Web utiles.

Des présentations PowerPoint et des vidéos permettent d'enrichir les leçons. Les activités peuvent être réalisées individuellement ou dans le cadre d'un projet plus large et peuvent être utilisées par les ambassadeurs des STIM, les clubs de science ou pour des projets d'enseignement à domicile.

Sue Andrews, l'auteure, tient à remercier les personnes suivantes pour leur aide et leur soutien dans le développement de cette ressource :

Benjamin Joachimi, professeur d'astrophysique à l'Université de Londres

Professeure Caroline Gray et l'équipe de Glyndwr Innovations Ltd.

Andrew Newsam, professeur d'éducation et d'engagement en astronomie, Astrophysics Research Institute, Université John Moores de Liverpool

Cliff Porter, expert scientifique indépendant.

Activités pour les écoles primaires et liens avec les programmes scolaires

Activité	Liens avec le programme
L'expansion de l'Univers	Compétences scientifiques : réaliser des observations au fil du temps, enregistrer des données, tirer des conclusions Matériaux : réaction chimique, changement irréversible Terre et espace : la lumière se déplace depuis une source Mathématiques : utilisation des unités de mesure standard
Une grande loupe dans l'espace-temps	Science : Lumière : sources lumineuses, la lumière semble se déplacer en lignes droites, réflexion, loupes Compétences scientifiques : réaliser des observations minutieuses, prendre des mesures, enregistrer des données, rechercher des séquences Mathématiques : mesures
Polissage des miroirs	Compétences scientifiques : essais comparatifs, observation, enregistrement de données, conclusion Lumière : surfaces brillantes et réflexion Matériaux : utilisation de produits courants
Le bouclier solaire	Compétences scientifiques : 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 Matériaux : utilisation de matériaux, changement d'état Lumière, sources lumineuses Mathématiques : utilisation des unités de mesure standard (activité 2)
Constellations	Science : lumière, sources lumineuses, réflexion Mathématiques : utiliser une grille 2D, tracer des coordonnées Français : histoires issues de différentes cultures
Créer une visionneuse de constellations	Technologie de la conception : utilisation d'outils, fabrication, découpe, assemblage précis de matériaux Activités d'approfondissement : Informatique : utiliser les technologies de recherche ; présenter des données et des informations Français : présentations

Séquence d'enseignement et liens avec le programme scolaire



MISSION EUCLID
TÉLESCOPE
SPATIAL



Sites utiles et informations sur le
contexte



Kit de lancement d'Euclid de l'ESA

<https://esamultimedia.esa.int/docs/science/Euclid-LaunchKit.pdf>

Images de l'engin spatial

Un ensemble de photos récentes de l'engin spatial prises avant le début de son acheminement vers le site de lancement :

<https://www.cfht.hawaii.edu/~jcc/EuclidThalesCannes2023/#>

Galerie multimédia de l'Agence spatiale européenne (ESA) :

https://sci.esa.int/web/euclid/multimedia-gallery?p_p_id=com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_45328&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_45328_delta=24&p_r_p_resetCur=false&_com_liferay_asset_publisher_web_portlet_AssetPublisherPortlet_INSTANCE_45328_cur=4

Plusieurs images issues de la galerie de l'ESA peuvent être utiles en classe, par exemple les images du miroir primaire (liens ci-dessous) et quelques vues d'artiste comme :

<https://sci.esa.int/web/euclid/-/artist-s-impression-of-euclid-1>

Notez que toutes les images de l'engin spatial « réel » de cette galerie sont en fait celles d'une copie fidèle qui est utilisée pour les essais (chauffage, vibrations, etc.), et non du modèle de vol.

L'expansion de l'Univers

Vidéo de base : <https://esahubble.org/videos/hubblecast79d/>

<https://www.jpl.nasa.gov/infographics/the-big-bang-and-expansion-of-the-universe>

Graphique standard utilisé par les astronomes pour illustrer l'histoire de l'expansion de l'Univers. Il est inclus à titre informatif à l'attention des enseignants uniquement, pas pour être utilisé avec les élèves.

Comme analogue de la Voie lactée, les vues obliques donnent une bonne idée de la structure en 3D, par exemple : <https://esahubble.org/images/heic2002a/> <https://esahubble.org/images/potw2006a/>

Une loupe dans l'espace-temps

Image d'une lentille gravitationnelle : <https://esahubble.org/images/heic1615a/> (les crédits détaillés sont donnés sur cette page).

Voir le PowerPoint joint « Une loupe dans l'espace-temps, » l'histoire d'un amas de galaxies nommé Abell S1063.

Ces notes aident les enseignants à décrire les caractéristiques clés de l'image du diaporama :

Il s'agit d'une photo d'un amas de galaxies nommé Abell S1063, assemblée à partir d'observations du télescope spatial Hubble dans une image en couleur. Les images d'Euclid seront d'une qualité similaire à celles de Hubble. L'image couvre une très petite partie du ciel : elle s'étend sur moins d'un dixième du diamètre de la pleine Lune, et une personne ayant une bonne vue pourrait à peu près distinguer deux étoiles brillantes situées dans les coins opposés de l'image.

