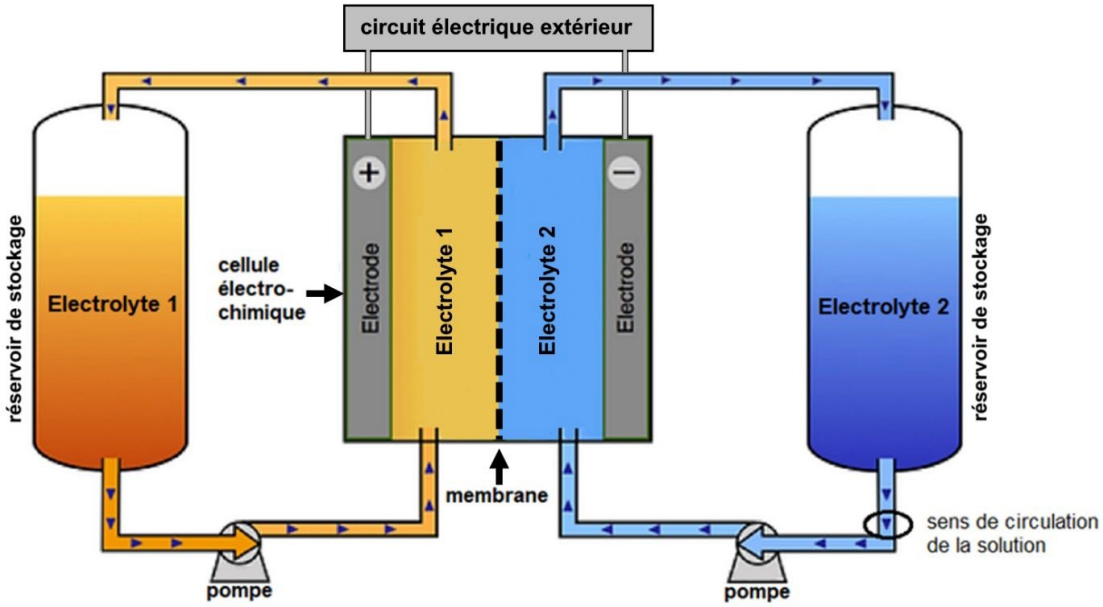
Exercice 2

EXERCICE 2 : des batteries à flux redox organiques (5 points)

Pour le développement des énergies renouvelables, le stockage massif de l'énergie est un élément crucial afin de palier le caractère intermittent de ces modes de production. Lors des pics de production, l'énergie doit pouvoir être stockée pour être libérée lorsque la production est faible et la demande forte.

Actuellement, les batteries à flux redox organiques sont au cœur de plus en plus de projets en tant que solutions de stockage de grandes capacités, sûres, non polluantes et économiques.



D'après diplomatie.gouv.fr/fr/politique-etrangere-de-la-france/diplomatie-scientifique-et-universitaire

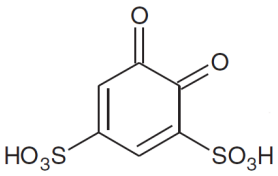
Figure 1 : schéma du dispositif se comportant en pile électrochimique

Comme l'illustre la figure 1 ci-dessus, les batteries à flux redox sont constituées de :

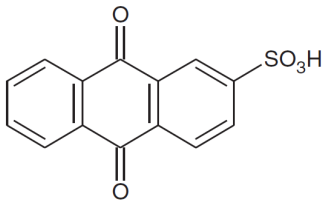
- **deux réservoirs de stockage** équipés de pompes pour faire circuler les solutions aqueuses de substances organiques ou électrolytes à travers la cellule électrochimique ;
- **une cellule électrochimique** qui se comporte comme une pile électrochimique (lors de la décharge) ou comme un électrolyseur (lors de la charge). Elle permet des conversions d'énergie via des réactions d'oxydoréduction ;
- **une membrane** spécialement conçue pour empêcher le mélange des deux solutions, tout en permettant l'échange d'ions H^+ (c'est-à-dire le déplacement de la charge électrique) à travers celle-ci.

