**DST LSSE2. Durée 40 minutes / 20**

Calculatrice autorisée

## Exercice 1. Questions de cours. 7 points. 10 minutes.

Pour chaque série de propositions, **entourer** directement la bonne réponse sur l'énoncé.

**1. L'unité la plus adaptée pour quantifier la concentration en méthane dans l'atmosphère est :**

a. le % b. le ‰ c. le ppm d. le ppb

**2. Le premier gaz à effet de serre atmosphérique est :**

a. le $CO_2$ b. le $CH_4$ c. le $N_2$ d. $H_2O$

**3. La Terre émet un rayonnement dans le domaine :**

a. des ultraviolets b. du visible c. des infrarouges

d. des ultraviolets, du visible et des infrarouges

**4. L'effet de serre :**

a. est actuellement constant b. est dû aux ultraviolets

c. permet d'avoir une température terrestre plus élevée qu'avec l'énergie solaire seule

d. est plus important sur la Lune que sur la Terre

**5. Classer** ces gaz atmosphériques par ordre décroissant de concentration (sur votre copie / *1 point*) :

Ar – $N_2$ – $CO_2$ – $O_2$

**6. Expliquer** pourquoi le bilan énergétique est négatif aux pôles. *2 points*

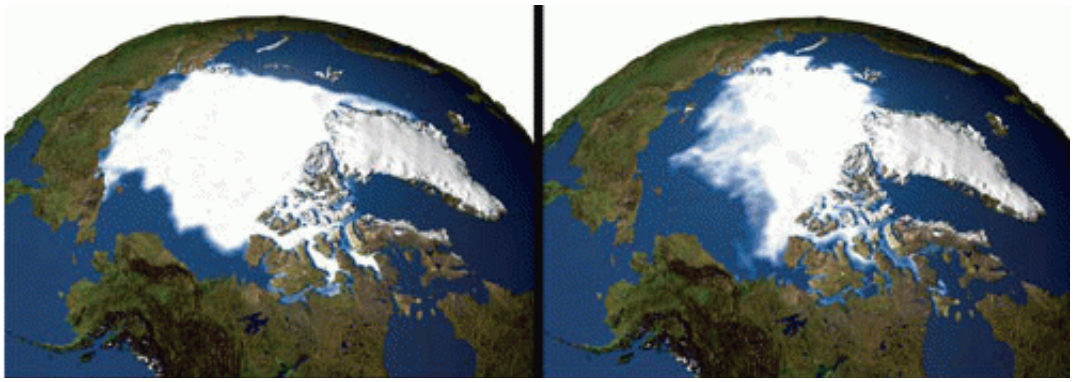
## Exercice 2. Un des problèmes posés par la fonte des glaces. 7 points. 10 minutes.

D'après Enseignement scientifique Le Livre Scolaire 2019 modifié 2022 et 2024

On peut observer depuis l'espace l'évolution de l'étendue des glaces terrestres.

**Document 1. Évolution de l'étendue des glaces de l'hémisphère nord entre 1979 et 2003.**

**1979** **2003**



**Document 2. Mesure d'un paramètre de quelques surfaces terrestres.**

| Surface | |
|---|---|
| Océan | 0,05 à 0,10 |
| Forêt/ sol sombre | 0,05 à 0,20 |
| Glace | 0,60 |
| Neige fraîche | 0,90 |

Questions.

1. **Légender** « banquise » et « glace continentale » sur l'image du document 1. *1 point*

2. **Compléter** l'entrée manquante du tableau (sur l'énoncé). *1 point*

3. **Décrire** l'évolution de la surface de glace entre 1979 et 2003 et **proposer** une conséquence de cette évolution sur la température terrestre (**penser** à définir le paramètre mis en évidence). *5 points*

## Exercice 3. Qui reçoit le plus d'énergie solaire : Jupiter ou Mars ? 6 points. 20 minutes.

D'après Enseignement scientifique première Magnard 2019

Jupiter est la planète la plus grosse du système solaire (rayon 69 900 km). Elle devrait donc capter une grande proportion du rayonnement solaire émis. Mars est une planète plus petite (rayon 3 390 km), mais elle est plus proche du Soleil : 227,9 x $10^9$ m alors que la distance entre Jupiter et le Soleil est de 778,5 x $10^9$ m.