Cependant, tous les objets de cette image sont beaucoup trop faibles pour être vus à l'œil nu.

La plupart des objets de cette image, même les points les plus faibles, sont des galaxies, dont beaucoup sont semblables à la nôtre, la Voie lactée. On peut repérer quelques exemples de galaxies plus grandes avec des bras en spirale typiques des galaxies semblables à la Voie lactée. Seuls quelques objets sont des étoiles de notre propre galaxie et nous regardons au-delà de celles-ci pour voir des galaxies beaucoup plus lointaines dans l'Univers lointain.

Un grand nombre de ces étoiles sont identifiables par le motif en croix qui les entoure. Ce sont des artefacts produits par l'optique du télescope (en l'occurrence, le support qui maintient en place le miroir secondaire de Hubble) ; les étoiles sont si petites à ces distances qu'elles sont des points lumineux, même pour Hubble.

L'image est dominée par une très grande galaxie apparaissant au centre. Ce « monstre » se trouve au centre d'un amas de dizaines ou de centaines de galaxies, formant l'une des structures les plus massives de l'Univers. La quasi-totalité des plus petites galaxies qui ont une teinte similaire à celle de la galaxie centrale font partie de l'amas. Elles sont liées par la gravitation et tournent autour du centre, en spirale lente, jusqu'à ce qu'elles soient « mangées » par le monstre situé au centre.

Les galaxies de l'amas semblent un peu floues. Leur lumière, même celle des parties floues et faibles de leur périphérie, provient de milliards d'étoiles qui sont trop éloignées pour être reconnues comme des points individuels.

Lorsque les galaxies ont été attirées dans l'amas, elles ont été privées du gaz qui permet de produire de nouvelles étoiles. Par conséquent, la plupart des étoiles sont maintenant anciennes et ont tendance à émettre une lumière dans la partie rouge de l'arc-en-ciel, ce qui donne aux galaxies de l'amas leur couleur orange caractéristique.

Les astronomes peuvent estimer la masse et la vitesse des galaxies de l'amas. Étrangement, il se trouve qu'elles se déplacent trop vite pour être maintenues ensemble par leur propre attraction gravitationnelle. C'est l'un des premiers indices signifiant qu'il doit y avoir une autre matière qui interagit par la gravitation, mais qui ne nous envoie pas de lumière visible dans ces images. C'est ce que nous appelons la matière noire.

Cette image de Hubble contient cependant une manifestation spectaculaire des effets de la matière noire : les amas de galaxies, avec toute la matière noire qu'ils contiennent, sont si massifs qu'ils font courber la lumière provenant des objets situés derrière eux sur son chemin vers la Terre.

C'est le même fonctionnement que pour une loupe ou d'autres lentilles collectrices, d'où le nom d'« effet lenticulaire gravitationnel ». Comme avec les lentilles en verre, les images des objets (ici, des galaxies) situés en arrière-plan sont grossies et déformées en arcs concentriques autour du centre de la lentille (c'est-à-dire de l'amas de galaxies). Regardez de plus près et vous verrez des arcs et de fines traînées dans de nombreuses parties de l'image. Celles-ci ont tendance à être bleues, car les galaxies situées en arrière-plan qui subissent l'effet lenticulaire ont émis leur lumière au début de l'évolution de l'Univers, lorsque de nombreuses étoiles bleues brillantes formaient des galaxies.

« Substituts » de lentilles gravitationnelles fabriqués à partir de pieds de verres à vin : https://drive.google.com/file/d/1_N7QgibSFuOK-EBxs_wg4pygGvLzGI9n/view?usp=share_link

Spécifications du miroir primaire d'Euclid

Pictures: <https://sci.esa.int/web/euclid/-/60937-euclid-primary-mirror>

<https://sci.esa.int/web/euclid/-/57042-euclid-primary-mirror>

Les crédits détaillés sont donnés sur la page Web.

Polissage des miroirs

Voici une bonne description des miroirs d'Euclid :

<https://sci.esa.int/web/euclid/-/60936-euclid-progresses-with-primary-mirror-delivery>

Extrait du paragraphe clé :

« L'exceptionnelle précision de la forme du miroir primaire est telle que, s'il était étendu à un diamètre de 973 km (ce qui correspond à l'étendue Nord-Sud de la France), la surface du miroir s'écarterait de sa forme parfaite de moins de 1,47 cm. Non seulement sa forme parabolique doit être extrêmement précise, mais sa surface doit également être polie avec une extrême précision. Pour poursuivre cette comparaison, si le miroir était élargi jusqu'à atteindre la superficie de la France, aucune surface de 4 km de diamètre n'aurait de « crête » supérieure à l'épaisseur d'un cheveu humain. »