EXERCICE III - DU SOLEIL EN BOUTEILLE (5 points)

L'énergie solaire est une énergie intermittente puisqu'elle dépend notamment des conditions météorologiques, de l'alternance jour/nuit et de la saison. Convertie en énergie électrique par des panneaux photovoltaïques, elle ne garantit donc pas un apport continu d'énergie électrique sur le réseau de distribution.
Une solution à ce problème est étudiée avec la plateforme MYRTE (**M**ission h**Y**drogène **R**enouvelable pour l'in**T**égration au réseau **É**lectrique). Installée en Corse en 2012, cette plateforme permet d'alimenter en électricité « verte » 200 habitations. Une partie de l'énergie électrique produite par les panneaux photovoltaïques alimente un électrolyseur contenant de l'eau, l'autre partie de cette énergie sert à alimenter le réseau électrique local.
L'électrolyse de l'eau produit du dihydrogène et du dioxygène stockés dans de grandes citernes. Ces citernes se remplissent en quelques jours. La nuit ou lors d'un pic de consommation, une pile à combustible utilise ces deux gaz pour produire de l'énergie électrique.

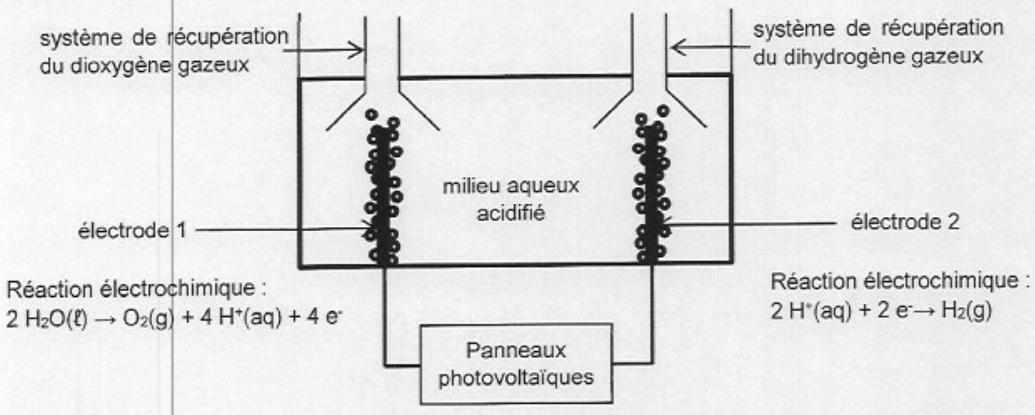


Figure 1. Schéma de principe de l'électrolyseur relié aux panneaux photovoltaïques

Données :

- énergie solaire moyenne reçue quotidiennement par m² de panneau photovoltaïque : 15 MJ ;
- panneaux photovoltaïques de surface $S = 3\,700$ m² et de rendement 12 % lors de son fonctionnement ;
- tension aux bornes de l'électrolyseur : $U = 2{,}0$ V ;
- l'électrolyseur reçoit 30 % de l'énergie électrique produite par les panneaux solaires, le reste étant utilisé pour alimenter directement le réseau électrique local ;
- charge électrique d'une mole d'électrons : 96 500 C ;
- intensité du courant circulant dans l'électrolyseur :

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

avec Q charge électrique, exprimée en coulomb, circulant dans la cellule d'électrolyse, Δt la durée de l'électrolyse exprimée en seconde ;

- puissance électrique : $P = U\,I$;
- volume d'une mole de gaz : 24,0 L à $T = 20$°C sous la pression de $1{,}013 \times 10^5$ Pa.

Questions préliminaires

1. Montrer que l'énergie électrique reçue quotidiennement par l'électrolyseur est d'environ $E_{électrolyseur} = 2{,}0$ GJ.

2. Établir le sens de circulation des électrons et du courant entre le panneau photovoltaïque et la cellule d'électrolyse lors de son fonctionnement. En déduire l'électrode de l'électrolyseur qui est reliée à la borne positive du panneau photovoltaïque.

Problème

Le dihydrogène, produit par l'électrolyseur, est stocké dans une citerne sous haute pression. On peut y stocker l'équivalent d'un volume de 1 400 m³ de dihydrogène à la température $T = 20$ °C et sous une pression de $1{,}013 \times 10^5$ Pa.
Estimer la durée nécessaire pour remplir complètement une citerne, initialement vide, avec du dihydrogène.

Le candidat est invité à prendre des initiatives et à présenter la démarche suivie même si elle n'a pas abouti. La démarche suivie est évaluée et nécessite donc d'être correctement présentée.