EXERCICE III - Les « éponges » à hydrogène, une révolution ? (5 POINTS)



La société française McPhy développe une solution pour stocker du dihydrogène sous une « forme solide » dans une galette métallique (voir photo ci-contre). Jusqu'à présent le stockage du dihydrogène se faisait dans des bouteilles sous haute pression.

Les applications de cette nouvelle technique pourraient concerner le domaine des transports ; en effet, le dihydrogène peut être utilisé dans une pile à combustible servant à recharger des batteries, lesquelles alimentent un moteur électrique. Cette technique permet de s'affranchir des problèmes d'autonomie et/ou de poids liés aux batteries.

Par ailleurs, le stockage du dihydrogène dans une galette solide est facilité par l'adjonction de nanoparticules de vanadium. La restitution du gaz se fait ensuite lors d'une opération à basse pression.

D'après *http://www.stopaugazdeschiste07.org* et *http://www.cnetfrance.fr/*

Questions préliminaires

1. Écrire les demi-équations électroniques des réactions ayant lieu à l'anode et à la cathode de la pile à combustible PEFMC. En déduire l'équation de la réaction globale mise en jeu dans cette pile.

2. Les signes des pôles de la pile à combustible PEFMC indiqués sur le schéma du document 2 sont-ils corrects ? Justifier.

Problème

3. On dispose de galettes à base d'hydrure de magnésium. Combien faudrait-il prévoir de galettes de 760 g pour assurer une autonomie totale de 10 heures au véhicule prototype du document 2 ? Commenter le résultat obtenu et expliquer l'intérêt de ce type de stockage.

La démarche suivie et l'analyse critique du résultat sont évaluées et nécessitent d'être correctement présentées. Le candidat notera sur sa copie toutes ses pistes de recherche, même si elles n'ont pas abouti.

Données

Charge électrique échangée au cours de la réaction pendant la durée Δt :

$$Q = n(e^-) \times F = I \times \Delta t \text{ avec :}$$

- Q : charge électrique échangée en coulomb (C) ;
- $n(e^-)$: quantité d'électrons (en mol) échangée au cours de la réaction pendant la durée Δt en seconde ;
- $F = 9{,}65 \times 10^4$ C.mol^{-1} ;
- I : intensité (en A) du courant électrique supposée constante circulant dans le circuit extérieur de la pile.

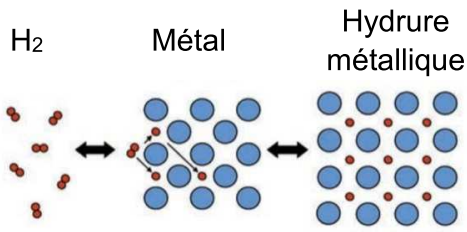
Couples d'oxydoréduction mis en jeu dans la pile PEFMC : $H^+_{(aq)}$ / $H_{2(g)}$; $O_{2\,(g)}$ / $H_2O_{(l)}$

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} : M(Mg) = 24,3 et M(H) = 1,0

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Document 1 : stocker l'hydrogène sous « forme solide »

À haute température et sous une pression de 5 à 10 bars, le métal absorbe le dihydrogène pour former un hydrure métallique.
En réduisant la pression, il y a désorption (libération) du dihydrogène et le métal revient à son état d'origine. On peut obtenir la désorption du dihydrogène en chauffant l'hydrure métallique.
L'hydrure de magnésium est particulièrement intéressant car le processus d'absorption-désorption est totalement réversible.



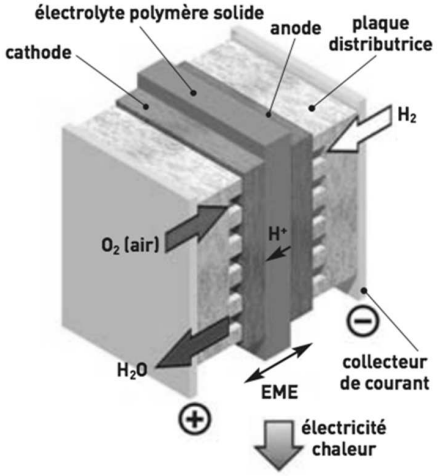
D'après http://www.cnrs.fr

Document 2 : utilisation d'une pile à combustible PEMFC

Les piles à combustible PEMFC connues en français sous le nom de *piles à combustible à membrane électrolyte polymère* sont un type de pile à combustible développé pour des applications dans les transports en remplacement du moteur thermique.
Au cours du fonctionnement de la pile, les gaz dioxygène et dihydrogène réagissent au niveau des électrodes et conduisent à la formation d'eau par le biais d'un échange de protons à travers un électrolyte polymère solide (membrane).

Une pile à combustible nécessite une pression d'alimentation en dihydrogène de 0,3 MPa.
On envisage d'alimenter cette pile à combustible en utilisant des galettes d'hydrure de magnésium dans un véhicule prototype.
Durant cette utilisation, pour alimenter le moteur du véhicule prototype, on peut considérer qu'un courant électrique d'intensité constante égale à 200 A circule dans le circuit extérieur de la pile.

Ci-contre : Schéma de principe de fonctionnement d'une pile à combustible (PEMFC).
EME désigne l'ensemble électrodes-membrane.



D'après http://www.futura-sciences.com et les clés du CEA n°50-51

Document 3 : évaluation expérimentale des performances de la galette d'hydrure de magnésium

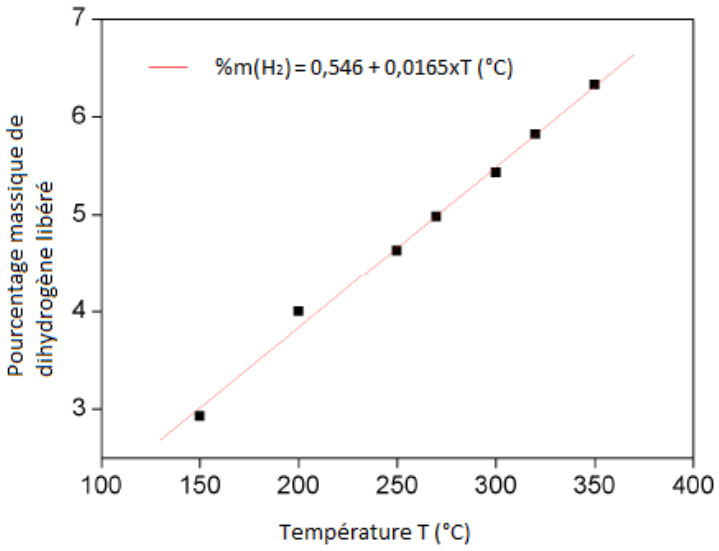
(D'après : Thèse d'Albin CHAISE : Étude expérimentale et numérique de réservoirs d'hydrure de magnésium)

Pour récupérer le dihydrogène, un étudiant a chauffé la galette d'hydrure de magnésium et mesuré le pourcentage massique de dihydrogène libéré.

Le pourcentage massique est défini par :

$$\%m(H_2) = \frac{m_{H_2\ libéré}}{m_{galette}} \times 100$$

Graphique 1 : libération du dihydrogène en fonction de la température

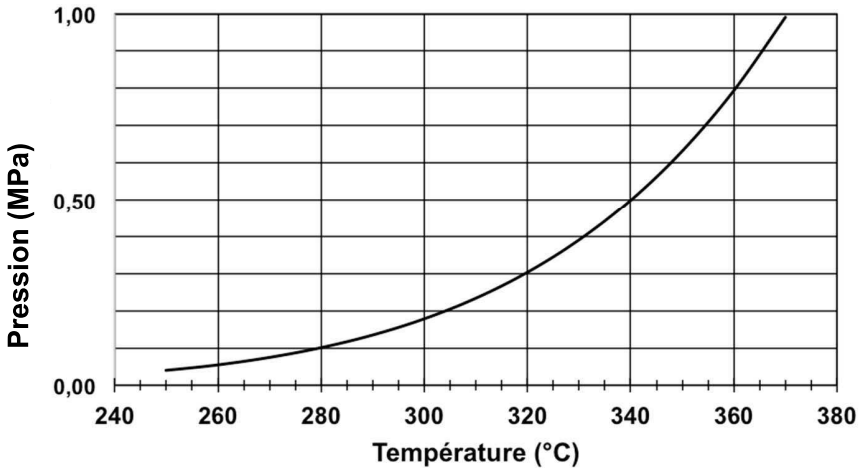


La libération du dihydrogène gazeux s'effectue en chauffant la galette d'hydrure métallique ; le gaz est émis à une pression donnée.

L'étudiant a étudié l'évolution de la pression du dihydrogène émis en fonction de la température.

Ci-contre est représentée l'évolution de la pression d'équilibre (pression de libération) du dihydrogène en fonction de la température.

Graphique 2 : diagramme d'équilibre *P* = f(*T*)



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 3 / 3
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer