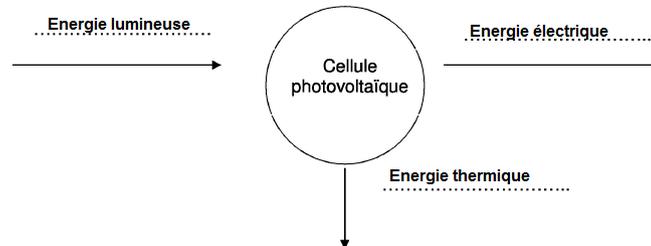


# LA STATION SPATIALE INTERNATIONALE (ISS)

## PARTIE A - Production d'énergie électrique à bord de l'ISS

### A.1. Autour du rendement d'un SAW.

#### A.1.1 Chaîne énergétique d'une cellule photovoltaïque



#### A.1.2

##### A.1.2.1 Calcul de la surface totale S d'un SAW

D'après le document A1, la dimension d'un SAW est de 33,5 m × 11,6 m

$$S = L \times l = 33,5 \times 11,6 = 388,6 \text{ m}^2$$

Donc la surface totale d'un SAW vaut bien 389 m<sup>2</sup>

##### A.1.2.2 Calcul de la puissance lumineuse théorique maximale P<sub>lmax</sub> reçue par un panneau

SAW.

D'après le document A1, l'éclairement incident est de 1500 W.m<sup>2</sup>

On a la relation :

$$P_{lmax} = E \times S = 1500 \times 389 = 5,84 \times 10^5 \text{ W} = 584 \text{ kW}$$

##### A.1.2.3 Calcul de la puissance électrique théorique maximale P<sub>emax</sub> que pourrait générer un panneau SAW.

D'après l'énoncé, le rendement de chaque SAW est de 14,5 %. On a la relation :

$$\eta = \frac{P_{e\max}}{P_{l\max}} \quad \text{donc} \quad P_{e\max} = \eta \times P_{l\max} = 0,145 \times 584 = 84,7 \text{ kW}$$

##### A.1.2.4 Calcul de la puissance électrique P<sub>e</sub> attendue par les ingénieurs par les 8 SAW.

La puissance attendue par un SAW est 31 kW donc pour 8 SAW,

$$P_e = 8 \times 31 = 248 \text{ kW}$$

##### A.1.2.5 Calcul de la puissance électrique effective totale P<sub>tot</sub> générée par l'ensemble des 8 panneaux SAW le 5 novembre 2017 à 21h45.

La puissance effective totale correspond à la somme de toutes les puissances, données dans le tableau du document A1, produites par les différents SAW.

$$P_{tot} = 8693 + 6502 + 6484 + 4828 + 8409 + 8967 + 8466 + 7506 = 59855 \text{ W} = 59,9 \text{ kW}$$

##### A.1.2.6 Montrer que les panneaux du SAW ne sont utilisés qu'à environ 24% de leur possibilité le 5 novembre 2017 à 21h45.

Pour montrer cela, on effectue le calcul suivant :

$$\frac{P_{tot}}{P_e} = \frac{59,9}{248} \times 100 = 24,1 \%$$

Donc les panneaux SAW ne sont utilisés qu'à environ 24 %.

A.1.2.7 Les panneaux SAW ne sont utilisés qu'à 24 % car l'éclairement n'est toujours de  $1500 \text{ W.m}^2$  et l'ISS passe parfois dans l'ombre de la Terre.

A.1.2.8 Pour subvenir à ses besoins en énergie électrique durant ces 36 minutes, lorsque l'ISS passe dans l'ombre de la Terre, l'ISS utilise des batteries. Ces batteries stockent une partie de l'énergie électrique non utilisées pour le fonctionnement de l'ISS. Elle peut également utiliser une pile à combustible, en faisant réagir du dioxygène et du dihydrogène pour produire de l'électricité.

## A.2. Du vent dans les panneaux ?

A.2.1. Calcul en km/h de la vitesse  $v$  de la station orbitale.

