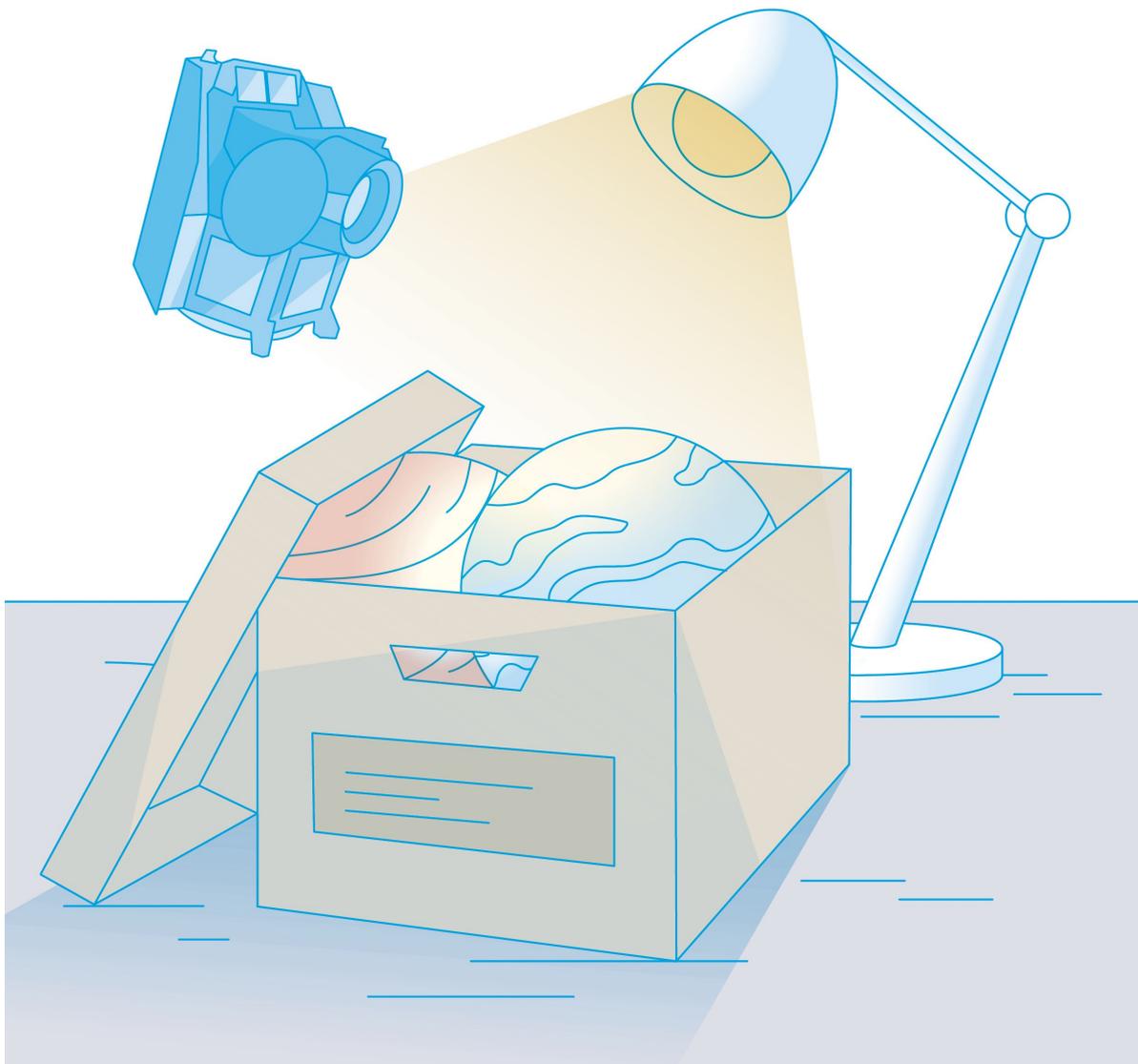
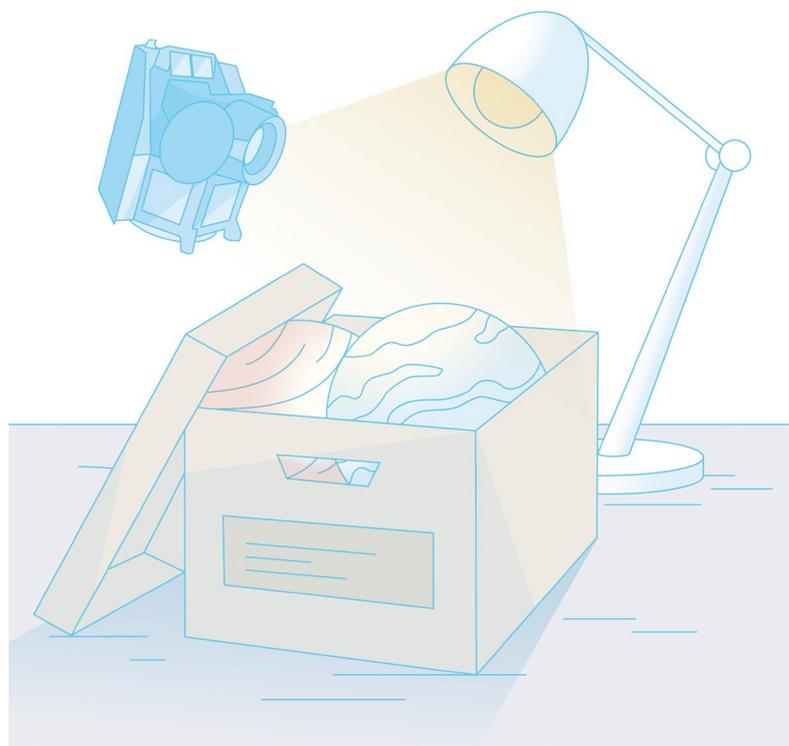


teach with space

→ EXOPLANÈTES EN BOÎTE

Modéliser le transit d'une exoplanète





Guide du professeur

En bref	page 3
Synthèse des activités	page 4
Introduction	page 5
Activité 1 : Explorer les exoplanètes	page 6
Activité 2 : Construisez votre exoplanète en boîte	page 7
Activité 3 : Analyser la lumière des étoiles	page 8
Activité 4 : Quelle est la taille d'une exoplanète ?	page 9
Fiches de l'élève	page 11
Liens	page 15
Annexe	page 16

teach with space – une exoplanète en boîte | P30
www.esa.int/Education

Faites part de vos réactions et de vos commentaires au Bureau du climat :
<https://climate.esa.int/helpdesk/>
teachers@esa.int

Vos retours possibles également à esero.france@cnes.fr

Produit par ESA Education en collaboration avec ESERO UK et ESERO Espagne
Concept d'activité développé pour l'ESA par la National Space Academy (NSA),
Royaume-Uni

Copyright 2022 © European Space Agency

Traduit et adapté par ESERO France et le CNES, 2025

Dernière mise à jour mars 2025

→ EXOPLANÈTES EN BOÎTE

Modéliser le transit d'une exoplanète

En bref

Objet : physique, mathématiques

Tranche d'âge : 14 à 19 ans

Type : guide du professeur et fiches élèves

Complexité : moyenne

Temps nécessaire pour la leçon : 90 minutes

Coût : élevé (> 30 euro)

Lieu : salle de classe

Matériel à utiliser : enregistreur de données ou smartphone avec application de mesure de la luminosité (luxmètre)

Mots-clés : physique, mathématiques, exoplanètes, courbes de lumière, transits

Aperçu

Dans cet ensemble d'activités, les élèves travailleront en petits groupes pour modéliser le transit d'une exoplanète devant son étoile hôte à l'aide d'« exoplanètes en boîte », et traceront une courbe de lumière pour ce transit. Les élèves élaborent leur propre expérience : ils décident des variables à mesurer, des paramètres à maintenir constants et de l'équipement dont ils ont besoin pour effectuer les mesures. En outre, les élèves décideront de la manière de présenter leurs données et développeront leurs compétences en matière d'enregistrement des données et d'interprétation des graphiques.

Cette activité fait partie d'une série qui comprend « **Exoplanètes en transit** » où les élèves analysent des données réelles du satellite Cheops de l'ESA et « **Exoplanètes en mouvement** » où les élèves construisent différents modèles de transit.

Objectifs d'apprentissage

- Comprendre la différence entre une étoile et une planète.
- Découvrir les propriétés des exoplanètes.
- Comprendre comment modéliser la détection d'une exoplanète par la méthode des transits.
- Comprendre comment travailler de manière scientifique.
- Apprendre à concevoir une expérience.
- Apprendre à utiliser le matériel d'enregistrement de données.
- Développer des compétences pour interpréter les graphiques.

Synthèse des activités

Synthèse des activités					
	Titre	Description	Résultat	Exigences	Durée
1	Explorer les exoplanètes	Activité d'introduction aux exoplanètes.	Comprendre ce que sont les exoplanètes et les implications de leur étude pour notre compréhension du système solaire.	Aucune	20 minutes
2	Construisez votre exoplanète dans une boîte	Concevoir et construire une exoplanète dans un modèle de boîte.	Apprendre à planifier et à concevoir une expérience scientifique.	Aucune	25 minutes
3	Analyser la lumière des étoiles	Analyser la courbe de lumière d'un transit d'« exoplanète » .	Apprendre à collecter et à analyser des données et les présenter sous forme de graphique en utilisant le modèle créé dans l'Activité 2.	Réalisation de l'Activité 2	25 minutes
4	Quelle est la taille d'une exoplanète ?	Calculer la taille d'une exoplanète.	Calculer le rayon d'une exoplanète en utilisant les données collectées dans l'Activité 3.	Réalisation de l'Activité 3	20 minutes

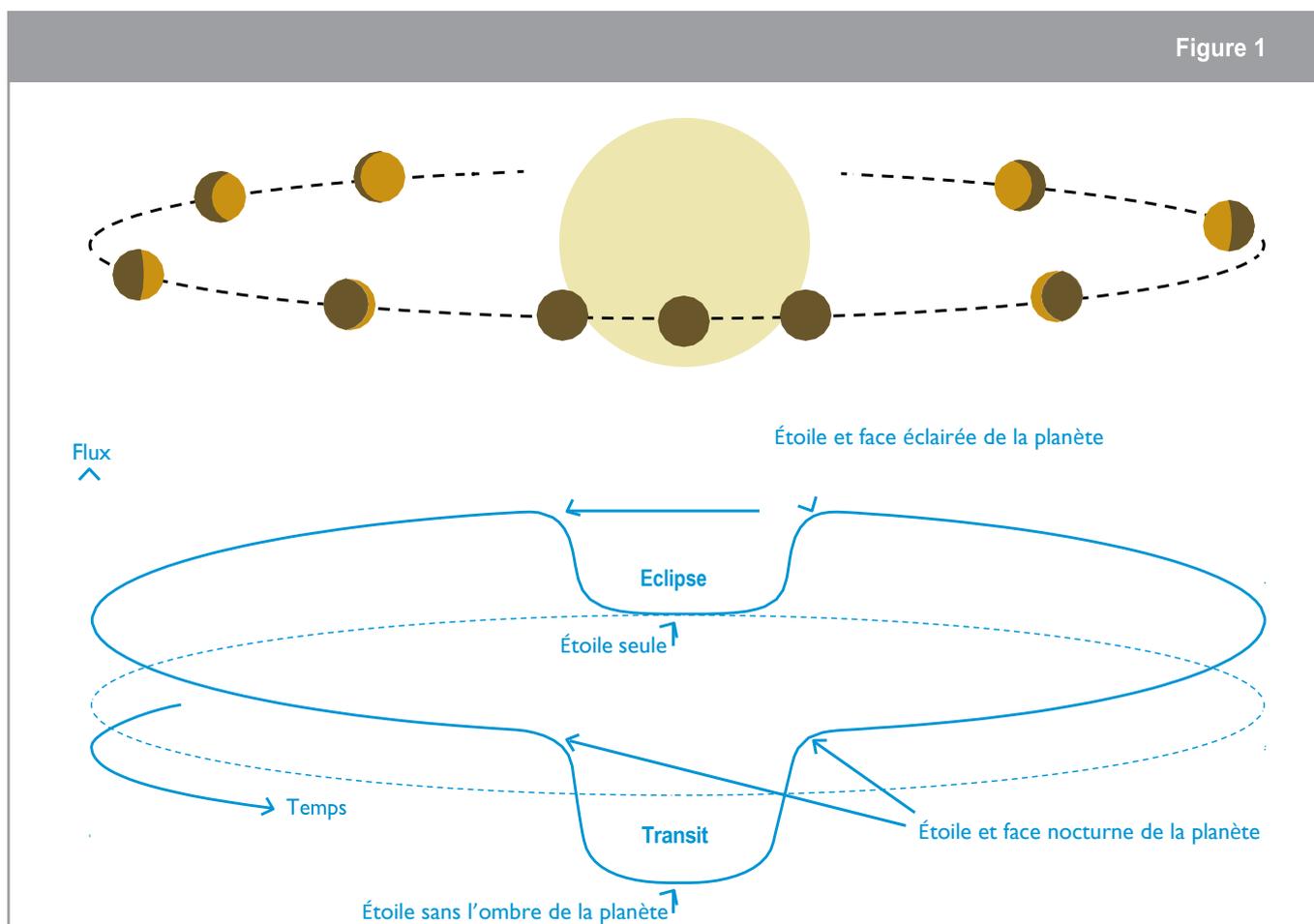
→ Introduction

Tout comme les planètes de notre système solaire orbitent autour du Soleil, d'autres objets célestes gravitent autour d'autres étoiles : certains d'entre eux sont appelés exoplanètes. La première découverte confirmée de planètes en orbite autour d'une étoile semblable au Soleil, en dehors de notre système solaire, a eu lieu en 1995. Depuis, la recherche s'est intensifiée grâce à de nombreux télescopes spatiaux et terrestres. L'exoplanétologie est l'étude des caractéristiques physiques et chimiques des exoplanètes et de leurs systèmes. Ce domaine progresse à mesure que les scientifiques améliorent leurs capacités à déterminer où et quand chercher ces planètes. À ce jour (2024), plus de 5700 exoplanètes confirmées ont été découvertes et de nombreuses exoplanètes candidates restent encore à valider.

Les exoplanètes sont difficiles à observer car elles sont plus petites que les étoiles et n'émettent pas leur propre lumière. De plus, elles sont souvent masquées par l'intense luminosité des étoiles autour desquelles elles orbitent. Les principales méthodes de détection des exoplanètes sont : la photométrie de transit, la vitesse radiale, la microlentille gravitationnelle, l'astrométrie et l'imagerie directe.

Des télescopes comme Cheops (Characterising ExOPlanet Satellite) de l'ESA aident les scientifiques à affiner leurs modèles de formation et d'évolution des planètes, ce qui pourrait avoir des implications sur notre compréhension de l'évolution de notre propre système solaire et de l'origine de la vie.

La méthode du transit est particulièrement importante car, combinée aux mesures de vitesse radiale, elle permet de déterminer le rayon et la masse de la planète et, dans certains cas, d'étudier son atmosphère (Figure 1).



↑ Représentation du transit d'une exoplanète.

Cette série d'activités vise à initier les élèves au sujet des exoplanètes et à développer leurs compétences scientifiques en explorant la méthode photométrique du transit.

→ **Activité 1 : Explorer les exoplanètes**

Cette activité initie les élèves au sujet des exoplanètes. À l'issue de l'activité, ils devraient être capables de décrire ce qu'est une exoplanète, d'estimer le nombre possible d'exoplanètes dans notre galaxie et d'expliquer pourquoi leur détection est difficile.

Matériel

- Fiche de l'élève
- Guide de construction, Annexe 1 (facultatif)

Exercice

Remettez aux élèves les fiches d'activités ainsi que des informations complémentaires sur les exoplanètes. Cette activité peut être menée sous forme de discussion en classe, de travail en groupe ou d'enquête individuelle.

Présentez aux élèves le concept des exoplanètes et discutez des questions proposées avec eux.

1. Les étoiles sont des corps célestes principalement composés d'hydrogène et d'hélium, maintenus ensemble par leur propre gravité. Elles produisent leur propre lumière et énergie grâce à la fusion nucléaire qui a lieu en leur sein.
 - Les étoiles se forment à partir de nuages de gaz moléculaires qui s'effondrent sous l'effet de la gravité
 - Les planètes se forment lorsque la poussière et le gaz présents dans le disque entourant une étoile commencent à se condenser.
2. Lorsque les scientifiques recherchent de la vie au-delà de la Terre, ils doivent faire des hypothèses sur ce qui est considéré comme une découverte de vie (ou des indices de sa présence). Une hypothèse consiste à se concentrer sur la recherche de formes de vie telles que les micro-organismes, ou des preuves de leur existence passée. On pense que les organismes primitifs sont plus susceptibles d'exister et de persister que les espèces avancées. Une autre hypothèse consiste à se concentrer sur la vie dépendante de l'eau, car l'eau liquide est considérée comme un élément fondamental pour la vie telle que nous la connaissons. Cette condition réduit le nombre d'endroits potentiels où la vie pourrait exister à la soi-disant « zone habitable » autour d'une étoile, où l'eau peut être présente à l'état liquide (là où il ne fait ni trop chaud ni trop froid pour que la vie, telle que nous la connaissons, puisse exister). Ce ne sont que deux exemples, mais il existe d'autres critères qui pourraient indiquer la présence de la vie, comme certaines signatures chimiques et sources d'énergie.

→ Activité 2 : Construisez votre exoplanète dans une boîte

Les élèves créeront leur propre modèle physique d'une exoplanète en transit afin de comprendre comment les variations de la lumière observée de l'étoile hôte peuvent être utilisées pour détecter des exoplanètes (méthode du transit). Au cours de cette activité, les élèves apprendront à utiliser des applications de mesures et à interpréter des courbes d'intensité lumineuse observée en fonction du temps.

Matériel

- Fiche d'activité imprimée pour chaque groupe
- Annexe 1 imprimée pour chaque groupe (facultatif)
- Boîte à chaussures en carton, ou boîte similaire avec couvercle
- Lampe
- Luxmètre (par ex. smartphone avec application ou enregistreur de données)
- Cutter / ciseaux
- Rapporteur semi-circulaire
- Pince à linge
- Pics à cocktail ou brochettes en bois pour barbecue
- Papier blanc
- Ruban adhésif
- Pâte à modeler ou matériau similaire

Hygiène et sécurité

La construction de la boîte nécessite l'utilisation d'outils tranchants.

Exercice 1

Expliquez aux élèves qu'ils vont concevoir et planifier la construction d'un modèle physique pour étudier un analogue au transit des exoplanètes : une exoplanète dans une boîte. Une démonstration de l'activité est disponible ici : <https://youtu.be/9ddL-mrHB20>. Utilisez l'image fournie sur la fiche d'activité ou complétez cette information en montrant une animation (par exemple https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Detecting_exoplanets_with_the_transit_method). Vous pouvez également démontrer cela en déplaçant une balle devant une source lumineuse.

Les élèves doivent travailler en groupes de 3 à 4. Dans leurs groupes, ils doivent discuter des points suivants :

- Quelles(s) variable(s) doivent être mesurées ?
- Qu'est-ce qui va changer ?
- Qu'est-ce qui sera maintenu constant ?
- Comment sera leur construction ?
- Quel matériel leur est nécessaire pour prendre les mesures ?
- Comment vont-ils présenter les données ?

Exercice 2

Une fois que chaque groupe a préparé son plan et discuté de la meilleure façon de construire leur modèle d'«exoplanètes en boîte», distribuez le matériel nécessaire pour que les groupes puissent créer leurs propres modèles. En alternative, les élèves peuvent suivre le guide de construction dans l'Annexe 1.

Pour enregistrer les données dans cette activité, les élèves peuvent utiliser un luxmètre. Si cet outil n'est pas disponible, il existe de nombreuses applications disponibles sur smartphone.

→ Activité 3 : Analyser la lumière des étoiles

Après avoir terminé la construction de leur exoplanète en boîte, les élèves doivent mesurer la courbe de lumière pour le transit de leur « système exoplanétaire ».

Matériel

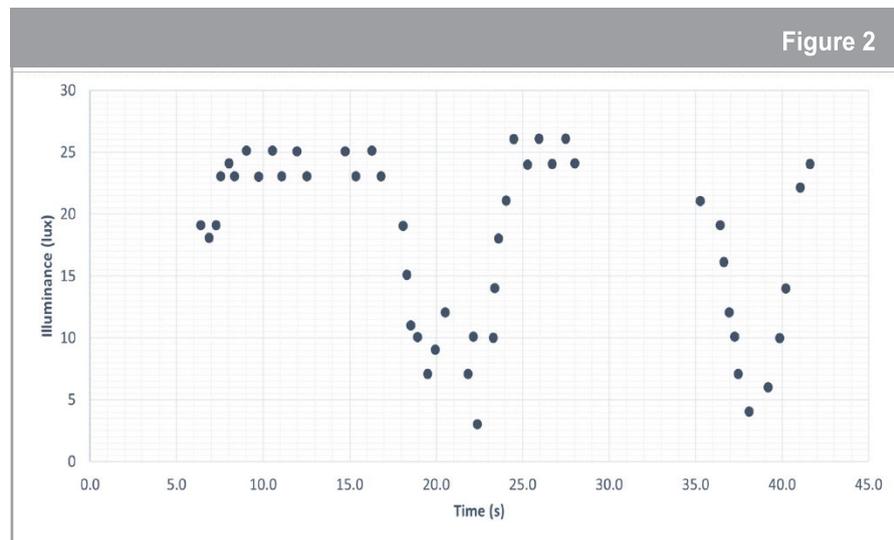
- Exoplanète dans une boîte construite lors de l'Activité 2
- Luxmètre (par ex. application smartphone ou enregistreur de données)
- Logiciel d'analyse de graphes

Exercice

Les scientifiques mesurent la lumière des étoiles en fonction du temps afin de détecter les variations dans les mesures causées par le passage d'exoplanètes. Ces graphiques sont appelés des courbes de lumière.

Dans cet exercice, les élèves vont reproduire la construction d'une courbe de lumière stellaire en utilisant leur modèle d'exoplanète dans une boîte. La figure 2 présente un exemple de courbe de lumière pour une configuration semblable à celle décrite dans l'annexe 1.

Remarque : Pour cet exemple, nous avons utilisé l'application gratuite **Physics Toolbox Sensor Suite** (vieyrasoftware.net). Dans cette application, le luxmètre disponible mesure l'éclairement, en unités de lux (lx), au fil du temps. La plupart des luxmètres fournissent une mesure de l'éclairement. Ce n'est pas le cas des télescopes, qui mesurent généralement la luminosité apparente ou le flux d'une étoile. Ainsi, dans cette activité, nous considérerons l'éclairement comme une approximation du flux afin d'illustrer la méthode.



↑ Exemple d'une courbe de lumière créée à l'aide de l'application **Physics Toolbox**

La courbe de lumière que nous avons construite à l'aide de notre modèle de système exoplanétaire montre deux transits. Dans cet exemple, l'éclairement mesuré avant le début du transit de l'exoplanète modèle est d'environ 25 lx, avec une diminution maximale d'environ 20 lx.

Il est possible d'obtenir plusieurs graphiques en faisant varier la taille de l'exoplanète étudiée. Les élèves devraient pouvoir utiliser leurs résultats pour démontrer qu'une exoplanète plus grande entraîne une baisse plus prononcée de luminosité.

La période orbitale varie en fonction de la distance entre l'exoplanète et le détecteur. Une période orbitale courte signifie que les transits se produisent plus fréquemment, car la planète effectue davantage d'orbites sur une période donnée. Pour approfondir ce sujet, il est recommandé de consulter la ressource pédagogique [Exoplanètes en mouvement](#).

→ Activité 4 : Quelle est la taille d'une exoplanète ?

La baisse du flux observé d'une étoile lors du transit d'une exoplanète est une mesure directe de la fraction du disque de l'étoile que l'exoplanète occulte. Ainsi, la diminution de la lumière observée est directement liée au rapport entre la surface du disque de l'exoplanète et celle du disque de l'étoile.

Les élèves doivent calculer le rayon de leur exoplanète, en supposant qu'elle orbite autour de l'étoile Proxima Centauri. Vous pouvez leur poser la question :

« Si nous observions ce type de graphique pour Proxima Centauri, que pourrions-nous découvrir sur cette exoplanète ? ». L'information essentielle dont ils ont besoin sur l'étoile est son rayon (R_s), qui est de 100 900 km.

D'après notre courbe de lumière dans la figure 2, l'éclairement mesuré avant le transit (hors transit) est de 25 lx, et pendant le transit, lorsque l'exoplanète passe entre la source lumineuse et le détecteur, il est de 5 lx. La variation est donc de 20 lx. Cela nous donne :

$$\text{variation de la lumière de l'étoile pendant le transit} = \frac{\pi R_p^2}{\pi R_s^2} \text{ lumière de l'étoile hors transit}$$

$$R_p^2 = \frac{20}{25} \cdot 100900^2$$
$$R_p = 90248 \text{ km}$$

Si cette exoplanète modèle orbitait autour de Proxima Centauri, son rayon serait 14 fois plus grand que celui de la Terre (6378 km) et 1,3 fois plus grand que celui de Jupiter (71 492 km).

Discussion

Pour aller plus loin avec cette activité, vous pouvez demander aux élèves de présenter leurs résultats à la classe et de comparer les résultats obtenus par les différents groupes. Ils peuvent également confronter leurs résultats à des exemples réels d'exoplanètes, comme [KELT-3 Ab](#) et [TOI-560 Ac](#).

Une question intéressante à poser est de savoir quelle serait la masse de l'exoplanète observée en transit si elle avait une composition similaire à Jupiter, et si elle avait une composition similaire à celle de la Terre. Pour calculer les masses, nous devons connaître la densité moyenne de Jupiter et de la Terre. En utilisant la relation entre la masse, le rayon et la densité, la masse de l'objet peut être calculée si elle était similaire à celle de Jupiter ou de la Terre en termes de densité. Vous trouverez un tableau avec les densités des différentes planètes du système solaire dans la section contenant les liens.

Conclusions

Dans cette série d'activités, les élèves auront appris comment la méthode des transits peut être utilisée pour détecter et caractériser les exoplanètes. Pendant la discussion en classe, il est utile que les élèves réfléchissent aux limites de la méthode des transits pour la détection des exoplanètes et du modèle qu'ils ont construit en particulier. Parmi ces limitations, on peut citer :

- Dans leur modèle, les tailles de la source lumineuse (étoile) et de la planète sont fixes. En réalité, la taille des étoiles et des planètes peut varier de façon considérable. Ce qui est important, c'est la taille relative de l'étoile et de la planète.
- Dans l'expérience, la luminosité mesurée chute presque à zéro lorsque l'exoplanète transite devant l'étoile. Cela ne reflète pas une situation réelle, où la variation de la lumière stellaire durant le transit est bien plus faible. Dans le cas de la Terre et du Soleil, le rapport des aires des disques (équivalent au rapport des carrés des rayons des objets) est d'environ 10^{-4} .
- La technique du transit est limitée par le fait qu'elle repose sur l'alignement de l'étoile hôte, de la planète en orbite et de l'observateur, c'est-à-dire que les trois doivent se trouver dans le même plan. Ce n'est pas toujours le cas, et la probabilité d'un tel alignement diminue à mesure que la planète s'éloigne de son étoile hôte (et que sa période orbitale s'allonge). Les planètes proches de leur étoile hôte sont donc plus susceptibles d'être détectées que celles situées plus loin, ce qui introduit ce que l'on appelle un biais.
- La période orbitale d'une exoplanète peut être si longue que nous pourrions ne pas observer de transit pendant de nombreuses années, voire le manquer complètement si l'étoile n'est pas surveillée en continu. De plus, une orbite plus grande réduit la probabilité que la planète effectue réellement un transit.
- En général, il est plus facile pour les instruments de détecter les transits d'exoplanètes de grande taille ayant des périodes orbitales courtes autour d'étoiles relativement petites. Cela peut donner une perception biaisée des statistiques des exoplanètes dans notre galaxie. Il pourrait exister bien plus d'exoplanètes plus petites, d'exoplanètes avec des périodes orbitales plus longues ou d'exoplanètes autour d'étoiles plus grandes qui n'ont pas été détectées (pour l'instant).
- Les limites de la méthode du transit peuvent mener à une discussion sur d'autres techniques de détection des exoplanètes. Dans le cadre d'une activité complémentaire, les élèves peuvent être invités à rechercher et expliquer une autre méthode de détection des exoplanètes. Parmi ces méthodes, on trouve la méthode des vitesses radiales, l'imagerie directe, la microlentille gravitationnelle et l'astrométrie.

(https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Exoplanets/How_to_find_an_exoplanet)

En activité bonus, si vous souhaitez poursuivre l'analyse des courbes de lumière avec vos élèves, vous pouvez réaliser l'exercice ***Exoplanètes en transit***, où les élèves peuvent comparer un modèle avec de véritables données satellitaires issues de la mission Cheops de l'ESA.

→ EXOPLANÈTES EN BOÎTE

Modéliser le transit d'une exoplanète

→ Activité 1 : Explorer les exoplanètes

Tout comme les planètes de notre système solaire orbitent autour du Soleil, il existe d'autres objets célestes qui gravitent autour d'autres étoiles. Certains de ces objets célestes sont appelés exoplanètes. Les scientifiques étudient les exoplanètes pour comprendre si et comment la vie a pu se former en dehors de la Terre.

Exercice

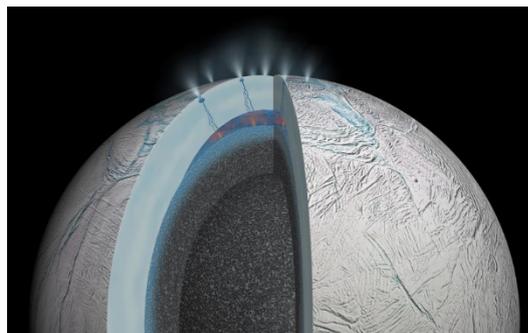
1. Quelles sont les différences entre les étoiles et les planètes ?

2. Bien que la vie en dehors de la Terre n'ait pas encore été découverte, les scientifiques la recherchent dans notre système solaire et au-delà. Quelles conditions pensez-vous seraient nécessaires à son développement ?

Le saviez-vous ?

On estime que la Voie lactée contient quelques centaines de milliards d'étoiles. Les observations indiquent que de nombreuses étoiles abritent des exoplanètes. Il est donc probable que notre galaxie compte plusieurs milliards de planètes situées dans la zone habitable de leur étoile.

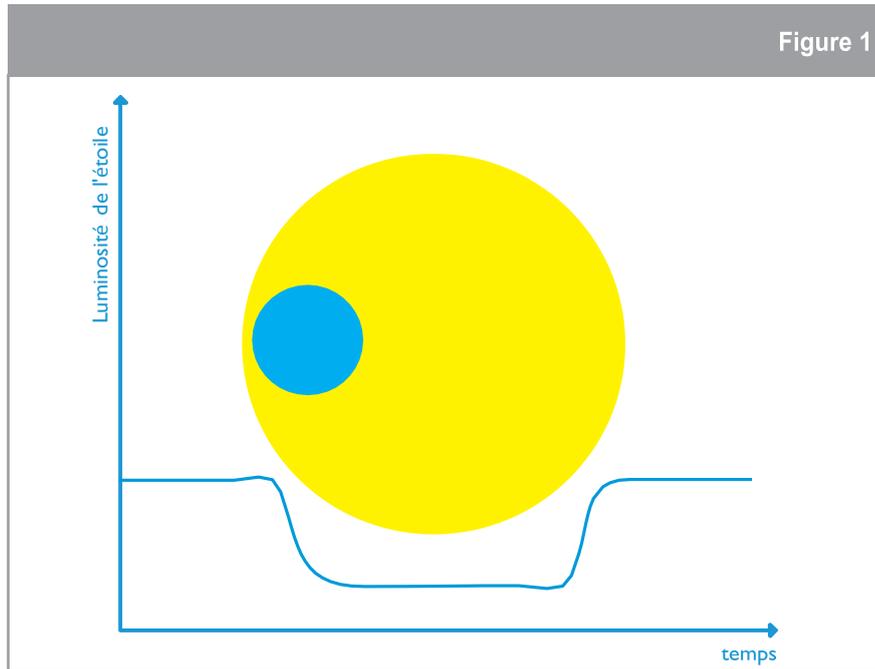
Dans notre système solaire, les scientifiques étudient certaines lunes de Saturne et de Jupiter comme de bons candidats pour trouver des signes de vie, comme Encelade et Europe.



