

LA PRODUCTION DE DIHYDROGÈNE

Situation de départ



La voiture à hydrogène est-elle le véhicule propre de demain?

Et si le secteur automobile prenait le virage de l'hydrogène ? C'est en tout cas la voie sur laquelle Toyota s'est engagé. La Toyota Mirai, première voiture à pile à combustible (PAC) à hydrogène du groupe, une berline dont la commercialisation vient de débuter en Europe (en 2017 en France), est vendue comme l'« éco-voiture » idéale par le président de Toyota France.

Pascal Ruch, de passage à Strasbourg pour présenter le groupe automobile et ses nouveaux modèles, assure que « sur le plan environnemental, elle ne rejette que de l'eau ». Elle est équipée de deux réservoirs d'hydrogène (sous une pression de 700 bars) qui, au contact de l'oxygène, produit du courant électrique pour alimenter le moteur.

« Il n'y a aucune contrainte en termes d'utilisation, avec son autonomie de 500 km, son temps de recharge de trois minutes et sa conduite agréable. En plus, techniquement, on sait le faire puisqu'on en fabrique des petites séries depuis 2015. Ce qui nous fait penser qu'elle a un avenir extrêmement intéressant », poursuit celui qui tient à rappeler que Toyota a toujours eu pour ambition de tendre vers la mobilité durable : « L'hybride est la pierre angulaire de notre réflexion. C'est la technologie d'aujourd'hui et des dix ans à venir. Mais il y a d'autres technologies : le tout électrique dans un cadre urbain et le véhicule à PAC hydrogène qui présente beaucoup d'avantages ».

La voiture à hydrogène tiendrait donc presque de la solution miracle. Mais à l'association Agir pour l'Environnement « on a quelques réserves », souligne son délégué général Stephen Kerckhove. « En fait, on pense la même chose que pour les voitures électriques... La question n'est pas seulement de trouver une nouvelle motorisation mais aussi de voir comment fabriquer son carburant. Il faut se demander comment est produit l'hydrogène. Si on a besoin du charbon ou du nucléaire pour le produire, cela reporte la pollution. »

Source : <http://www.20minutes.fr/>

Vidéo

<https://www.youtube.com/watch?v=xEU8-MFJUo>

Aujourd'hui, 95 % de l'hydrogène est fabriqué à partir de sources d'énergies fossiles (gaz naturel, pétrole) et de bois. Il existe actuellement trois types de procédés de production :

- Le procédé le plus courant de fabrication de l'hydrogène est le reformage (conversion de molécules à l'aide de réactions chimiques) du gaz naturel par de la vapeur d'eau surchauffée. On parle alors de vaporeformage.
- Un autre procédé est la gazéification du charbon de bois, composé principalement de carbone et d'eau.
- L'hydrogène peut aussi être fabriqué à partir de l'électricité, par l'électrolyse de l'eau.

Cette dernière méthode est très loin d'avoir la compétitivité économique de la production à partir des sources fossiles. L'hydrogène produit aujourd'hui par vaporeformage du méthane coûte environ 1,5 €/kg d'H₂ à la sortie de l'usine (hors coût de distribution), un prix de revient qui est d'ailleurs le triple de celui du gaz naturel. L'hydrogène issue de l'électrolyse revient aujourd'hui à un coût environ 4 fois supérieur, sans compter l'impact du prix de l'électricité.

La technique par électrolyse ne représente aujourd'hui en France que 1 % de l'hydrogène produit. Mais le développement des nouveaux usages de l'hydrogène-énergie, qui nécessitent un hydrogène plus pur, ouvre de vastes perspectives à cette technique. Des recherches sont menées pour diminuer le coût de production, notamment en recourant à une électrolyse à haute température (EHT), entre 700 et 800 °C.

Source : <http://www.planete-energies.com>



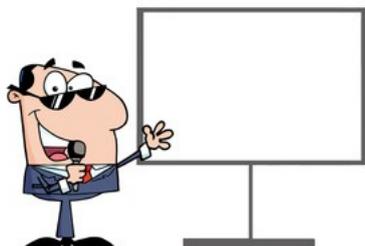
Problème

(analyser, réaliser, valider, communiquer)



A l'aide de vos connaissances, des documents suivants, des réponses à l'étude préliminaire et du matériel disponible :

- réaliser l'électrolyse de l'eau et identifier à quelle électrode de l'électrolyseur se forme le dihydrogène ;
- déterminer, le coût de production d'un kilogramme de dihydrogène par électrolyse au laboratoire.



L'ensemble de votre démarche et de vos résultats seront détaillés dans un **compte rendu numérique** de votre choix dont la forme devra être exploitable lors d'une **présentation orale**.

Etude préliminaire

(s'approprier, analyser)



1. Ecrire les équations de demi-réactions d'oxydoréduction ayant lieu à l'anode et à la cathode de l'électrolyseur.
2. En déduire l'équation de la réaction d'électrolyse de l'eau.

Documents

(s'approprier)



Doc.1 : Electrolyse de l'eau

L'électrolyse de l'eau est un procédé électrolytique qui décompose l'eau en dioxygène et dihydrogène gazeux avec l'aide d'un courant électrique. La cellule électrolytique est constituée de deux électrodes (anode et cathode), habituellement en métal inerte comme le platine, immergées dans un électrolyte (ici l'eau elle-même ou une solution ionique) et connectées aux pôles opposés de la source de courant continu.

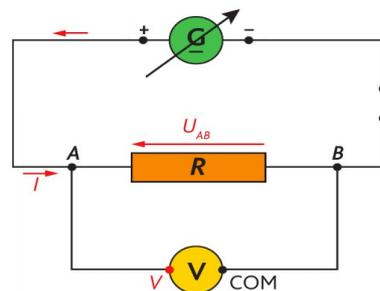
A l'anode (oxydation de l'eau), il se forme du dioxygène $O_2(g)$. A la cathode (réduction de l'eau) des ions $H^+(aq)$ se recombinent en dihydrogène $H_2(g)$.

Doc.2 : Matériel disponible

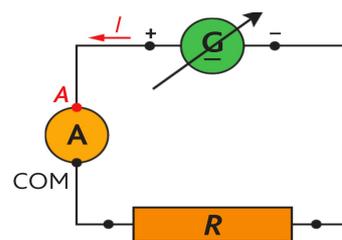
- 1 électrolyseur
- 1 générateur de tension réglable (0V – 15V)
- 2 multimètres
- 5 fils de connexion
- 1 solution électrolytique de sulfate de sodium à $0,5 \text{ mol.L}^{-1}$
- 1 bécher (250 mL)
- 1 éprouvette graduée (25 mL)
- 2 tubes à essais + bouchons sur support
- 1 thermomètre
- 1 baromètre
- allumettes
- petits morceaux de papier filtre
- gants et lunettes de protection

Doc.3 : Branchement d'un voltmètre et d'un ampèremètre

La tension aux bornes d'un dipôle se mesure avec un **voltmètre branché en dérivation** aux bornes de ce dipôle.



L'intensité du courant qui traverse un dipôle se mesure avec un **ampèremètre branché en série** avec ce dipôle.



Doc.4 : Energie électrique

L'énergie électrique consommée par un récepteur est donnée par la relation :

$$W_{\text{él}} = U.I.\Delta t$$

Avec :

- $W_{\text{él}}$ l'énergie électrique consommée par le récepteur en J ;
- U la tension aux bornes du récepteur en V ;
- I l'intensité du courant électrique circulant dans le récepteur en A ;
- Δt la durée de fonctionnement du récepteur en s

Tarification :

A l'heure actuelle le kW.h d'électricité est facturé 14 centimes d'euros par les différents fournisseurs d'énergie.

$$1 \text{ W.h} = 3600 \text{ J}$$