

# POUR TOUT LE MONDE

Un des grands défis de ce siècle (ou du suivant ...) sera d'envoyer une mission d'exploration humaine sur la planète Mars. Le but de cet exercice est d'étudier quelques uns des nombreux problèmes à résoudre avant de pouvoir effectuer une telle mission.

Les deux parties de ce problème sont indépendantes l'une de l'autre.

## 1. PROBLÈME ÉNERGÉTIQUE

Une fois sur la planète, les explorateurs devront pouvoir trouver une source fiable d'énergie.

Une possibilité serait d'utiliser du deutérium et du tritium pour alimenter un réacteur de fusion nucléaire.

1.1. Intérêt de la réaction de fusion.

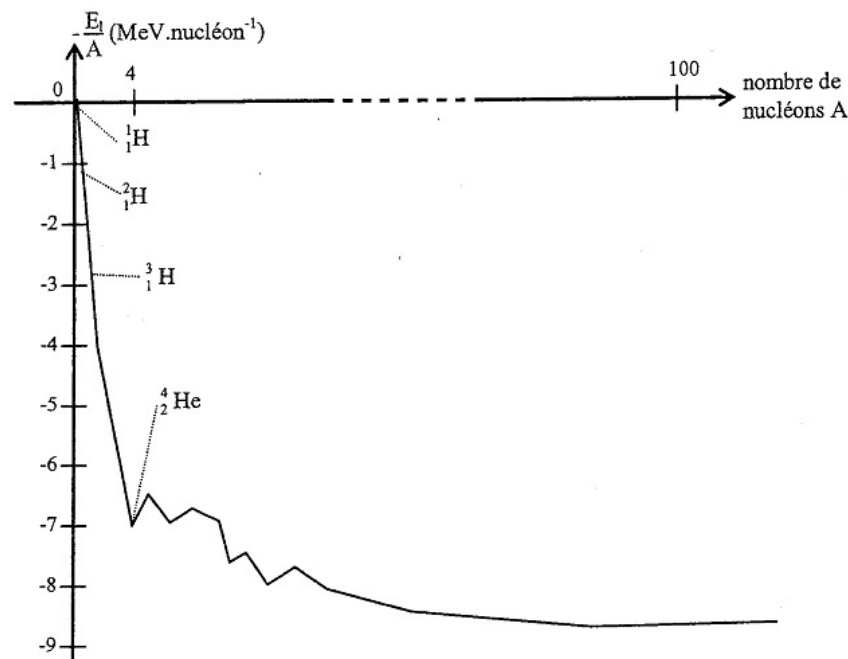
1.1.1. L'hydrogène  ${}^1_1\text{H}$ , le deutérium  ${}^2_1\text{H}$  et le tritium  ${}^3_1\text{H}$  sont des isotopes. Donner la définition du mot isotope.

On étudiera la réaction de fusion suivante :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

1.1.2. En utilisant la courbe d'Aston ci-dessous, montrer **qualitativement** que la fusion du deutérium et du tritium dégage de l'énergie.

On rappelle que  $E_l / A$  est l'énergie de liaison par nucléon.

### Courbe d'Aston



1.2. Étude quantitative de la réaction de fusion :  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

Données: constante d'Avogadro :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$   
 masse d'un neutron :  $m(\text{n}) = 1,674929 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,00869 \text{ u}$   
 $m({}^2_1\text{H}) = 3,3435 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 2,01355 \text{ u}$   
 $m({}^3_1\text{H}) = 3,01550 \text{ u}$   
 $m(\text{He}) = 4,00150 \text{ u}$   
 $c = 2,99792 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$   
 Conversion :  $1 \text{ u} = 1,66050 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$   
 $1 \text{ eV} = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- 1.2.1. Calculer la variation  $\Delta m$  de la masse du système au cours de la réaction de fusion étudiée.
- 1.2.2. Rappeler la relation d'équivalence masse - énergie.
- 1.2.3. Calculer l'énergie libérée par la réaction de formation d'un noyau d'hélium.
- 1.2.4. Calculer le nombre de noyaux contenus dans  $m = 100$  g de deutérium.
- 1.2.5. En déduire la valeur de l'énergie libérée par la fusion de 100 g de deutérium avec la quantité de matière correspondante de tritium.

## **2. PROBLÈME DE L'AIR**

Il est inconcevable d'emporter les quantités d'air suffisantes pour la durée de l'exploration de la planète. L'atmosphère de Mars contient surtout du dioxyde de carbone (95,3%) impropre à la respiration. Il est nécessaire de fabriquer le dioxygène sur place. Une solution envisageable est l'électrolyse de l'eau extraite du sol.

### 2.1. Principe de l'électrolyse de l'eau.

La réaction a pour équation :  $2 \text{H}_2\text{O}_{(l)} = \text{O}_2_{(g)} + 2 \text{H}_2_{(g)}$

- 2.1.1. Les deux couples mis en jeu étant  $\text{O}_2_{(g)} / \text{H}_2\text{O}_{(l)}$  et  $\text{H}_2\text{O}_{(l)} / \text{H}_2_{(g)}$ , compléter le schéma de principe de l'électrolyseur (**donné en Annexe et à rendre avec la copie**) en indiquant :
  - le nom des électrodes
  - la nature de la réaction (oxydation ou réduction) pour chaque électrode.
- 2.1.2. Rappeler si cette électrolyse est une réaction spontanée ou au contraire forcée. Par quel critère d'évolution ce caractère est-il déterminé ?

### 2.2. Étude quantitative de l'électrolyse.

On souhaite produire par électrolyse, le dioxygène nécessaire à la respiration d'un spationaute.

Données: pour les gaz  $V_m = 25 \text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$  à  $25^\circ\text{C}$  sous  $10^5 \text{ Pa}$   
 1 faraday (F) =  $96\,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$

- 2.2.1. Chaque minute, nos poumons envoient un volume  $v = 0,30 \text{ L}$  de dioxygène vers les tissus (respiration normale). Calculer la quantité de matière  $n_{\text{O}_2}$  de dioxygène envoyée par les poumons pendant une heure (on suppose que la température est de  $25^\circ\text{C}$ ).
- 2.2.2. Cette quantité de dioxygène est produite grâce à l'électrolyse étudiée dans la première partie. En s'aidant au besoin d'un tableau d'avancement d'une demi-réaction, calculer la quantité de matière d'électrons échangée.
- 2.2.3. En déduire la quantité d'électricité  $Q$  mise en jeu.
- 2.2.4. Quelle est l'intensité  $I$  du courant nécessaire en supposant qu'elle est constante pendant toute l'heure de fonctionnement ?
- 2.2.5. Si la tension aux bornes du générateur  $U$  est de  $5,00 \text{ V}$ , calculer l'énergie électrique, notée  $E_{el}$ , consommée pendant une heure sachant que  $E_{el} = UI\Delta t$  où  $\Delta t$  est la durée de fonctionnement.

ANNEXE 2  
**POUR TOUT LE MONDE**

*Schéma de principe de l'électrolyseur*