↑ Encelade

→ Activité 2 : Exoplanètes en boîte

Avec votre groupe, vous devrez planifier et construire un modèle physique pour reproduire le transit d'une exoplanète à l'intérieur d'une boîte en papier, comme celui que vous voyez sur la figure 1.



↑ Représentation du transit d'une exoplanète. Lorsque la planète passe devant l'étoile, le télescope reçoit moins de lumière, ce qui provoque une diminution dans la mesure de la luminosité de l'étoile.

Exercice 1

En groupe, planifiez la construction d'un modèle permettant de caractériser et de reproduire la courbe de lumière d'un transit d'«exoplanète» à l'intérieur d'une boîte. Prenez en compte les questions ci-dessous et essayez d'y répondre.

- Quelle(s) variable(s) doit/doivent être mesurée(s) ?
- Quelle(s) variable(s) peut/peuvent être changée(s) ?
- Quelle(s) variable(s) doit/doivent être maintenue(s) constante(s) ?
- Quel sera votre dispositif expérimental ?
- De quel matériel avez-vous besoin pour effectuer les mesures ?
- Comment allez-vous présenter les données ?

Exercice 2

Après avoir présenté votre plan à votre professeur, construisez votre exoplanète dans une boîte et testez-la.

→ **Activité 3 : Analyser la lumière des étoiles**

Vous êtes maintenant prêt à analyser la courbe de lumière pour votre modèle de transit d'exoplanète. Une courbe de lumière montre la luminosité mesurée de l'étoile en fonction du temps. Dans votre modèle, la lumière de l'étoile sera représentée par la source lumineuse utilisée.

Exercice

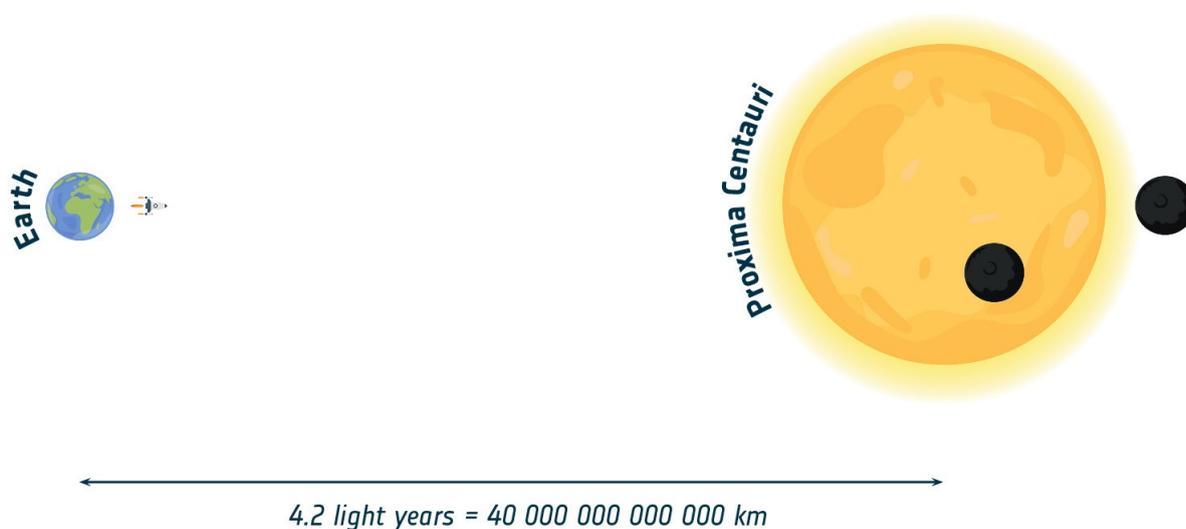
1. Simulez l'orbite de votre « exoplanète » autour de votre source lumineuse et analysez les données. Vous devriez obtenir un graphique similaire à celui représenté sur la figure 1, Activité 2.
2. Pour votre modèle de transit d'«exoplanète», mesurez et rapportez dans le tableau :
 - a. La luminosité en dehors du transit (lorsque le modèle d'exoplanète ne passe pas devant la source lumineuse)
 - b. Le changement maximum de luminosité que vous avez mesuré pendant le transit de l'exoplanète. Modifiez la taille de votre exoplanète et répétez l'expérience.

Analyser la lumière des étoiles		
Exoplanète	Luminosité en dehors du transit (lx)	Variation maximale de la luminosité pendant le transit (lx)

3. Avez-vous observé des différences dans les courbes de lumière entre les modèles d'exoplanètes ?

→ Activité 4 : Quelle est la taille d'une exoplanète ?

Imaginez que votre modèle d'exoplanète orbite autour de Proxima Centauri, l'étoile la plus proche de notre Soleil. En utilisant l'image et les informations ci-dessous, que pourrions-nous découvrir à propos de l'exoplanète ?



Lors d'un transit, la baisse du flux observé est une mesure directe de la fraction du disque de l'étoile que l'exoplanète masque.

$$\text{Variation de la lumière de l'étoile pendant le transit} = \frac{\pi R_p^2}{\pi R_s^2} \text{ lumière de l'étoile hors transit}$$

Où R_s est le rayon de l'étoile et R_p est le rayon de l'exoplanète. πR_p^2 est la surface du disque de la planète et πR_s^2 est la surface du disque de l'étoile. Les télescopes mesurent généralement le flux ou la luminosité apparente de l'étoile. Dans cette activité, nous considérerons l'éclairement de la source lumineuse dans votre modèle comme une approximation de la lumière de l'étoile pour illustrer la méthode.