Exercice 2

On étudie une batterie à flux redox organique utilisant comme électrolytes l'acide 1,2-benzoquinone-3,5-disulfonique (BQDS) et l'acide antraquinone-2-sulfonique (AQS) représentés ci-dessous.



BQDS



AQS

Les réactions au sein de la cellule électrochimique mettent en jeu les couples oxydant-réducteur BQDS / H_2BQDS et AQS / H_2AQS, espèces présentes en solution aqueuse dans les réservoirs de stockage.

Q.1. Écrire les deux réactions électrochimiques qui modélisent les transformations se produisant aux électrodes.

L'équation de la réaction modélisant la transformation qui a lieu lors de la décharge de la batterie (fonctionnement en mode pile) est :

$$BQDS + H_2AQS \rightarrow H_2BQDS + AQS$$

Q.2. Définir un oxydant.
Identifier l'oxydant et le réducteur lors de cette transformation chimique.

Q.3. Déterminer si la solution de BQDS est l'électrolyte 1 ou l'électrolyte 2 à l'aide des polarités indiquées sur la cellule électrochimique et des équations des réactions électrochimiques. Justifier.

Q.4. Déterminer le sens de circulation des ions H^+ à travers la membrane. Justifier.

On considère une cellule électrochimique produisant un courant électrique de 250 A pendant 6,0 h. La cellule est alimentée par des solutions électrolytiques de concentration en quantité de matière apportée en BQDS et H_2AQS égale à 1,0 mol·L^{-1}.

Données :

- nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}02\times10^{23}$ mol^{-1} ;
- charge élémentaire $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C ;
- constante de Faraday : $F = 96\,500$ C·mol^{-1}.
  Le Faraday est la valeur absolue de la charge électrique d'1 mol d'électrons.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale

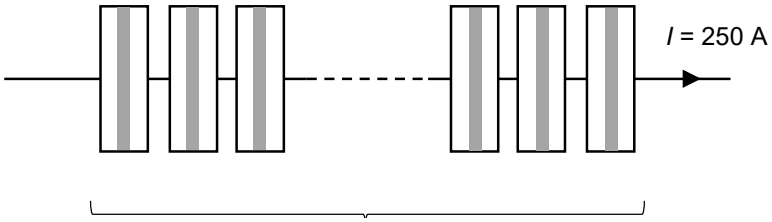
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

Exercice 2

Q.5. Montrer que la capacité électrique de la cellule a une valeur proche de $Q = 5{,}4 \times 10^6$ C.

Q.6. Déterminer le volume de chaque électrolyte nécessaire pour assurer le fonctionnement de cette cellule.
En déduire le volume réel sachant que seulement 70 % des électrons susceptibles d'être produits par les réactions d'oxydoréduction contribuent réellement au courant électrique.

Afin d'atteindre des puissances adaptées à une utilisation sur le réseau électrique, les batteries sont en réalité constituées de plusieurs cellules électrochimiques associées en série. On considère un système constitué d'un assemblage de 60 cellules identiques à celle étudiée précédemment.



Association en série de 60 cellules (1 V)
$U_{système} = 60$ V

Q.7. Déterminer le volume total de chaque électrolyte nécessaire au fonctionnement de ce système pendant 6,0 h.

Q.8. Parmi les nombreux avantages de ce type de batterie, figure sa capacité de stockage qui peut être facilement augmentée. Proposer une solution simple pour doubler la durée de fonctionnement du système étudié à puissance délivrée constante.

Pour se positionner sur le marché du stockage de l'énergie, les batteries à flux redox doivent atteindre une valeur minimale d'énergie volumique de l'ordre de 10 $W \cdot h \cdot L^{-1}$. Cette valeur correspond au quotient de l'énergie délivrée par le système (en W·h) par le volume total d'électrolytes (en L).

Q.9. Déterminer la puissance électrique du système.
En déduire l'énergie en W·h produite par le système lorsqu'il délivre du courant pendant 6,0 h.

Q.10. Déterminer si la batterie à flux redox étudiée peut se positionner sur le marché. Justifier.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac

Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer