

# DÉTERMINATION DE LA ZONE D'HABITABILITÉ D'UNE ÉTOILE

## Situation de départ

(s'approprier) 

Depuis vingt ans, plus de 3 500 planètes, petites et grandes, gazeuses ou rocheuses, brûlantes ou glacées, enfer ou paradis potentiels, ont été détectées autour d'autres étoiles que notre Soleil.

Mais cette révolution des exoplanètes, aujourd'hui presque banalisée, était jusqu'alors passée à côté de Proxima du Centaure, pourtant l'étoile la plus proche de nous, distante de 4,2 années-lumière « seulement ». Cette « naine rouge », soleil de poche moins brillant que le nôtre, a elle aussi une planète pour compagne, vient d'annoncer un consortium international de chercheurs dans Nature et d'autres revues scientifiques.

Plus excitant encore, cette planète extrasolaire, baptisée Proxima b, est d'une masse comparable à la Terre et voyage sur une orbite « tempérée », écrivent les chercheurs, c'est-à-dire compatible avec la présence à sa surface d'eau liquide – ce qui pourrait en faire une autre arche de vie. Tout cela à notre porte interstellaire !

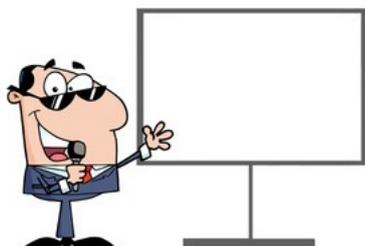
Source : <http://www.lemonde.fr/>



## Problème

(analyser, réaliser, valider, communiquer) 

**A l'aide de vos connaissances et des documents suivants, Montrer que Proxima b se situe bien dans la zone habitable de son étoile.**



L'ensemble de votre démarche et de vos résultats seront détaillés sur un support visuel de votre choix que vous présenterez à l'oral.

## Outil :

- Editeur d'équations en ligne : <http://www.codecogs.com/latex/eqneditor.php>

## Documents



### Doc.1 : La zone d'habitabilité

La zone d'habitabilité (ZH) autour d'une étoile a été définie par Hart (1979) comme la région dans laquelle de l'eau peut exister à l'état liquide à la surface d'une exoplanète. Autrement dit, il s'agit de la région circumstellaire (autour d'une étoile) où la température moyenne de la surface de l'exoplanète est supérieure à 0 °C mais toutefois suffisamment basse pour que l'eau de la planète reste à l'état liquide. Cette définition ne doit cependant pas cacher le fait que si la température de surface d'une planète dépend des caractéristiques de l'énergie lumineuse produite par l'étoile hôte (et bien sûr de la distance à l'étoile), elle dépend aussi des propriétés radiatives de son atmosphère ou de sa surface, en particulier de l'effet de serre et de l'albédo de la planète.

Source : <http://www.futura-sciences.com/sciences/definitions/astronomie-zone-habitabilite-9108/>

On peut calculer la position de cette zone d'habitabilité pour chaque étoile grâce à l'équation suivante (qui en fait permet de calculer le rayon circumstellaire (ou écosphère) d'une sphère théorique entourant une étoile et où la température à la surface des planètes y orbitant permettrait la présence de la vie) :

$$d = \sqrt{\frac{L_{\text{étoile}}}{L_{\text{Soleil}}}}$$

où :

- d est la position d'habitabilité en unités astronomiques (1 UA = 149 597 870,691 km)
- $L_{\text{étoile}}$  et  $L_{\text{soleil}}$  est la luminosité de l'étoile, et du Soleil ;

Source : <http://acces.ens-lyon.fr/acces/terre/eau/enseigner/habitabilite/habitabilite>

### Doc.2 : Luminosité d'une étoile

La luminosité d'une étoile est la puissance totale qu'elle rayonne (unité : Watt).

Il existe une relation entre température de surface (T), rayon (R) et luminosité (L) d'un astre, qui s'écrit :

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

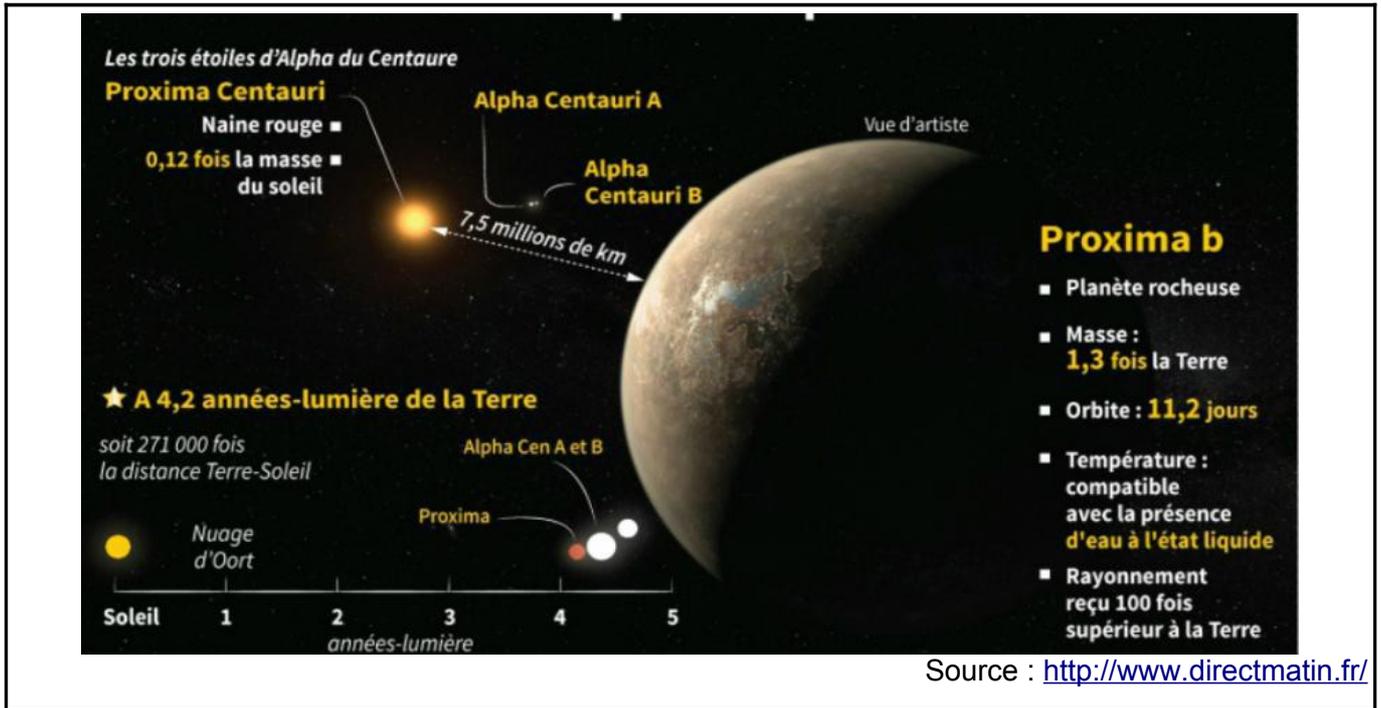
$\sigma$  étant la constante de Stephan-Boltzman avec  $\sigma = 5,670 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  .

### Doc.3 : Données sur Proxima du centaure (Proxima Centauri)

**Rayon** :  $R_p = 97\,400 \text{ km}$

**Température de surface** :  $T_p = 3000 \text{ K}$

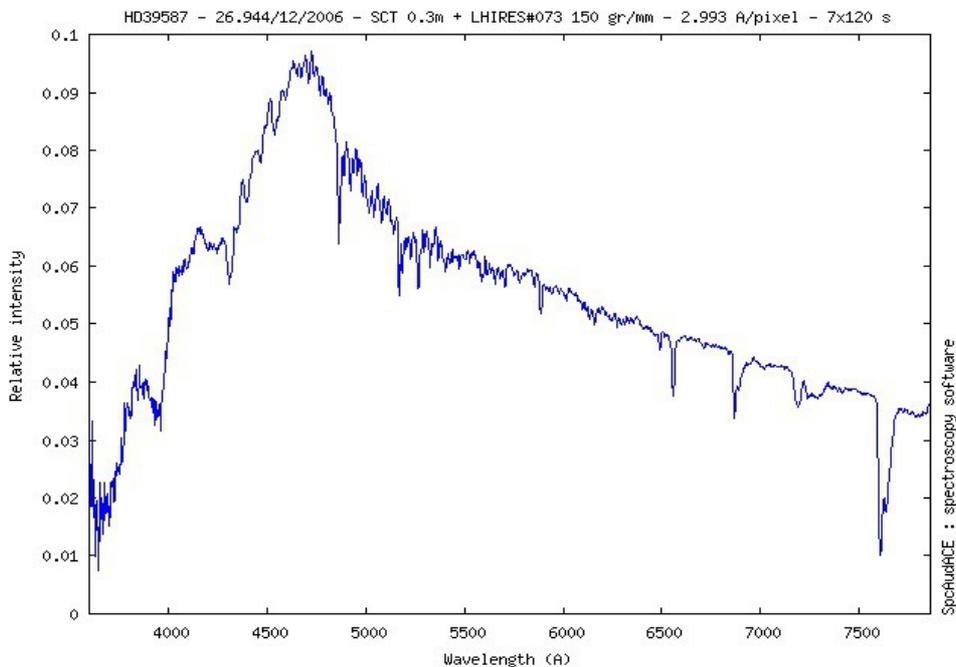
### Doc.4 : Données sur Proxima b



### Doc.5 : Données sur le Soleil

Rayon :  $R_T = 695\,700\text{ km}$

Profil spectrale



Source : <http://wsdiscovery.free.fr/astromie/spectro/atlas/seriebr/>