Exercice

Réorganisez l'équation ci-dessus pour calculer le rayon de votre exoplanète (R_p), comme si elle orbitait autour de Proxima Centauri. Proxima Centauri a un rayon de 100 900 km.

Liens utiles

Ressources de l'ESA

Vidéo de démonstration de l'activité « Une exoplanète dans une boîte »

<https://youtu.be/9ddL-mrHB20>

Ressources pour la classe sur le site de l'ESA :

https://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

La chasse aux exoplanètes !

<https://esero.fr/tutoriels-en-ligne/la-chasse-aux-exoplanetes/>

Hack an Exoplanet

<https://hackanexoplanet.esa.int/>

Série « Meet the Experts » – Other worlds

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2020/07/Meet_the_Experts_Other_worlds

Meet Cheops, the Characterising Exoplanet Satellite

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2019/12/Meet_Cheops_the_Characterising_Exoplanet_Satellite

Paxi explore les exoplanètes !

<https://www.youtube.com/watch?v=C2BsR5Jis3Q>

Projets spatiaux de l'ESA

ESA's exoplanet missions timeline

https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2018/08/Exoplanet_mission_timeline

CHEOPS - CHaracterising ExOPlanet Satellite

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Cheops

Gaia - ESA's billion star surveyor

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Gaia

Webb - James Webb Space Telescope

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Webb

PLATO - PLANetary Transits and Oscillations of stars

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Plato

ARIEL - the Atmospheric Remote-sensing Infrared Exoplanet Large-survey:

https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Ariel

Informations supplémentaires

Fiche d'information sur les planètes du système solaire

<https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/>

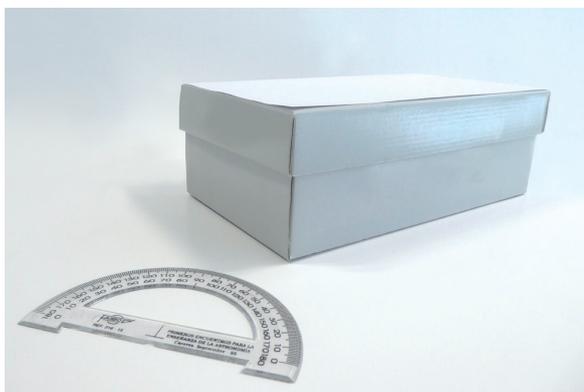
→ Annexe 1 – Construisez votre exoplanète en boîte

Matériel

- Boîte à chaussures en carton, ou boîte similaire avec couvercle
- Lampe
- Luxmètre (par ex. application smartphone ou enregistreur de données)
- Cutter / ciseaux
- Rapporteur semi-circulaire
- Pince à linge
- Pics à cocktail ou brochette en bois pour barbecue
- Papier blanc
- Ruban adhésif
- Pâte à modeler ou matériau similaire

Instructions pour construire un modèle d'exoplanète dans une boîte

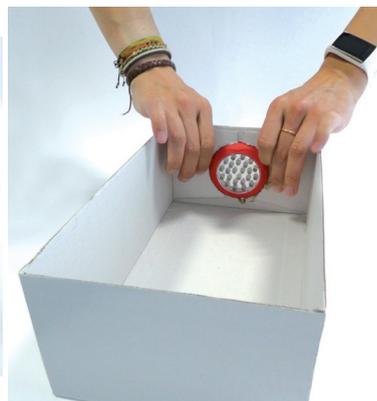
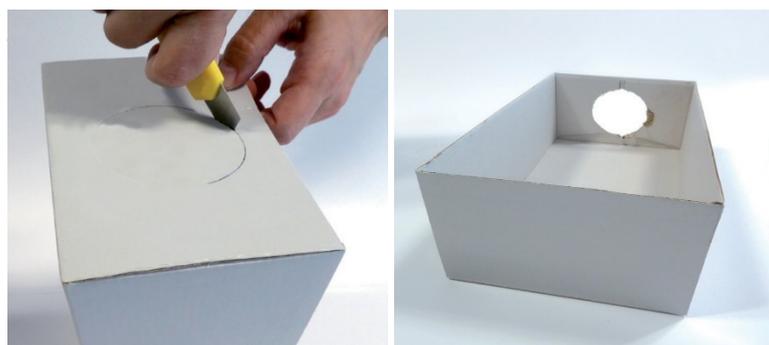
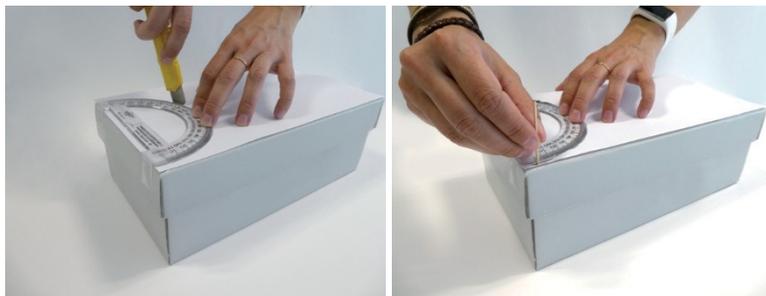
1. Si l'extérieur du couvercle de votre boîte a une surface sombre, vous pourriez y fixer une feuille de papier blanche. Cela facilitera la lecture des mesures une fois que vous commencerez l'expérience.



2. Utilisez du ruban adhésif pour fixer votre rapporteur sur le couvercle de la boîte, uniquement sur le côté droit.



3. Utilisez un cutter pour découper soigneusement autour du bord du rapporteur. Vous pouvez ajuster l'orbite de l'exoplanète en découpant un demi-cercle plus loin de la source lumineuse. Une orbite plus éloignée pourrait produire une ombre plus nette. Déplacez un pic à cocktail pour faciliter son mouvement pendant la prise des mesures.



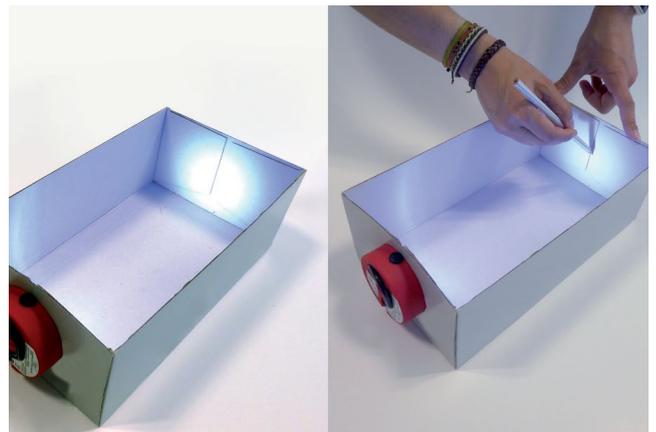
4. Découpez un trou à l'extrémité de la boîte (du côté du rapporteur) suffisamment grand pour que votre lampe puisse y passer. Fixez fermement votre lampe dans le trou à l'aide de ruban adhésif.

