**Expérimentations autour du rendement énergétique de l’électrolyse de l’eau**

La méthode actuellement la plus courante pour fabriquer du dihydrogène est le « vaporéformage du gaz naturel » : il s’agit de faire réagir du méthane et de la vapeur d’eau à haute température (900 °C) et sous haute pression (30 bar) selon les équations de réaction :

CH4 + H2O → CO + 3 H2 et CH4 + 2 H2O → CO2 + 4 H2

Dans le cadre d’une démarche compatible avec le développement durable, une entreprise cherche à fabriquer du dihydrogène par électrolyse.

Extrait du site de l’Association Française de l’Hydrogène ([www.afh2.org](http://www.afh2.org)) :

*L’électrolyse alcaline\* est le procédé le plus mature, employé en industrie. Les électrolyseurs se présentent en modules de petite ou moyenne capacité (0,5-800 m3/h d’hydrogène), utilisant une solution aqueuse d’hydroxyde de potassium ou potasse dont la concentration varie en fonction de la température (typiquement de 25 % en masse à 80 °C jusqu’à 40 % à 160 °C). La potasse est préférée à la soude, essentiellement pour des raisons de conductivité supérieure à niveau de température équivalent et de meilleur contrôle des impuretés chlorures et sulfates.*

*Les modules comprennent généralement : une alimentation électrique, les cellules d’électrolyse, une unité de purification de l’eau, une unité de déshumidification des gaz, une unité de purification de l’hydrogène, un compresseur et un système de contrôle. Certaines technologies d’électrolyseurs fonctionnent directement sous pression. Les modules de petite capacité opèrent typiquement de 3 à 30 bars.*

\* ici, « alcalin » = « basique »



*Électrolyseur alcalin de la marque ELT, 760 m3/h, 30 bars*

**Vous êtes chargé par Madame Cavendish, dirigeante de l’entreprise, des premiers tests de faisabilité de cette méthode, concernant en particulier son coût énergétique selon la concentration de la solution de potasse.**

**Vous comparerez cette énergie à l’enthalpie libérée par la combustion de l’hydrogène.**

Couples d’oxydoréduction éventuellement mis en jeu :

H2O (liq) / H2 (g) K+ (aq) / K (s) O2 (g) / H2O (liq)

Enthalpie molaire de combustion : Δcomb*H*°(H2, 298 K) = – 286 kJ.mol–1

Masses atomiques molaires : H : 1,0 g.mol–1 O : 16,0 g.mol–1

Constante des gaz parfaits : *R* = 8,31 J.K–1.mol–1

**Partie A : intérêt et modélisation**

**A.1.** Quels sont les avantages que l’on peut *a priori* envisager, dans le cadre du développement durable, à la fabrication du dihydrogène par électrolyse plutôt que par vaporéformage.

**A.2.** Que signifie « la potasse est préférée à la soude, essentiellement pour des raisons de conductivité supérieure à niveau de température équivalent » ? Comment peut-on prouver expérimentalement cette affirmation ? Que peut-on en déduire sur les caractéristiques comparées des ions présents dans les solutions de soude et de potasse ?

**A.3.** Dessiner le schéma de l’électrolyse de la solution de potasse en précisant le sens du courant et identifier les produits obtenus à chaque électrode lors de cette électrolyse, sachant qu’ils sont gazeux.

**A.4.** Proposer un protocole expérimental afin de conduire une électrolyse d’une solution de potasse, avec une intensité fixe et connue et en mesurant la tension entre les électrodes, et qui permette la récupération des produits (gazeux) obtenus. Identifier les consignes de sécurité à respecter.

***Appel n°1 :*** *appeler l’examinateur pour présenter et justifier oralement les réponses aux questions* ***A.1*** *à* ***A.3*** *et la proposition de protocole expérimental de la question* ***A.4****.*

***Consigne examinateur n°1 :*** *fournir un schéma du dispositif expérimental de l’électrolyse de la solution de potasse (électrolyseur avec tubes à dégagement ou éprouvettes, alimentation continue, multimètres) si le candidat ne le trouve pas.*

**Partie B : expérimentations**

**B.1.** Dans les conditions de température et de pression du laboratoire, réaliser l’électrolyse d’une solution de potasse de concentration 0,500 mol.L–1 avec une intensité fixe de 0,50 A pendant 5,0 min. Mesurer la tension au cours de l’électrolyse et les volumes de gaz dégagés.

Résultats :

**B.2.** On souhaite vérifier si la concentration de la solution de potasse a évolué au cours de l’électrolyse.

**B.2.1.** Proposer un protocole opératoire détaillé pour déterminer la concentration d’une solution de potasse.

***Appel n°2 :*** *appeler l’examinateur pour présenter et justifier oralement la proposition de protocole expérimental de la question* ***B.2.1****.*

***Consigne examinateur n°2 :*** *fournir un dispositif expérimental (titrage par l’acide chlorhydrique de la solution de potasse avant et après l’électrolyse) si le candidat ne le trouve pas.*

**B.2.2.** Mettre en œuvre ce protocole pour vérifier si la concentration de la solution de potasse a évolué au cours de l’électrolyse. Conclure.

***Appel n°3 :*** *appeler l’examinateur pour vérification et validation du montage correspondant à la question* ***B.2.2****.*

**B.3.** Calculer l’énergie nécessaire pour fabriquer 1 kg de dihydrogène selon le protocole mis en œuvre à la question **B.1**.

**B.4.**

**B.4.1.** Proposer un (des) protocole(s) détaillé(s) pour mettre en évidence l’influence de la concentration de la solution de potasse sur le coût énergétique de la fabrication de 1 kg de dihydrogène.

***Appel n°4 :*** *appeler l’examinateur pour présenter et justifier oralement la (les) proposition(s) de protocole(s) de la question* ***B.4.1****.*

***Consigne examinateur n°3 :*** *proposer l’électrolyse d’une solution de potasse diluée à la température du laboratoire, avec la même intensité, en comparant la tension et le volume de dihydrogène dégagé aux résultats du* ***B.1****.*

**B.4.2.** Mettre en œuvre ce(s) protocole(s).

***Appel n°5 :*** *appeler l’examinateur pour vérification et validation du (des) montage(s) correspondant à la question* ***B.4.2****.*

**B.5.** Conclure sur l’influence de la concentration en potasse sur le coût énergétique de la fabrication de 1 kg de dihydrogène selon vos résultats expérimentaux.

***Appel n°6 :*** *appeler l’examinateur pour présenter et justifier oralement vos conclusions.*

**B.6.** Rédiger un rapport destiné à Madame Cavendish résumant les expériences que vous avez mises en œuvre et vos conclusions.