

PIRATER UNE EXOPLANÈTE

Devenir détective de l'espace

Votre mission consiste à analyser les données Cheops des exoplanètes **KELT-3b** et **TOI-560c** et compléter les informations manquantes dans leur dossier.

Grâce à ses missions scientifiques, l'ESA cherche à répondre aux plus grandes questions de notre temps, telles que les mystères de notre univers, la compréhension de notre système solaire et la recherche de planètes habitables ou de vie en dehors de notre planète.

Dans ces défis, vous rejoindrez les scientifiques à la recherche de ces réponses et les aiderez à comprendre ces deux mondes extraterrestres mystérieux.

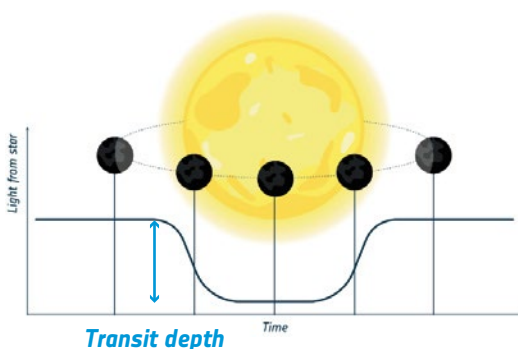


Exoplanètes : l'essentiel



La mission de **Cheops** est d'observer les exoplanètes connues et de les caractériser en examinant l'inclinaison de la lumière stellaire causée par le transit des planètes vers leur étoile hôte.

Cheops a observé les deux mystérieuses exoplanètes **KELT-3b** et **TOI-560c** en janvier 2023.



Les exoplanètes sont difficiles à détecter, car le signal qu'elles émettent est faible par rapport à celui, beaucoup plus important, de leur étoile hôte, plus grosse et plus brillante. L'une des méthodes de détection des exoplanètes est la **photométrie de transit**.

L'exoplanète est détectée en mesurant l'affaiblissement de la lumière provenant de l'étoile lorsque l'exoplanète passe entre l'étoile et le télescope, c'est ce qu'on appelle un **transit d'exoplanète**. Une **courbe de lumière** est la mesure de la lumière de l'étoile sur une période de temps. Voir à gauche la représentation du creux dans la courbe de lumière d'une étoile lors d'un transit d'exoplanète, également appelé profondeur de transit.



Les astronomes utilisent des logiciels spécifiques pour analyser les données et ajuster les modèles mathématiques. Vous pouvez accéder à l'un des outils utilisés par les astronomes pour analyser ces exoplanètes : hackanexoplanet.esa.int/allesfitter



KELT-3b

Faits marquants :

TYPE

Jupiter chaud

RAYON DE LA PLANÈTE

MASSE DE LA PLANÈTE

$617 \pm 105 M_{\text{EARTH}}$

PÉRIODE DE L'ORBITALE

DISTANCE PAR RAPPORT À L'ÉTOILE HÔTE

DENSITÉ

DÉCOUVERTE

2012 par l'étude KELT

CARACTÉRISTIQUES

gonflé et gazeux

COMPOSITION

TEMPERATURE

$1543^{+37}_{-39} \text{ } ^\circ\text{C}$



Connue sous le nom de **KELT-3b**, la troisième exoplanète découverte par l'étude KELT, cette exoplanète ne ressemble à rien de ce que nous avons vu dans notre système solaire.

Cheops a observé cette mystérieuse exoplanète le **22 janvier 2023 à 23:20 CET**. En analysant les données, nous avons découvert que KELT-3b est...

Par rapport aux planètes du système solaire, KELT-3b...

KELT-3 est une étoile semblable au soleil, située à 690 années-lumière de la Terre, dans la constellation du Lion. KELT-3 est légèrement plus grand que notre Soleil.

Masse de l'étoile = $1,96 \pm 0,50 M_{\text{Sun}}$

Rayon de l'étoile = $1,70 \pm 0,12 R_{\text{Sun}}$



TOI - 560c



Faits marquants :

TYPE

Mini-Neptune

RAYON DE LA PLANÈTE

MASSE DE LA PLANÈTE

$9,70^{+1.80}_{-1.70} M_{EARTH}$

PÉRIODE DE L'ORBITALE

DISTANCE PAR RAPPORT À L'ÉTOILE HÔTE

DENSITÉ

DÉCOUVERTE

2021 par l'étude TESS

CARACTÉRISTIQUES

serait similaire à Neptune

COMPOSITION

TEMPERATURE

$225 \pm 15 \text{ } ^\circ\text{C}$

Par rapport à KELT-3b, TOI-560c est presque tropicale, bien qu'elle soit encore plus chaude que la Terre de plusieurs centaines de degrés Celsius.