5. À l'aide d'un pic à cocktail, mesurez la profondeur jusqu'au centre de la lampe, marquez le pic à cet endroit et attachez la pince à linge sur cette marque. Fixez l'extrémité de la pince avec du ruban adhésif pour la maintenir en place.



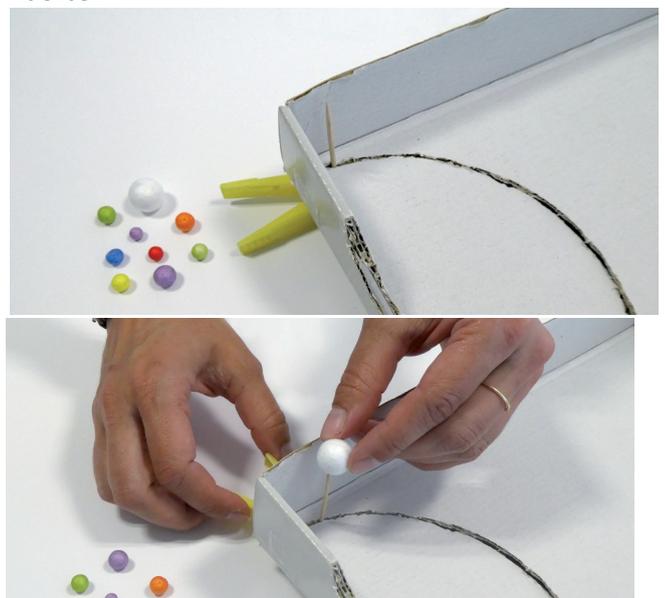
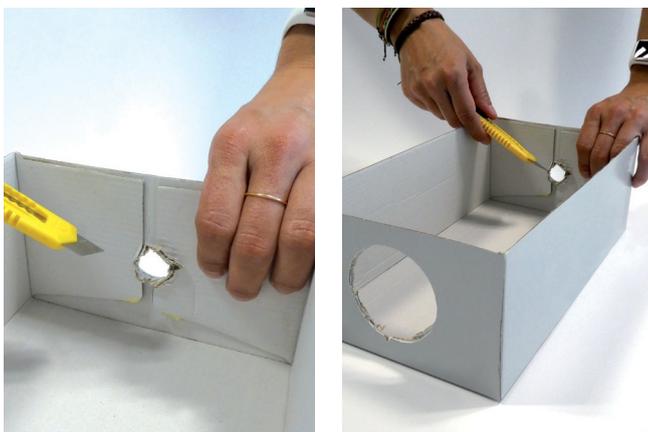
6. Insérez le pic dans l'espace autour du rapporteur. Vérifiez que vous pouvez déplacer la pince sur les 180° complets du demi-cercle. Vous devrez peut-être utiliser à nouveau le cutter pour faciliter le mouvement.

7. Allumez votre lampe et marquez l'autre extrémité de la boîte au centre du faisceau lumineux.

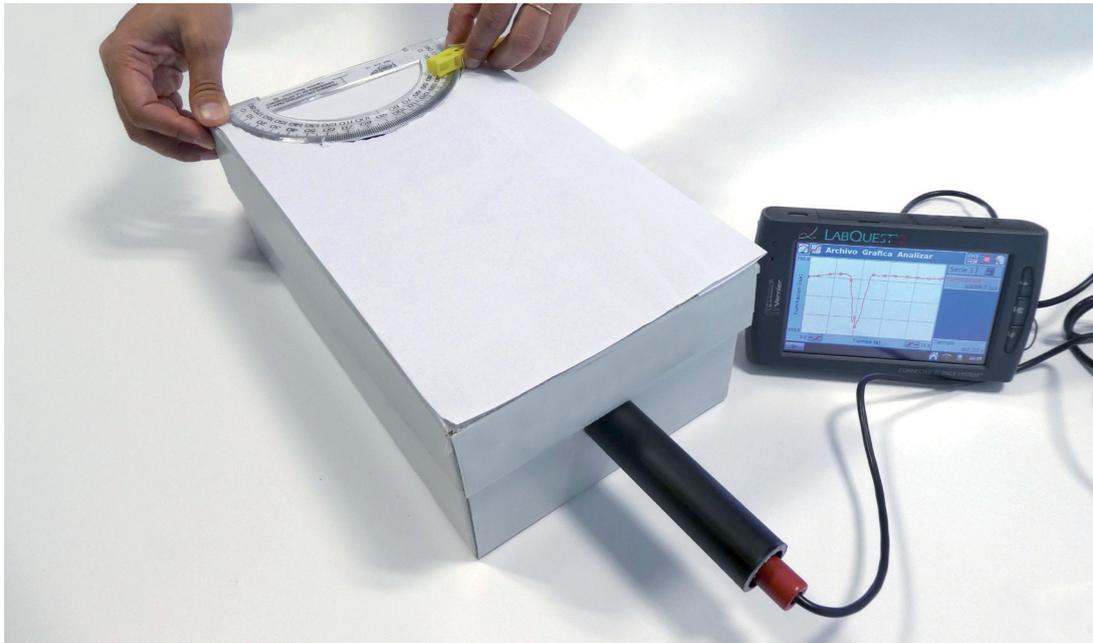


8. Sur la marque que vous avez faite à l'étape précédente, découpez un trou suffisamment grand pour que la caméra de votre smartphone ou votre luxmètre puisse y voir à travers.

9. Fabriquez votre exoplanète et plantez-la à l'extrémité du pic à cocktail. Faites attention à l'extrémité pointue. Fermez le couvercle de la boîte.



10. Allumez votre luxmètre et visez à travers le trou d'observation pour prendre les mesures. Alternativement, le luxmètre peut être placé à l'intérieur de la boîte et soutenu avec un rabat de carton fixé sur le côté.



11. Déplacez la pince pour placer l'exoplanète devant la source lumineuse pour vérifier que le luxmètre indique une baisse du niveau de lumière. Vous devrez peut-être ajuster la position de votre exoplanète et/ou de votre luxmètre.