DST « LTAS3 » 14 points

Durée 30 minutes – Calculatrice non autorisée

L'orthographe, la syntaxe et la lisibilité des réponses sont pris en compte dans la notation

Exercice 1. L'eau. 6 points. 10 minutes.

Expliquer ce qu'est une réserve de substitution, comment s'effectue son remplissage et **donner** trois arguments en faveur et trois en défaveur de ces projets.

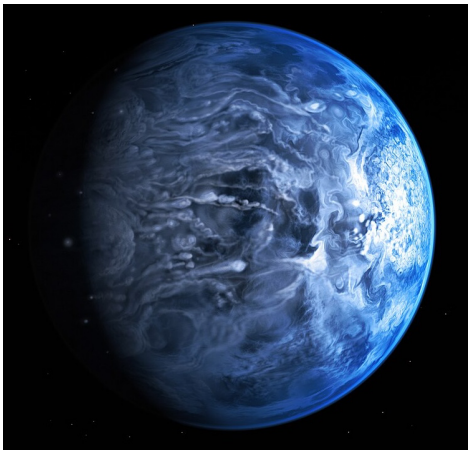
Exercice 2. Une vie possible sur HD 189733b ? 8 points. 20 minutes.

D'après Bouchaud et sources diverses mentionnées + https://fr.wikipedia.org et https://www.esa.int (consultées le 29/01/2025)

HD 189733b est une exoplanète située à 63 années-lumière de la Terre, orbitant autour de l'étoile HD 189733 A, dans la constellation du Petit Renard. Découverte en 2005 par la méthode de recherche des transits, c'est une des premières planètes détectées hors du système solaire. Elle a été surveillée avec plusieurs télescopes dans le but de déterminer les propriétés de son atmosphère. Sa couleur de surface est d'un bleu profond.

On s'interroge sur la probabilité d'une vie à sa surface.

Vue d'artiste de HD 189733b.



Document 1. Possibilité de vie, atmosphère et eau sur une planète.

Une exoplanète doit posséder une atmosphère. D'abord, parce que la synthèse de molécules organiques en quantités non négligeables ne peut pas se faire dans le vide. Ensuite, parce que cette atmosphère constituera elle aussi un écran protecteur qui empêchera les premières molécules complexes d'être détruites par le rayonnement solaire.

En plus d'une atmosphère, la planète doit disposer d'une hydrosphère, soit une large quantité d'eau liquide. C'est dans cette hydrosphère, qui offre par ailleurs une protection accrue contre les rayonnements nuisibles, que les molécules se retrouveront en concentration suffisante pour permettre des réactions chimiques en grande quantité. L'eau liquide, est de plus l'un des éléments nécessaires à de nombreuses interactions chimiques nécessaires à la vie.

Source : http://www.astronomes.com

Document 2. Quelques caractéristiques de cette exoplanète.

Masse	1,15 fois celle de Jupiter
Diamètre	1,25 fois celui de Jupiter
Période de révolution (= temps pour faire le tour de l'étoile)	2,2 jours
Distance de l'étoile	0,03 unités astronomiques (UA)
Température de surface	1000 K
Atmosphère et composition	Épaisse (H_2O, CH_4, CO, Na, H, K)
Pression atmosphérique	Voisine de celle de la Terre

On rappelle que dans notre système solaire, Mercure, Vénus, Terre et Mars sont des planètes telluriques ou rocheuses tandis que Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont des planètes géantes gazeuses. Ces éléments permettent de comparer HD 189733b aux planètes connues.

Document 3. Quelques caractéristiques de l'étoile de ce système solaire.

L'étoile HD 189733 A a une masse de seulement 80 % de celle du Soleil avec un diamètre d'environ trois quarts de celui de notre étoile. Sa température est aussi plus basse et elle apparaîtrait légèrement plus rouge à la surface d'une planète qui serait en orbite autour. C'est une étoile naine orange (c'est un type d'étoile

DST « LTAS3 » 14 points

Durée 30 minutes – Calculatrice non autorisée

L'orthographe, la syntaxe et la lisibilité des réponses sont pris en compte dans la notation

Exercice 1. L'eau. 6 points. 10 minutes.

Donner les origines possibles de l'eau sur Terre.
Définir ce qu'est une eau douce et **indiquer** les noms des deux premiers réservoirs de stockage sur Terre.
Préciser la nature des critères de potabilité de l'eau qui sont contrôlés en donnant des exemples.

Exercice 2. Une vie possible sur HD 189733b ? 8 points. 20 minutes.

D'après Bouchaud et sources diverses mentionnées + https://fr.wikipedia.org et https://www.esa.int (consultées le 29/01/2025)

HD 189733b est une exoplanète située à 63 années-lumière de la Terre, orbitant autour de l'étoile HD 189733 A, dans la constellation du Petit Renard. Découverte en 2005 par la méthode de recherche des transits, c'est une des premières planètes détectées hors du système solaire. Elle a été surveillée avec plusieurs télescopes dans le but de déterminer les propriétés de son atmosphère. Sa couleur de surface est d'un bleu profond.
On s'interroge sur la probabilité d'une vie à sa surface.

Vue d'artiste de HD 189733b.



Document 1. Possibilité de vie, atmosphère et eau sur une planète.

Une exoplanète doit posséder une atmosphère. D'abord, parce que la synthèse de molécules organiques en quantités non négligeables ne peut pas se faire dans le vide. Ensuite, parce que cette atmosphère constituera elle aussi un écran protecteur qui empêchera les premières molécules complexes d'être détruites par le rayonnement solaire.
En plus d'une atmosphère, la planète doit disposer d'une hydrosphère, soit une large quantité d'eau liquide. C'est dans cette hydrosphère, qui offre par ailleurs une protection accrue contre les rayonnements nuisibles, que les molécules se retrouveront en concentration suffisante pour permettre des réactions chimiques en grande quantité. L'eau liquide, est de plus l'un des éléments nécessaires à de nombreuses interactions chimiques nécessaires à la vie.

Source : http://www.astronomes.com

Document 2. Quelques caractéristiques de cette exoplanète.

Masse	1,15 fois celle de Jupiter
Diamètre	1,25 fois celui de Jupiter
Période de révolution (= temps pour faire le tour de l'étoile)	2,2 jours
Distance de l'étoile	0,03 unités astronomiques (UA)
Température de surface	1000 K
Atmosphère et composition	Épaisse (H_2O, CH_4, CO, Na, H, K)
Pression atmosphérique	Voisine de celle de la Terre

On rappelle que dans notre système solaire, Mercure, Vénus, Terre et Mars sont des planètes telluriques ou rocheuses tandis que Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune sont des planètes géantes gazeuses. Ces éléments permettent de comparer HD 189733b aux planètes connues.

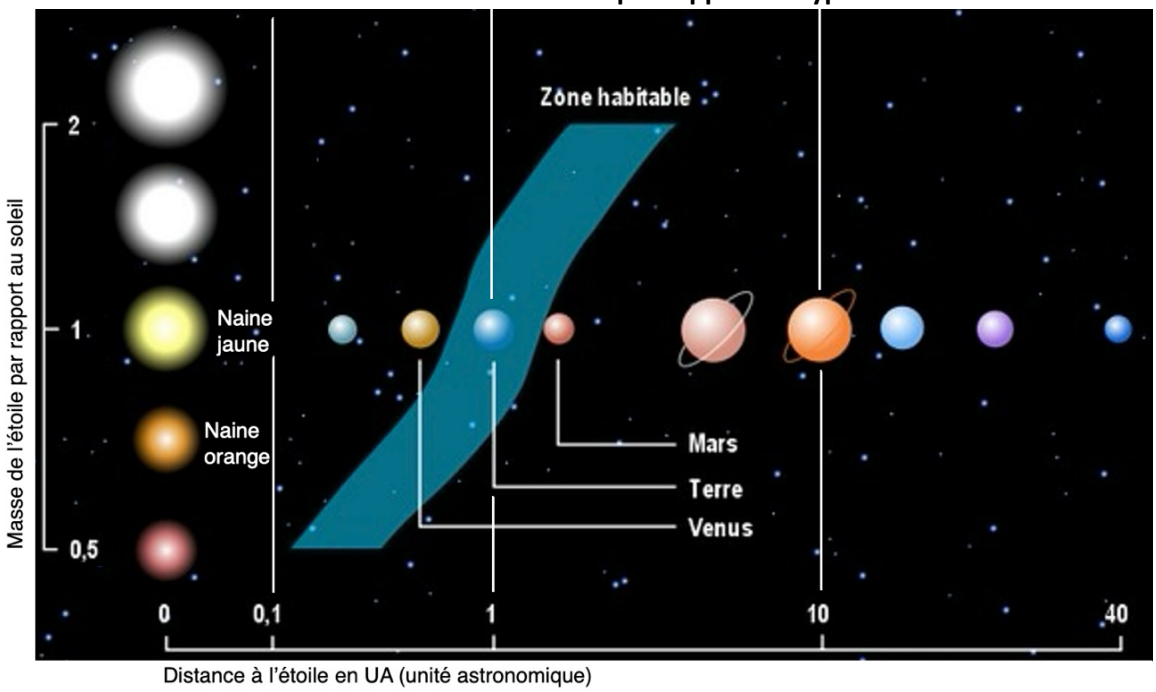
Document 3. Quelques caractéristiques de l'étoile de ce système solaire.