Questions.

Pour tous les calculs, limitez-vous à un arrondi au dixième.

1. **Calculer** en $m^2$ la surface des sphères sur lesquelles se répartit l'énergie solaire au niveau de Mars et au niveau de Jupiter. On rappelle la formule de surface d'une sphère : $4\pi r^2$ *1 point*

2. **Déterminer** la puissance reçue par mètre carré de la part du Soleil par chaque planète. *1 point*

Donnée : Puissance émise par le soleil : $3{,}86.10^{26}$ W

3. **Calculer** la puissance des rayons émis par le Soleil et interceptés par chaque planète et son atmosphère puis **calculer** la valeur de la puissance solaire moyenne reçue sur une surface d'un mètre carré de chaque sphère planétaire. *3 points*

On rappelle la formule de surface d'un disque : $\pi r^2$. La planète intercepte la puissance rayonnée par le Soleil qui traverse la surface d'un disque, qui correspond à la surface projetée de la planète.
On rappelle aussi que, puisque la planète tourne sur elle-même, la puissance qu'elle reçoit se répartit intégralement sur toute sa surface, c'est-à-dire sur une sphère et non sur un disque.

4. **Expliquer** pourquoi la température moyenne sur Jupiter est plus faible que sur Mars. *1 point*

**DST LSSE2. Durée 40 minutes / 18**

Calculatrice autorisée

## Exercice 1. Questions de cours. 7 points. 10 minutes.

Pour chaque série de propositions, **entourer** directement la bonne réponse sur l'énoncé.

**1. La puissance solaire reçue par une planète dépend :**

a. uniquement de la distance au Soleil
b. uniquement du rayon planétaire
c. de la distance au Soleil et du rayon planétaire
d. de l'albédo planétaire

**2. Si la Terre avait un rayon plus grand, elle recevrait une puissance solaire :**

a. plus petite b. identique c. plus grande d. nulle

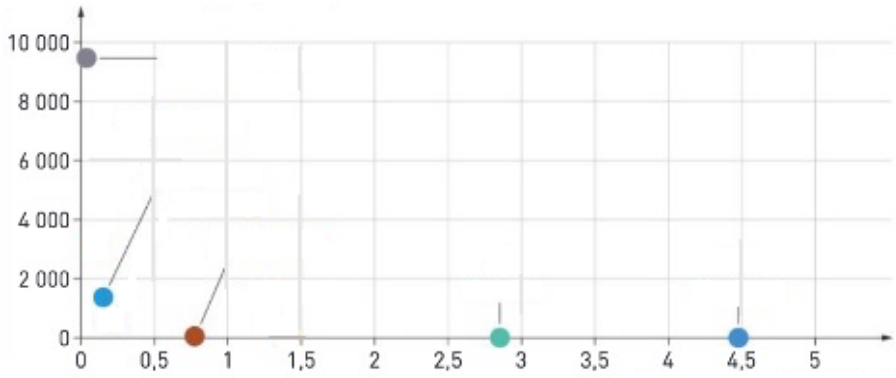
**3. La Terre intercepte la puissance rayonnée par le Soleil qui traverse la surface :**

a. d'un disque, qui correspond à la surface projetée de la Terre
b. d'une demi-sphère, qui correspond à la moitié de la Terre qui fait face au Soleil
c. de l'intégralité de sa surface, soit une sphère entière
d. d'un disque, qui correspond à la surface projetée du Soleil

**4. L'albédo :**

a. est le quotient « puissance solaire réfléchie divisée par la puissance solaire reçue »
b. est le quotient « puissance solaire reçue divisée par la puissance solaire réfléchie »
c. est élevé sur une surface sombre
d. est de 0,1 pour la Terre

**5. Légender** les axes du graphique et **localiser** la Terre tout en justifiant par écrit votre choix (tout faire sur l'énoncé). *2 points*




---

---

---

---

**6. Expliquer** pourquoi le Soleil n'émet pas un rayonnement dans les mêmes longueurs d'onde que la Terre. *1 point*

## Exercice 2. La température d'équilibre des planètes. 5 points. 10 minutes.

D'après Enseignement scientifique première Bordas 2023

Il est possible de calculer la température d'équilibre d'une planète en tenant compte de son albédo (A), de sa distance à son étoile, de la puissance rayonnée par celle-ci, et d'un effet de serre éventuel. Pour la Terre, la température d'équilibre (en °C) vaut ainsi : $T_{eq} = 280 \times (1-A)^{0,25} - 240$

Dans l'univers de Star Wars créé par George Lucas, les planètes et satellites naturels présentent souvent une surface uniforme dont on peut évaluer l'albédo (tableau ci-dessous).

| Planètes ou satellites | Kamino | Endor | Tatooine | Hoth |
|---|---|---|---|---|
| Conditions de surface | océans agités et nombreuses intempéries | forêts tempérées | déserts chauds et arides | surface enneigée et gelée |
| Albédo | 0,07 | 0,16 | 0,45 | 0,76 |

Questions.

1. **Indiquer** à quelles conditions la formule du calcul de la température d'équilibre de la Terre pourrait s'appliquer à ces quatre exemples. *1 point*
2. En imaginant ces conditions remplies, **calculer** leurs températures d'équilibre (arrondir au dixième). *2 points*
3. **Indiquer** pour quel exemple le résultat obtenu n'est pas cohérent par rapport à la description de la planète, et **formuler** plusieurs hypothèses pour **expliquer** cette anomalie. *2 points*

## Exercice 3. Températures des planètes telluriques. 6 points. 20 minutes.

D'après Enseignement scientifique première Bordas 2023 modifié 2024

Les quatre planètes telluriques (composées essentiellement de roches) sont les plus petites du système solaire, mais aussi les plus denses et les plus proches du Soleil.

| Planète | Distance au Soleil ($10^6$ km) | Atmosphère | Principaux gaz atmosphériques | Temp. moyenne de surface mesurée (°C) | Temp. moyenne de surface calculée (°C) |
|---|---|---|---|---|---|
| Mercure | 58 | absente | | 167 | 172 |
| Vénus | 108 | très dense | 96 % $CO_2$ ; 3,5 % $N_2$ | 464 | – 30 |
| Terre | 150 | peu dense | 78 % $N_2$ ; 21 % $O_2$ ; 1 % $H_2O$ | 15 | – 18 |
| Mars | 228 | très peu dense | 95 % $CO_2$ ; 3 % $N_2$ ; 2 % Ar | – 63 | – 56 |

Remarque : les températures calculées tiennent uniquement compte de la distance au Soleil et de l'albédo.

Question.

En vous appuyant sur vos connaissances et sur les données du tableau ci-dessus, **expliquer** :

- les différences entre les températures calculées ;
- les différences entre température mesurée et température calculée pour ces quatre planètes.

## Barème.

### Exercice 1. Questions de cours. 7 points. 10 minutes.

**1. L'unité la plus adaptée pour quantifier la concentration en méthane est :** d. le ppb

**2. Le premier gaz à effet de serre atmosphérique est :** d. $H_2O$

**3. La Terre émet un rayonnement dans le domaine :** c. des infrarouges

**4. L'effet de serre :** c. permet d'avoir une température terrestre plus élevée qu'avec l'énergie solaire seule

**5. Classer** ces gaz atmosphériques par ordre décroissant de concentration. *1 point* $N_2 > O_2 > Ar > CO_2$

**6. Expliquer** pourquoi le bilan énergétique est négatif aux pôles. *2 points*
Cela s'explique par une énergie incidente faible, un fort albédo (sol blanc) et une émission d'IR assez élevée. Il y a donc moins d'énergie reçue que d'énergie réfléchie + émise.

