# Spécialité : Un bateau innovant

Bac S 2018 Afrique (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

**1** Établir, à l'aide des informations fournies, l'équation de la réaction d'électrolyse de l'eau.

**Données utiles** $2\,H_2O\,(l) = O_2\,(g) + 4\,H^+\,(aq) + 4\,e^-$ ; $H_2\,(g) = 2\,H^+\,(aq) + 2\,e^-$

L'électrolyse sert à fabriquer du dihydrogène : l'eau est le réactif, $H_2$ et $O_2$ sont les produits.

Oxydation de l'eau : $2\,H_2O\,(l) = O_2\,(g) + 4\,H^+\,(aq) + 4\,e^-$

Réduction des ions hydrogène : $2\,H^+\,(aq) + 2\,e^- = H_2\,(g) \quad (\times 2)$

On additionne pour échanger 4 électrons de part et d'autre : $2\,H_2O\,(l) + 4\,H^+\,(aq) \longrightarrow O_2\,(g) + 4\,H^+\,(aq) + 2\,H_2\,(g)$, puis on simplifie les ions $H^+$.

$$\boxed{2\,H_2O\,(l) \longrightarrow 2\,H_2\,(g) + O_2\,(g)}$$

**PIÈGE**

Recopier la seconde demi-équation dans le sens donné par l'énoncé : $H_2$ serait alors consommé. Elle doit être écrite dans le sens de la réduction, puis multipliée par 2 pour équilibrer les électrons.

**COMPRENDRE**

Une électrolyse est une transformation forcée : le générateur impose le passage des électrons et la réaction se fait dans le sens inverse de celui d'une pile à combustible.

**2** Calculer l'énergie fournie par les panneaux solaires en une journée. Problème : estimer le nombre de jours nécessaires pour remplir les réservoirs de dihydrogène lorsque le bateau est tracté par l'aile de kite, puis porter un regard critique sur le résultat.

**Données utiles** panneaux : $P_s = 21$ kW pendant 12 h ; deux éoliennes de 2,5 kW ; hydrogénérateurs : 2 kW ; $m(\mathrm{H_2}) = 60$ kg ; $M(\mathrm{H_2}) = 2{,}0\ \mathrm{g \cdot mol^{-1}}$ ; $F = 96\,500\ \mathrm{C \cdot mol^{-1}}$ ; $U = 1{,}25$ V

**Question 2.** $E_s = P_s \times \Delta t$ avec $\Delta t = 12\ \mathrm{h} = 12 \times 3600$ s :

$E_s = 21 \times 10^3 \times 12 \times 3600 = 9{,}1 \times 10^8$ J

$E_s = 9{,}1 \times 10^8$ J par jour

**Problème.** On compare l'énergie nécessaire à l'électrolyse à l'énergie produite à bord en un jour.

**Énergie nécessaire pour 60 kg de dihydrogène**

- Quantité de dihydrogène : $n(\mathrm{H_2}) = \dfrac{m(\mathrm{H_2})}{M(\mathrm{H_2})} = \dfrac{60 \times 10^3}{2{,}0} = 3{,}0 \times 10^4\ \mathrm{mol}$
- D'après $2\,\mathrm{H^+\,(aq)} + 2\,\mathrm{e^-} = \mathrm{H_2\,(g)}$, il faut 2 mol d'électrons par mole de $\mathrm{H_2}$ : $n(e^-) = 2\,n(\mathrm{H_2}) = 6{,}0 \times 10^4$ mol
- Charge transférée : $Q = n(e^-) \times F = 6{,}0 \times 10^4 \times 96\,500 = 5{,}79 \times 10^9$ C
- Énergie : $E_{\text{élec}} = Q \times U = 5{,}79 \times 10^9 \times 1{,}25 = 7{,}24 \times 10^9$ J

**Énergie produite en un jour**

Le bateau est tracté par le kite : il y a du vent et le bateau avance. Les éoliennes et les hydrogénérateurs fonctionnent donc 24 h sur 24, les panneaux 12 h.

$E_{\text{jour}} = (2 \times 2{,}5 + 2) \times 10^3 \times 24 \times 3600 + E_s = 6{,}05 \times 10^8 + 9{,}07 \times 10^8 = 1{,}51 \times 10^9$ J

**Durée**

$$N = \frac{E_{\text{élec}}}{E_{\text{jour}}} = \frac{7{,}24 \times 10^9}{1{,}51 \times 10^9} = 4{,}8$$

Il faut environ 5 jours pour remplir les réservoirs.

**Regard critique.** Cette durée est une valeur minimale, la durée réelle est plus longue :

- le rendement de l'électrolyseur est inférieur à 100 % ;
- une partie de l'énergie sert à dessaler l'eau, à comprimer le gaz et aux appareils du bord ;
- le vent et le soleil ne sont pas toujours au maximum.

**PIÈGE**
Oublier le facteur 2 entre $n(e^-)$ et $n(\mathrm{H_2})$, laisser 60 kg en kilogrammes, ou faire fonctionner les panneaux solaires 24 h comme les autres dispositifs.

**COMPRENDRE**
Deux chiffres significatifs pour $E_s$, comme 21 kW et 12 h. Dans le problème, on garde les valeurs non arrondies dans la calculatrice et on n'arrondit qu'à la fin : il s'agit d'une estimation.

**MÉTHODE**
Résolution de problème : annoncer la démarche, calculer séparément l'énergie nécessaire et l'énergie disponible par jour, conclure par une phrase, puis discuter les hypothèses (rendement, autres consommations, météo).

**À LA CALCULATRICE**

rad CALCULS

$21 \times 10^3 \times 12 \times 3600$

$\approx 9.072 \times 10^8$

$\frac{60 \times 10^3}{2.0} \times 2 \times 96\,500 \times 1.25$

$\approx 7.2375 \times 10^9$

$(2 \times 2.5 + 2) \times 1 \times 10^3 \times 24 \times 3600 + 907\,200\,000$

$\approx 1.512 \times 10^9$

$\frac{7\,237\,500\,000}{1\,512\,000\,000}$

$\approx 4.786706$