La station décrit un cercle de rayon  $R_{\text{station}} = 6770 \text{ km}$  donc elle parcourt une distance de :

$$d = 2\pi R_{\text{station}} = 2 \times \pi \times 6770 = 42515,6 \text{ km}$$

La station parcourt cette distance pendant une durée  $t$  de 90 minutes c'est-à-dire 1,5 heure.

On a la relation :

$$v = \frac{d}{t} = \frac{42515,6}{1,5} = 28344 \text{ km.h}^{-1}$$

A.2.2. A l'altitude de l'ISS, l'atmosphère terrestre est très faible. Il y a donc absence d'air et donc absence de frottement. C'est pour cela, qu'à cette vitesse, les panneaux ne sont pas arrachés.

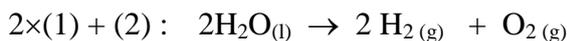
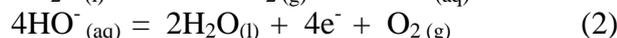
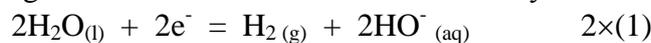
## **PARTIE B - Production de dioxygène au sein de l'ISS**

### B.1. Mise en équation

B.1.1 Le couple d'oxydo-réduction relatif à la demi-équation (1) est le couple  $\text{H}_2\text{O} / \text{H}_2$ .

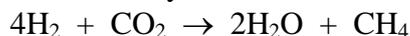
B.1.2 L'électrode où se forme le dihydrogène  $\text{H}_2$  est la cathode car il s'y produit une réduction.

B.1.3 Equation globale de fonctionnement de l'électrolyseur.



B.1.4. Equation de la réaction se produisant dans le réacteur de Sabatier.

D'après le document 1, le dihydrogène est acheminé vers un réacteur appelé réacteur de Sabatier où il se combine avec du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$  pour former de l'eau et du méthane  $\text{CH}_4$ .



B.1.5. Intérêts qui justifient l'usage du réacteur de Sabatier.

Le réacteur de Sabatier permet de capter une partie du dioxyde de carbone émis par les occupants de l'ISS mais également de produire de l'eau.

### B.2 Etude quantitative

B.2.1 Calcul de la quantité d'électricité  $Q$  nécessaire au fonctionnement d'une cellule de l'OGS au cours d'une journée.

D'après le document 1, l'intensité est de 50 A. On a la relation :

$$Q = I \times \Delta t = 50 \times 24 \times 3600 = 4,32 \times 10^6 \text{ C}$$

B.2.2. Calcul de la quantité d'électrons  $n_e$  (exprimée en mol) échangée au cours d'une journée par une cellule électrolytique.

On a la relation :

$$Q = n_{e^-} \times F \quad \text{donc} \quad n_{e^-} = \frac{Q}{F} = \frac{4,32 \times 10^6}{96500} = 44,8 \text{ mol}$$

B.2.3. Calcul de la quantité de matière de dioxygène produite  $n(\text{O}_2)$  par une cellule électrolytique pendant une journée.

D'après l'équation bilan  $4\text{HO}^-_{(\text{aq})} = 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})} + 4\text{e}^- + \text{O}_{2(\text{g})}$ , on a la relation :

$$\frac{n_{\text{O}_2}}{1} = \frac{n_{e^-}}{4} \quad \text{donc} \quad n_{\text{O}_2} = \frac{n_{e^-}}{4} = \frac{44,8}{4} = 11,2 \text{ mol}$$

Donc, la quantité de matière de dioxygène produite  $n(\text{O}_2)$  par une cellule électrolytique pendant une journée est bien d'environ  $n(\text{O}_2) = 11 \text{ mol}$ .

B.2.4. Calcul du nombre minimal de cellules électrolytiques nécessaires pour subvenir aux besoins en dioxygène de l'équipage.

D'après le document 2, il y a six membres d'équipage. On a la relation :

$$n_{\text{O}_2} = \frac{m_{\text{O}_2}}{M_{\text{O}_2}} \quad \text{donc} \quad m_{\text{O}_2} = n_{\text{O}_2} \times M_{\text{O}_2} = 11 \times 32 = 352 \text{ g} = 0,352 \text{ kg}$$

La quantité nécessaire pour une personne en dioxygène est de 0,91 kg. Donc pour les six membres d'équipage, il faut :

$$m_{\text{O}_2} = 0,91 \times 6 = 5,46 \text{ kg}$$

Le nombre de cellules électrolytiques nécessaires sera de :

$$N = \frac{5,46}{0,352} = 15,5$$

Il faudra donc 16 cellules électrolytiques pour subvenir aux besoins en dioxygène de l'équipage.

B.2.5.

B.2.5.1. Calcul, à la température de 25 °C, du volume de dioxygène  $V(\text{O}_2)$  produit par une cellule de l'OGS en un jour.

On a la relation :

$$PV(\text{O}_2) = nRT \quad \text{donc} \quad V(\text{O}_2) = \frac{nRT}{P} = \frac{11 \times 8,31 \times 298}{1 \times 10^5} = 0,27 \text{ m}^3$$

B.2.5.2. Calcul du volume de dioxygène  $V(\text{O}_2)$  mission produit par une cellule de l'OGS au cours de la mission de Thomas Pesquet.

D'après le document 2, la mission de Thomas Pesquet a duré 196 jours donc :

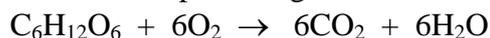
$$V(\text{O}_2) = 0,27 \times 196 = 53 \text{ m}^3$$

Le volume de dioxygène produit par une seule cellule lors de la mission de Thomas Pesquet est de 53 m<sup>3</sup>.

## PARTIE C - Sorties de l'ISS

### C.1. Élimination du dioxyde de carbone lors des sorties extravéhiculaires

C.1.1 Equation de combustion complète du glucose de formule chimique  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ .



C.1.2

C.1.2.1 Signification du pictogramme associé à l'hydroxyde de lithium.

Le pictogramme signifie que l'hydroxyde de lithium est corrosif.

C.1.2.2 Conduite à tenir en cas de contact accidentel avec l'hydroxyde de lithium dans un laboratoire.

En cas de contact accidentel avec l'hydroxyde de lithium, il faut rincer abondamment à l'eau les parties du corps qui sont touchées.

## C.2. Retour sur Terre

C.2.1 Montrer que l'énergie cinétique  $E_c$  du module de descente varie de - 44 kJ entre les points

A et B.

La vitesse passe de 22 km.h<sup>-1</sup> en A à 5,0 km.h<sup>-1</sup> en B

On a la relation :

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = \frac{1}{2} \times 2500 \times \left(\frac{5}{3,6}\right)^2 - \frac{1}{2} \times 2500 \times \left(\frac{22}{3,6}\right)^2 = -44270 \text{ J} = -44 \text{ kJ}$$

C.2.2 Expression puis calcul du travail  $W_{AB}(\vec{P})$  du poids entre les points A et B.

$$W_{AB}(\vec{P}) = P \times AB \times \cos \theta = mg \times AB = 2500 \times 9,81 \times 0,7 = 17167 \text{ J} = 17 \text{ kJ}$$

C.2.3 Ce travail est moteur car le mouvement et le poids sont dans le même sens.

C.2.4 Calcul du travail  $W_{AB}(\vec{f})$  de la force de frottement entre les points A et B.

On a la relation :

$$\Delta E_c = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{f}) \quad \text{donc} \quad W_{AB}(\vec{f}) = \Delta E_c - W_{AB}(\vec{P}) = -44 - 17 = -61 \text{ kJ}$$

C.2.5 Calcul de la valeur f de cette force de frottement.

On a la relation :

$$W_{AB}(\vec{f}) = f \times AB \times \cos \theta \quad \text{donc} \quad f = \frac{W_{AB}(\vec{f})}{AB \times \cos \theta} = \frac{-61}{0,7 \times \cos 180} = 87 \text{ kN}$$