

# Devoir du mercredi 7 janvier 2015

## Autonomie en énergie et en eau dans une navette spatiale

### Document 1 : la navette spatiale Atlantis

La navette possède trois modules de piles à combustible « Hydrox » (« hydrogène oxygène »). Chacun des modules comporte en effet 32 piles à combustible branchées en série appelées éléments, dans un bloc de 35,6 x 47,2 x 101,6 cm pesant 92 kg. La tension aux bornes de chacune de ces éléments est de 0,875 V et l'intensité du courant produit vaut en moyenne 280 A. Bien que performantes, ces piles sont extrêmement fragiles et puissantes. Elles sont fabriquées par Power System du groupe United Technologies. Un seul module Hydrox fonctionne à la fois dans la navette. Mais trois sont présents pour assurer la sécurité : lorsqu'un module est actif, un autre est en veille, prêt à prendre le relais afin qu'aucune interruption ne survienne dans l'alimentation au cas où.

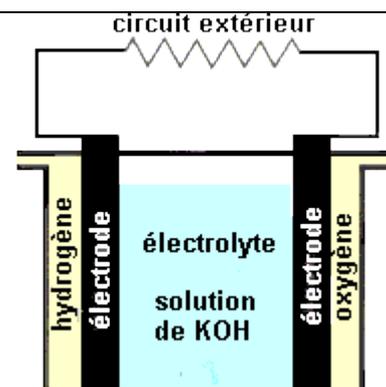
D'après le site [http://www.capcomespace.net/dossiers/espace\\_US/shuttle/index.htm](http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_US/shuttle/index.htm)



### Document 2 : fonctionnement d'une pile à combustible Hydrox et réservoir d'eau

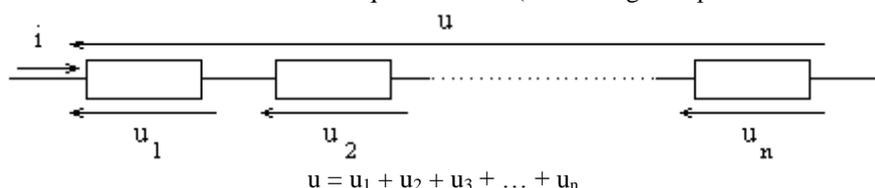
Les piles à combustible composant les modules de la navette Atlantis sont alimentées en dihydrogène à une électrode et en dioxygène à l'autre électrode. Leur électrolyte est constitué par une solution aqueuse concentrée d'hydroxyde de potassium ( $K^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$ ) basique. Les couples redox mis en jeu sont les suivants :  $H_{2O(l)}/H_{2(g)}$  et  $O_{2(g)}/H_2O(l)$ .

L'eau totale produite par la réaction lors du fonctionnement des piles est récupérée pour être consommée par les astronautes. Cela permet de minimiser les volumes d'eau potable à emporter dans l'espace.



### Document 3 : données électriques

- Lorsque plusieurs éléments (ou dipôles ici) sont placés en série, la tension totale obtenue aux bornes de la série, est égale à la somme des tensions aux bornes de chaque élément : (les rectangles représentent ici n'importe quel dipôle)



- L'énergie électrique  $\mathcal{E}$  délivrée par un module traversé par une intensité  $I$ , présentant une tension  $U$  à ses bornes, pendant la durée  $\Delta t$  vaut :

$$\mathcal{E} = U \times I \times \Delta t$$

avec  $U$  en V,  $I$  en A,  $\Delta t$  en s et  $\mathcal{E}$  en J.

- Un courant  $I$  (en A) correspond à une charge  $Q$  échangée (en C) par unité de temps  $\Delta t$  (en s).

### Document 4 : données chimiques et électrochimiques

La charge d'une mol de charges élémentaires, notée un Faraday vaut  $1 \mathcal{F} = N_A \times e = 96,5 \cdot 10^3 \text{ C} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

L'eau a pour masse molaire  $M(H_2O) = 18,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .

#### Problème scientifique

Un vol de 10 jours de la navette spatiale avec à son bord un équipage de 5 astronautes nécessite la production d'une énergie totale maximale de 5 GJ pour le fonctionnement autonome de la navette. Vérifier que l'utilisation d'un module comme décrit dans les documents permet de parer, ou non, aux besoins énergétiques de la navette et aux besoins en eau de l'équipage. Le candidat pourra introduire toute donnée supplémentaire qu'il jugera utile et n'oubliera pas de discuter des résultats obtenus.

Les qualités rédactionnelles, la clarté de l'expression et de la présentation des calculs, le regard critique des résultats rentreront pour une part très importante dans l'appréciation et la notation du devoir écrit.