

ÉVALUATION
CORRECTION Yohan Atlan © www.vecteurbac.fr

CLASSE : Première

voie : ☑ Générale

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1h12

Sujet 2024 avec maths n° ENSSCIMAT129

ENSEIGNEMENT : Enseignement scientifique **avec enseignement de mathématiques spécifique**
CALCULATRICE AUTORISÉE : ☑ Oui ☐ Non
DICTIONNAIRE AUTORISÉ : ☐ Oui ☑ Non

Zone d'habitabilité

Exercice au choix sur 12 points

Thème « *La Terre, un astre singulier* »

Partie 1 – La zone d'habitabilité du système solaire

1-

En considérant que la pression atmosphérique est semblable à celle de la Terre, pour que l'eau soit liquide, la température doit être comprise entre 0°C et 100°C. En se basant uniquement sur la température de surface théorique, la seule planète répondant à ce critère est Venus.

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Distance au Soleil (en millions de km)	58	108	150	228
Température de surface théorique (°C)	+168	+22,9	-18,5	-69
Température de surface réelle moyenne (°C)	+167	+464	+15	-67
Température minimale à Température maximale (°C)	-180 à +430	+446 à +490	-50 à +50	-143 à +20

2-

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Température de surface théorique (°C)	168	22,9	-18,5	-69
Température de surface réelle moyenne (°C)	167	464	15	-67
écart entre la température de surface réelle moyenne et la température de surface théorique	-1	441,1	33,5	2

3-

La différence entre la température réelle et la température théorique sur la Terre et sur Vénus est due à l'effet de serre.

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Pression atmosphérique de surface (bar ou mbar)	0,1 mbar	93 bar	1 bar	6 mbar
Épaisseur de l'atmosphère (km)	quasi nulle	350	500	100
Composition de l'atmosphère (Les gaz en gras sont des gaz à effet de serre)	He (traces)	CO ₂ (96%), N ₂ (3,5%), O ₂ (0,13%) H ₂ O (0,002%)	N ₂ (78%), O ₂ (20,9%), CO ₂ (0,04%), H ₂ O (faible, variable)	CO ₂ (95%), N ₂ (2,7%), O ₂ (0,13%) H ₂ O (0,03%)

Les gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone et la vapeur d'eau piègent la chaleur et maintiennent une température moyenne plus élevée que celle prédictive par les calculs de radiation solaire.

Sur Vénus, cet effet est beaucoup plus intense en raison de son atmosphère composée principalement de dioxyde de carbone, entraînant une température de surface extrêmement élevée, bien au-dessus de la température théorique.

4-

Le phénomène de l'effet de serre est actuellement négligeable sur Mercure et sur Mars en raison de leurs atmosphères respectives.

Mercure a une épaisseur d'atmosphère quasi nulle.

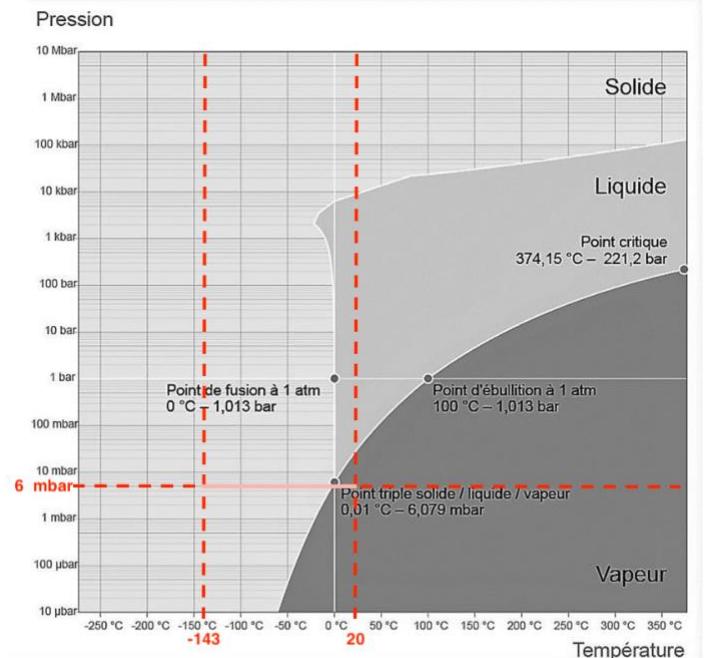
Bien que Mars ait une atmosphère composée principalement de dioxyde de carbone, elle est très fine. L'effet de serre est donc très faible sur Mars, rendant la différence entre la température réelle et théorique minimale.

5-

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Pression atmosphérique de surface (bar ou mbar)	0,1 mbar	93 bar	1 bar	6 mbar
Épaisseur de l'atmosphère (km)	quasi nulle	350	500	100
Composition de l'atmosphère (Les gaz en gras sont des gaz à effet de serre)	He (traces)	CO ₂ (96%), N ₂ (3,5%), O ₂ (0,13%) H ₂ O (0,002%)	N ₂ (78%), O ₂ (20,9%), CO ₂ (0,04%), H ₂ O (faible, variable)	CO ₂ (95%), N ₂ (2,7%), O ₂ (0,13%) H ₂ O (0,03%)

	Mercure	Venus	Terre	Mars
Distance au Soleil (en millions de km)	58	108	150	228
Température de surface théorique (°C)	+168	+22,9	-18,5	-69
Température de surface réelle moyenne (°C)	+167	+464	+15	-67
Température minimale à Température maximale (°C)	-180 à +430	+446 à +490	-50 à +50	-143 à +20

En plaçant la pression et les températures minimale et maximale de Mars sur le document 3, on obtient que l'eau sur Mars peut être solide ou vapeur (la droite de la pression passe sous le point triple). Ainsi Mars ne se situe pas dans la zone d'habitabilité du système solaire.



Partie 2 – Europe, un satellite naturel habitable au sein du système solaire ?

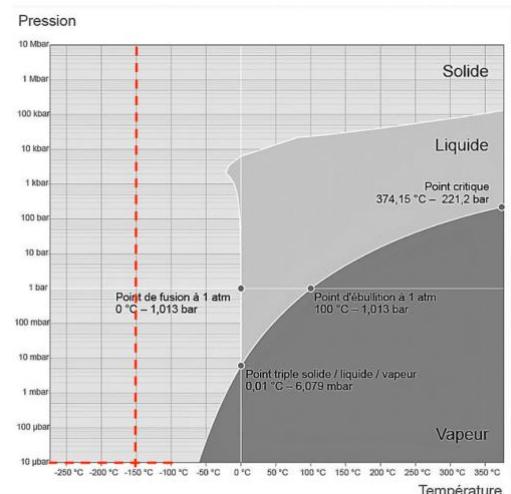
6-

Document 5 – Quelques caractéristiques physico-chimiques d'Europe comparée à la Terre.

	Europe	Terre
Température de surface	-150°C	+15°C
Pression atmosphérique (Bar)	10 ⁻¹¹	1
Composition atmosphère	O ₂ (produit par dissociation des molécules d'eau).	79% N ₂ , 20% O ₂ , Ar, CO ₂ , ...

D'après le document 5, la température de surface d'Europe est de -150°C.

D'après le document 3, à cette température pour la pression donnée, l'eau se trouve sous forme solide, c'est-à-dire sous forme de glace.



D'après le document 4, les images fournies par les sondes spatiales Galileo et Juno montrent un réseau de fissures sur la surface glacée d'Europe, avec des résurgences d'eau et des geysers jaillissant de temps en temps.

On aperçoit donc une surface de glace.

7-

D'après le document 4, les images fournies par les sondes spatiales Galileo et Juno montrent des geysers jaillissant de temps en temps à la surface d'Europe. Ces geysers indiquent la présence d'eau liquide sous la surface glacée, qui est expulsée à travers les fissures et ensuite gèle en surface.

D'après le document 4, le noyau d'Europe est chaud, ce qui permet l'existence d'eau liquide sous la banquise d'Europe.

Partie 3 – La recherche d'exoplanètes habitables

8-

La distance d'une exoplanète à son étoile ne suffit pas à affirmer la présence d'eau liquide à sa surface pour plusieurs raisons :

- L'effet de serre joue un rôle crucial dans la température de surface d'une planète. Une atmosphère riche en gaz à effet de serre, comme sur Vénus, peut maintenir des températures élevées même si la planète est à une distance où l'eau devrait théoriquement être liquide.
- La quantité de chaleur produite à l'intérieur de la planète, peut affecter la possibilité d'avoir de l'eau liquide. Par exemple sur Europe.

9-

Le télescope James Webb peut permettre de mieux identifier les exoplanètes susceptibles d'abriter de l'eau liquide grâce à plusieurs de ses capacités.

Le télescope James Webb observe les exoplanètes dans l'infrarouge moyen, une gamme de longueurs d'onde qui est particulièrement utile pour mesurer directement la température de surface des exoplanètes, aidant ainsi à évaluer si les conditions sont suffisamment chaudes pour permettre la présence d'eau liquide.

Les instruments du James Webb, tels que les coronographies de MIRI, peuvent identifier des molécules spécifiques dans l'atmosphère des exoplanètes, comme l'ammoniac ou le dioxyde de carbone. La détection de ces molécules peut fournir des informations sur la composition atmosphérique et l'effet de serre, qui influencent la température de surface et la capacité de la planète à maintenir de l'eau liquide.