L'étoile HD 189733 A a une masse de seulement 80 % de celle du Soleil avec un diamètre d'environ trois quarts de celui de notre étoile. Sa température est aussi plus basse et elle apparaîtrait légèrement plus rouge à la surface d'une planète qui serait en orbite autour. C'est une étoile naine orange (c'est un type d'étoile

qui se situe entre la naine jaune, telle le Soleil, et la naine rouge). Les naines orange sont particulièrement intéressantes pour la recherche de vie extraterrestre car leur temps de stabilité sur la séquence principale est bien plus long (de 18 à 70 milliards d'années) que les 10 milliards d'années pour une étoile comme le Soleil. Ceci donne une plus grande chance à la vie de se développer sur une planète de type terrestre orbitant autour d'une telle étoile. Ces étoiles émettent aussi moins de radiations ultraviolettes mutagènes que les étoiles telles que le Soleil

D'après https://www.futura-sciences.com et https://fr.wikipedia.org

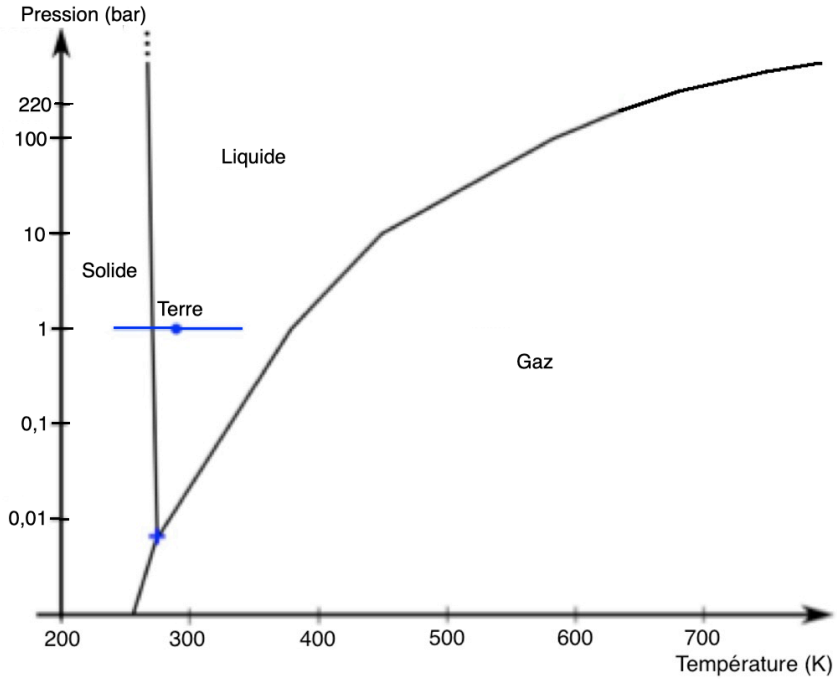
Document 4. La zone d'habitabilité par rapport au type d'étoile.



Référentiel : distance Terre-Soleil, soit 1 unités astronomiques (UA).

D'après https://www.techno-science.net

Document 5. Conditions de pression et de température atmosphérique et état de l'eau.



Remarque : l'unité utilisée pour les températures est le Kelvin (K), et non le °C.

0 K = -273°C

Question.

Exploiter les documents pour **argumenter** sur la présence hypothétique d'êtres vivants à la surface de cette exoplanète (des arguments en faveur et en défaveur sont attendus).

Barème.

Exercice 1. L'eau. 6 points. 10 minutes.

Expliquer ce qu'est une réserve de substitution, comment s'effectue son remplissage et **donner** trois arguments en faveur et trois en défaveur de ces projets.

Il s'agit d'une réserve d'eau pour laquelle on puise de l'eau dans les nappes souterraines, en hiver, lorsque les précipitations sont plus fréquentes. Cette eau est ensuite stockée à l'air libre dans un bassin au fond imperméabilisé pour être utilisée l'été afin d'irriguer les cultures. 2

Arguments en faveur (trois demandés) :

- solution pour assurer les rendements, surtout en cas de sécheresse et de restrictions d'eau.
- baisse des prélèvements faits sur les nappes phréatiques en été.
- soutien à l'économie agricole locale 2

Arguments contre (trois demandés) :

- privatisation de l'eau pour l'usage de quelques agriculteurs (agriculture intensive)
- certaines sont dans des réserves naturelles classées Natura 2000 (lieu de nidification des oiseaux).
- Précipitations parfois trop faibles en hiver pour recharger les nappes.
- Réserves en partie financées par l'argent public
- alimentation de cultures gourmandes en eau… 2

Donner les origines possibles de l'eau sur Terre.

- apport par comètes et astéroïdes qui ont bombardé la Terre. 0,5
- formation à partir de noyaux d'hydrogène initialement présents sur Terre. 0,5
- libération d'eau par les astéroïdes de la ceinture d'astéroïdes (5 Ma après la formation du soleil). 0,5

Définir ce qu'est une eau douce et **indiquer** les noms des deux premiers réservoirs de stockage sur Terre.

Une eau est dite douce si sa teneur en minéraux est inférieure à 1 $g.L^{-1}$. 0,75

Les deux premiers réservoirs sont les glaciers et les eaux souterraines. 0,75

Préciser la nature des critères de potabilité de l'eau qui sont contrôlés en donnant des exemples.

Il existe 63 critères de potabilité de l'eau qui sont de nature (bonus) :

- physico-chimique (pH, température, teneur en minéraux, présence de pesticides, de nitrates, etc.) 1
- organoleptiques (couleur, goût, odeur, etc.) 1
- microbiologiques (absence de virus, bactéries). Les eaux douces sont ainsi souvent traitées. 1

Elle doit aussi être exempte de substances toxiques comme les métaux lourds (bonus)

Exercice 2. Une vie possible sur HD 189733b ? 8 points. 20 minutes.

Exploiter les documents pour **argumenter** sur la présence hypothétique d'êtres vivants à la surface de cette exoplanète (des arguments en faveur et en défaveur sont attendus).

Arguments pour :

Documents 1 et 2 : atmosphère présente sur cette exoplanète, pression atmosphérique similaire à la Terre. Propice à la synthèse de molécules organiques + protection contre la detruction de molécules complexes. 1

Document 2. Présence d'eau dans l'atmosphère. 1

Document 3. Etoile stable (naine orange) sur une longue période de temps (propice à l'apparition et au développement de la vie). 1

Document 3. Etoile émettant moins d'UV que le Soleil (mutagène). 1

Arguments contre

Document 5 : à 1000 K et pour pression de 1 bar, eau à l'état gazeux. 1

Document 1. La planète doit disposer d'eau liquide (protection contre les rayonnements nuisibles, possibilité de réactions chimiques en grande quantité, interactions chimiques nécessaires à la vie). 1

Document 2. Température de surface : 1000 K, très élevée (proximité de l'étoile). 1

Document 2. Distance à l'étoile de 0,03 UA : planète située bien en avant de la zone d'habitabilité. 1

Bonus possible : planète de type gazeux (probablement pas de sol) + 0,5

Ici : absence d'eau liquide donc vie non envisageable sur cette exoplanète.