

## Corrigé Partie Atmosphères J.-C. Cerisier

## Exercice 1

L'atmosphère d'une planète imaginaire Titanic est formée d'azote moléculaire ( $M_{N_2} = 28$ ), de méthane ( $M_{CH_4} = 16$ ) et d'argon ( $M_{Ar} = 40$ ). La mesure de la masse molaire moyenne dans l'atmosphère de Titanic fournit une valeur  $M_{moy} = 28,6$ .

1 - En déduire une relation numérique entre la proportion molaire  $a$  du méthane et la proportion molaire  $b$  de l'argon.

Appelons  $g$  la proportion molaire d'azote. On a les relations

$$M_{moy} = aM_{CH_4} + bM_{Ar} + gM_{N_2}$$

$$a + b + g = 1$$

En éliminant  $g$ , on obtient :  $M_{moy} - M_{N_2} = a(M_{CH_4} - M_{N_2}) + b(M_{Ar} - M_{N_2})$

qui s'écrit numériquement :  $b - a = 0,05$

2 - On évalue la concentration molaire d'azote à 80%. Quelles sont les concentrations de méthane et d'argon ?

Le système d'équations en  $a$  et  $b$  s'écrit :

$$\begin{cases} b - a = 0,05 \\ b + a = 0,2 \end{cases} \quad \text{et a pour solution} \quad \begin{cases} a = 0,075 = 7,5\% \\ b = 0,125 = 12,5\% \end{cases}$$

## Exercice 2

1 - Comment la température effective  $T_{eff}$  d'une planète varie t'elle en fonction de sa distance  $R$  au Soleil ?

A la distance  $R$  du Soleil, la constante solaire  $C$  (densité de flux d'énergie ou flux d'énergie par unité de surface normale à l'axe planète Soleil) est donnée par

$$C = \frac{L}{4\pi R^2}, \quad L \text{ étant une constante représentant la luminosité solaire.}$$

Par ailleurs, la loi du rayonnement du corps noir (loi de Stefan) indique que la puissance rayonnée est proportionnelle à  $T_{eff}^4$ . L'égalité entre les flux d'énergie reçue et émise par la planète conduit à

$$T_{eff}^4 \propto R^{-2} \quad \text{ou encore} \quad T_{eff} \propto \frac{1}{\sqrt{R}}.$$

2 - Le rapport des températures au sol de Mars et de Vénus est donné ci-dessous, ainsi que le rapport des distances au Soleil.

$$\frac{T_{Mars}}{T_{Venus}} \approx 0,3 \qquad \frac{R_{Venus}}{R_{Mars}} \approx 0,5$$

3 - Ces valeurs sont elles compatibles avec une loi de variation dans laquelle la température serait fonction de la seule distance au soleil ? Expliquer.

Si la température effective dépendait de la seule distance au Soleil, on devrait avoir :

$\frac{T_{Mars}}{T_{Venus}} = \sqrt{\frac{R_{Venus}}{R_{Mars}}} = \sqrt{0,5} \approx 0,7$ . La valeur expérimentale de ce rapport (0,3) est plus de 2 fois plus faible.

Sinon, quel(s) autre(s) facteur(s) faut-il prendre en considération ?

L'explication de la faible valeur expérimentale du rapport  $T_{Mars}/T_{Venus}$  est à rechercher essentiellement dans le phénomène de l'effet de serre qui accroît considérablement la température au sol sur Vénus, alors qu'il est quasiment inexistant sur Mars. Un autre facteur important à prendre en compte dans l'évaluation de la température d'une planète est son albédo. Remarquons seulement que l'albédo de Vénus ( $A = 0,64$ ) est plus élevé que celui de Mars ( $A = 0.15$ ). Ce qui signifie que ce facteur joue dans le sens d'accroître le rapport  $T_{Mars}/T_{Venus}$ , c'est à dire en sens inverse de l'effet de serre.