Cheops a observé cette mystérieuse exoplanète le **23 janvier 2023 à 13:12 CET**. En analysant ces données, nous avons découvert que TOI 560c est...

Par rapport aux planètes du système solaire, TOI-560c...

TOI-560, également connue sous le nom de HD 73583, est une petite étoile rouge-orange située dans la constellation de l'Hydre, à environ 103 années-lumière de la Terre. TOI-560 est plus petite et plus froide que notre Soleil. Outre TOI-560c, une deuxième planète est en orbite autour de cette étoile, TOI-560b.

Masse de l'étoile = $0,73 \pm 0,02 M_{Sun}$

Rayon de l'étoile = $0,65 \pm 0,02 R_{Sun}$

COMMENCER ICI



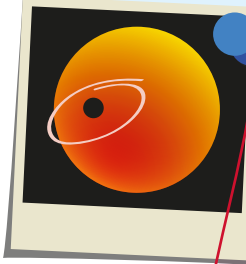
COMMENT LES EXOPLANÈTES SONT-ELLES ÉTUDIÉES ?

Les exoplanètes sont des planètes situées en dehors de notre système solaire, en orbite autour d'une étoile autre que notre soleil. Les scientifiques utilisent des télescopes pour détecter leurs signatures.

VOUS ÊTES PRÊT À COMMENCER VOTRE ENQUÊTE !

UTILISEZ L'OUTIL ALLESFITTER POUR ACCÉDER AUX DONNÉES COLLECTÉES PAR LE SATELLITE CHEOPS ET ANALYSER DEUX MYSTÉRIEUSES EXOPLANÈTES : KELT-3B ET TOI-560C.

LA TAILLE DE L'EXOPLANÈTE



La profondeur du transit de l'exoplanète est équivalente au rapport entre l'aire du disque de la planète et l'aire du disque de l'étoile. En mesurant la profondeur du transit et en connaissant le rayon stellaire (R_s), on peut déterminer le rayon de l'exoplanète (R_p).

$$\text{transit depth (\%)} \approx \frac{\pi R_p^2}{\pi R_s^2} \times 100$$

COMMENT VOTRE ESTIMATION DE LA TAILLE DE L'EXOPLANÈTE SE COMPARE-T-ELLE À LA VALEUR D'AJUSTEMENT DU MEILLEUR MODÈLE D'ALLESFITTER ?

PÉRIODE DE L'ORBITALE

La période orbitale T d'une planète est le temps nécessaire à la planète pour effectuer une orbite complète autour de son étoile. Si plusieurs orbites de la même exoplanète sont observées, l'intervalle de temps entre les creux détectés dans la courbe de lumière est une mesure directe de la période orbitale de la planète.

QUAND AURA LIEU LE PROCHAIN PASSAGE DE VOTRE EXOPLANÈTE ?



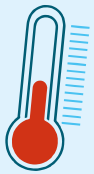
DISTANCE ORBITALE

En se basant sur la période orbitale T , on peut déduire la **distance**, d , entre la planète et l'étoile, en utilisant la **troisième loi de Kepler**. Où G est la constante gravitationnelle et M_{star} la masse de l'étoile.

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_{star}} \right) d^3$$

COMMENT LA DISTANCE ORBITALE CALCULÉE À L'AIDE DE LA TROISIÈME LOI DE KEPLER SE COMPARE-T-ELLE AU RÉSULTAT DE LA MEILLEURE VALEUR D'AJUSTEMENT DU MODÈLE ?

TEMPÉRATURE



La **température** d'une planète est principalement définie par sa distance à son étoile hôte et par la présence d'une atmosphère. La température est un facteur important à prendre en compte pour l'habitabilité. Lorsqu'une planète orbite autour d'une étoile à une distance où de **l'eau liquide** peut être présente, la planète se trouve dans la **zone habitable**.

PENSEZ-VOUS QUE VOTRE EXOPLANÈTE SE TROUVE DANS LA ZONE HABITABLE DE SON ÉTOILE HÔTE ?