### Exercice 2. Un des problèmes posés par la fonte des glaces. 7 points. 10 minutes.

1. **Légender** « banquise » et « glace continentale » sur l'image du document 1. *1 point*
Légendes : 1 point. Banquise : centrée sur le pôle Nord. Glace continentale : Groenland

2. **Compléter** l'entrée manquante du tableau. *1 point*
Il manque le terme « albédo ».

3. **Décrire** l'évolution de la surface de glace entre 1979 et 2003 et **proposer** une conséquence de cette évolution sur la température terrestre. *5 points*
- On constate une diminution de l'étendue de la banquise et de la glace continentale groenlandaise. 1
- La glace et la neige ayant un albédo élevé 1 (l'albédo étant le rapport énergie réfléchie sur énergie incidente 1), cela signifie qu'elle réfléchit beaucoup d'énergie solaire (et donc peu d'énergie est absorbée) 1.
- Avec la fonte des glaces, l'albédo global terrestre va diminuer : davantage d'énergie sera absorbée par la Terre, ce qui va amplifier le réchauffement climatique. 1

### Exercice 3. Qui reçoit le plus d'énergie solaire : Jupiter ou Mars ? 6 points. 20 minutes.

1. **Calculer** en $m^2$ la surface des sphères sur lesquelles se répartit l'énergie solaire au niveau de Mars et au niveau de Jupiter. On rappelle la formule de surface d'une sphère : $4\pi r^2$ *1 point*
Mars : $4 \pi r^2 = 4 \pi \times (227{,}9.10^9)^2 = 6{,}5.10^{23}$ $m^2$
Jupiter : $4 \pi r^2 = 4 \pi \times (778{,}5.10^9)^2 = 7{,}6.10^{24}$ $m^2$

2. **Déterminer** la puissance reçue par mètre carré de la part du Soleil par chaque planète. *1 point*
Mars : $3{,}86.10^{26} / 6{,}5.10^{23} = 593{,}8$ $W.m^{-2}$
Jupiter : $3{,}86.10^{26} / 7{,}6.10^{24} = 50{,}8$ $W.m^{-2}$

3. **Calculer** la puissance des rayons émis par le Soleil et interceptés par chaque planète et son atmosphère puis **calculer** la valeur de la puissance solaire moyenne reçue sur une surface d'un mètre carré de chaque sphère planétaire. *3 points*
Calcul de la surface du disque martien : $\pi r^2 = (3\,390.10^3)^2 \times \pi = 3{,}6.10^{13}$ $m^2$
Calcul de la surface du disque jovien : $\pi r^2 = (69\,900.10^3)^2 \times \pi = 1{,}5.10^{16}$ $m^2$

Puissance reçue pour Mars : $593{,}8 \times 3{,}6.10^{13} = 2{,}1.10^{16}$ W
Puissance reçue pour Jupiter : $50{,}8 \times 1{,}5.10^{16} = 7{,}6.10^{17}$ W

La surface de la sphère étant 4 fois supérieure, on multiplie par 4 le résultat.
Calcul de la surface de la sphère martienne : $= 1{,}4.10^{14}$ $m^2$
Calcul de la surface de la sphère jovienne : $= 6{,}1.10^{16}$ $m^2$

Puissance solaire reçue :
Mars : $2{,}1.10^{16} / 1{,}4.10^{14} = 150$ $W.m^{-2}$ Jupiter : $7{,}6.10^{17} / 6{,}1.10^{16} = 12{,}5$ $W.m^{-2}$

4. **Expliquer** pourquoi la température moyenne sur Jupiter est plus faible que sur Mars. *1 point*
Jupiter à certes un grand diamètre, mais elle est beaucoup plus loin du Soleil que Mars : elle reçoit ainsi moins d'énergie.

**Exercice 1. Questions de cours. 7 points. 10 minutes.**

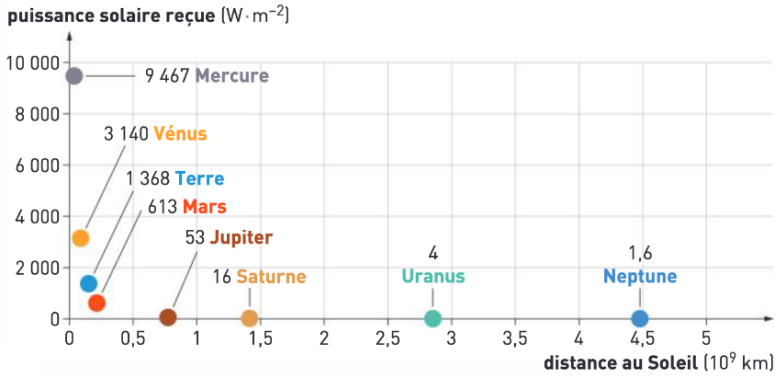
**1. La puissance solaire reçue par une planète dépend :** c. de la distance au Soleil et du rayon planétaire

**2. Si la Terre avait un rayon plus grand, elle recevrait une puissance solaire :** c. plus grande

**3. La Terre intercepte la puissance… :** a. d'un disque, qui correspond à la surface projetée de la Terre

**4. L'albédo :** a. est le quotient « puissance solaire réfléchie divisée par la puissance solaire reçue »

**5. Légender** les axes et **localiser** la Terre tout en justifiant votre choix. *2 points*




Axe des x : 0,5 point. Axe des y : 0,5 point Terre trouvée : 0,5 point

La puissance solaire reçue par la Terre est de 1368 $W.m^{-2}$. Justification : 0,5

**6. Expliquer** pourquoi le Soleil n'émet pas un rayonnement dans les mêmes longueurs d'onde que… *1 point*

D'après la loi des corps noirs, le spectre d'émission dépend de la température du corps.

Le Soleil, qui a une température de surface élevée émet principalement dans le visible.

La Terre, qui a une température plus basse, n'émet que dans les IR.

**Exercice 2. Albédo et température d'équilibre des planètes. 5 points. 10 minutes.**

1. **Indiquer** à quelles conditions la formule du calcul de la température d'équilibre de la Terre pourrait s'appliquer à ces quatre exemples. *1 point*

Les conditions sont : le type d'étoile doit être identique au Soleil que la distance soit la même que Terre-Soleil et la présence d'une atmosphère avec effet de serre.

2. **Calculer** leurs températures d'équilibre (arrondir au dixième). *2 points*

Formule à utiliser : $T_{eq} = 280 \times (1-A)^{0,25} - 240$

Kamino : 35,0°C Endor :28,1°C Tatooine : 1,1°C Hoth : -44,0°C

3. **Indiquer** pour quel exemple le résultat obtenu n'est pas cohérent par rapport à la description de la planète, et **formuler** plusieurs hypothèses pour **expliquer** cette anomalie. *2 points*

Problème avec Tatooine : la température théorique calculée est de 1,1°C alors qu'on y trouve des déserts chauds et arides. Il y fait donc plus chaud qu'attendu.

Hypothèses : effet de serre intense et/ou type d'étoile différent et/ou distance différente de Terre-Soleil.

**Exercice 3. Températures des planètes telluriques. 6 points. 20 minutes.**

En vous appuyant sur vos connaissances et sur les données du tableau ci-dessous, **expliquer** les différences de température observées entre ces planètes.

En théorie, plus une planète est proche du Soleil, plus elle reçoit d'énergie de ce dernier. Mercure devrait être la planète la plus chaude, suivie de Vénus, puis la Terre et Mars (c'est ce que l'on observe pour les températures calculées sauf pour Vénus). 1 point

Mercure a une température calculée proche de la température observée : or, elle n'a pas d'atmosphère, donc pas d'effet de serre. 1 point

Vénus : gros écart entre températures calculée et réelle : atmosphère très dense et forte concentration en $CO_2$, GES. L'effet de serre est donc très important. 1 point

Par ailleurs sa température calculée très basse au regard de sa distance au Soleil ne peut s'expliquer par par un albédo élevé (beaucoup d'énergie réfléchie) 1 point.

Terre : écart de 33°C. Présence d'une atmosphère ayant de faibles concentrations en GES = effet de serre plus limité que sur Vénus. 1 point

Mars : idem Terre, mais très faible atmosphère, donc faible effet de serre. 1 point