COMPOSITION

La **masse M** d'une exoplanète ne peut pas être déterminée par la méthode du transit, mais par d'autres méthodes, comme celle de la vitesse radiale. Lorsque la masse et le rayon d'une planète sont connus, nous pouvons estimer la **densité ρ** et la **composition** de l'exoplanète.

$$\rho = \frac{M}{V}$$

Où V est le volume de l'exoplanète. Pour calculer le volume de la planète, supposons qu'il s'agit d'une sphère parfaite :

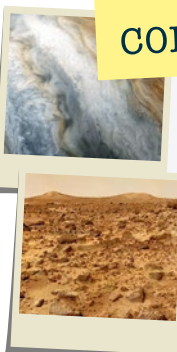
$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

QUELLE EST LA DENSITÉ DE VOTRE EXOPLANÈTE ? QUELLE EST, SELON VOUS, SA COMPOSITION ?

COMPARAISON

Dans notre système solaire, les planètes sont divisées en deux catégories : les planètes **rocheuses** et les planètes **gazeuses**. Cependant, les exoplanètes peuvent être très différentes des planètes voisines auxquelles nous sommes habitués.

COMMENT VOTRE EXOPLANÈTE SE COMPARE-T-ELLE À LA TERRE ET AUX AUTRES PLANÈTES DU SYSTÈME SOLAIRE ?



GLOSSAIRE

Pour relever les défis, vous aurez besoin d'informations sur les quantités et les unités astronomiques. En astronomie, les mesures sont souvent présentées dans des unités exotiques. Beaucoup de ces unités se rapportent à des quantités qui peuvent être mesurées avec précision, comme par exemple la taille de certains objets astronomiques.

Unité astronomique (au)

Une unité astronomique correspond approximativement à la distance entre la Terre et le Soleil. 1 au = 149 597 870,7 km. Une année-lumière est nettement plus grande qu'une unité astronomique. 1 ly = 63 241 au.

Rayon solaire (R_{Sun})

Un rayon solaire équivaut au rayon du Soleil ; cette unité est utile pour comparer la taille des étoiles. 1 R_{Sun} = 695 700 km.

Rayons terrestres (R_{Earth})

Le rayon de la Terre est environ 11 fois plus petit que le rayon de Jupiter. 1 R_{Earth} = 6 378 km.

Masse du soleil (M_{Sun})

Le Soleil est une étoile de taille moyenne dont la masse est 330 000 fois supérieure à celle de la Terre. 1 M_{Sun} = $1,9884 \times 10^{30}$ kg.

Masse de la Terre (M_{Earth})

La Terre est la plus grosse des planètes rocheuses de notre système solaire. 1 M_{Earth} = $5,9722 \times 10^{24}$ kg.

Constante gravitationnelle (G)

Constante utilisée pour calculer l'attraction gravitationnelle entre deux objets. $G = 6,6743 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$.

Vitesse de la lumière (c)

La vitesse de la lumière est constante si dans le vide, $c = 299\,792\,458$ m/s.

Année (y)

Bien qu'il existe plusieurs types d'années, en astronomie, *une année* correspond à 365,25 jours (31 557 600 secondes).

Année lumière (ly)

Une année-lumière est la distance parcourue par la lumière en un an. 1 ly = 9 460 730 472 580,8 km.

→ Fiche d'information sur les planètes du système solaire

| | Planète | Rayon (R_{Earth}) | Masse (M_{Earth}) | Distance orbitale moyenne (au) | Période orbitale (jours) | Densité (g/cm^3) | Température moyenne ($^{\circ}\text{C}$) |
|--------------|------------------|---------------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|---------------------------------------|--|
| Rocky | Mercure | 0,383 | 0,055 | 0,39 | 88 | 5,43 | 167 |
| | Vénus | 0,949 | 0,815 | 0,72 | 224,7 | 5,24 | 464 |
| | Terre | 1 | 1 | 1 | 365,25 | 5,51 | 15 |
| | Mars | 0,532 | 0,107 | 1,5 | 687 | 3,93 | -65 |
| Géant gazeux | Jupiter | 11,21 | 317,8 | 5,2 | 4 331 | 1,33 | -110 |
| | Saturne | 9,45 | 95,2 | 9,6 | 10 747 | 0,69 | -140 |
| | Uranus | 4,01 | 14,5 | 19,2 | 30 589 | 1,27 | -195 |
| | Neptune | 3,88 | 17,1 | 30,2 | 59 800 | 1,64 | -200 |