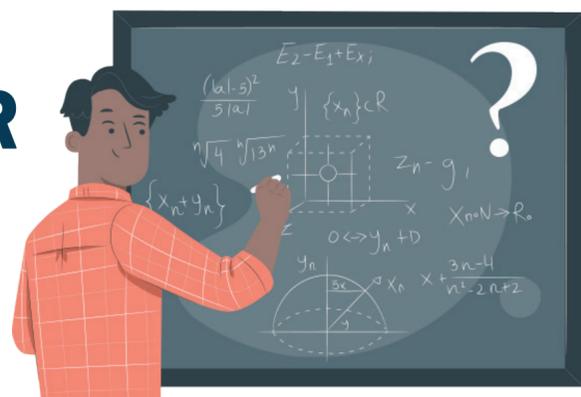


# L'ÉLECTROLYSEUR

d'Energy Observer



## LA COMBUSTION DU DIHYDROGÈNE

### 1 - ÉNERGIE CHIMIQUE

L'eau  $H_2O$  est une molécule caractérisée par deux liaisons entre un atome d'oxygène et deux atomes d'hydrogène H-O-H. Ces liaisons possèdent de l'énergie appelée énergie chimique.

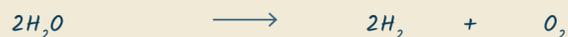
### 2 - TRANSFORMER L'EAU PAR ÉLECTROLYSE

#### A. ÉQUATION DE LA RÉACTION

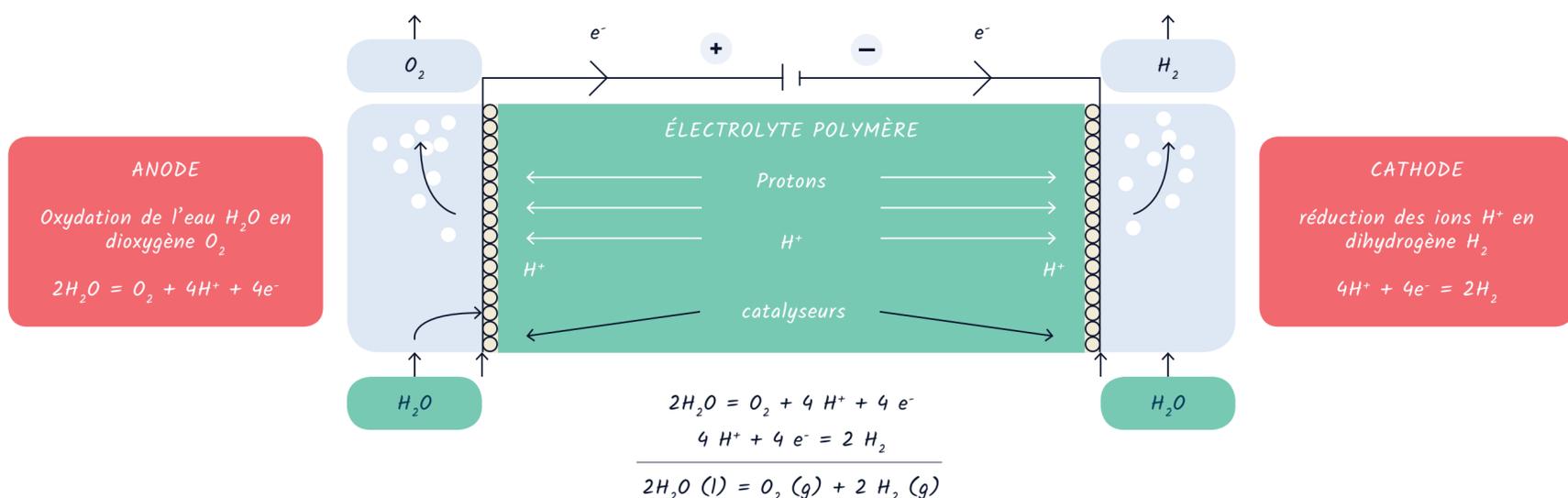
Pour rompre (casser) ces liaisons, il faut fournir de l'énergie. Cette énergie peut être de différente nature : thermique (chaleur), cinétique (vitesse), électrique (transferts d'électrons)...

Lorsqu'un apport d'électrons fournis par un générateur électrique conduit à la rupture des deux liaisons O-H dans la molécule d'eau H-O-H, on parle d'une rupture (lyse : du grec casser) par l'électricité, d'où le nom d'électrolyse.

L'énergie électrique va permettre de casser les liaisons O-H des molécules d'eau. Les atomes d'oxygène et d'hydrogène vont ensuite se recombiner pour former du dihydrogène  $H_2$  et du dioxygène  $O_2$ . On va ainsi récupérer de l'énergie chimique.



#### B. SCHÉMA DE L'ÉLECTROLYSEUR

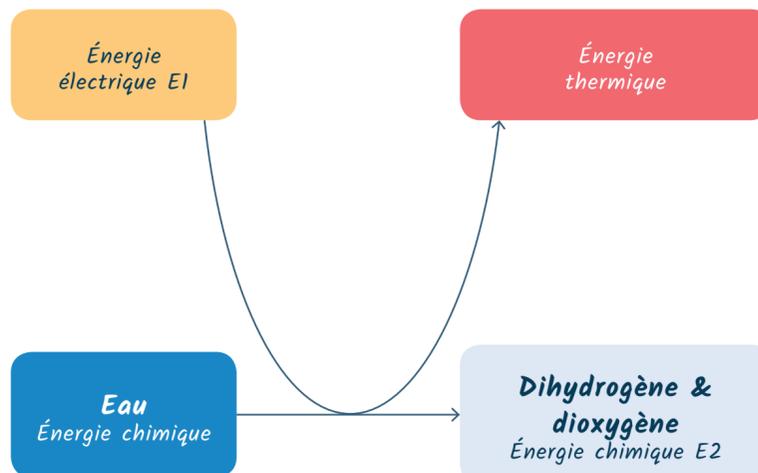


## 1 - ÉNERGIE CHIMIQUE

La molécule de dihydrogène  $H_2$  possède de l'énergie chimique contenue dans la liaison H-H. Il en est de même de la liaison O=O de la molécule de dioxygène  $O_2$ .

Ainsi on peut dire que l'énergie électrique a permis de recombinaison les atomes contenus dans la molécule d'eau  $H_2O$  en dihydrogène  $H_2$  et en dioxygène  $O_2$ .

Liaison	Énergie de dissociation d'une liaison (kJ/mol)
H-H	436
O-H	460
O=O	497



$$R = \frac{E2}{E1} \times 100$$

## 2. RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Le rendement énergétique d'une électrolyse correspond au rapport de l'énergie chimique récupérée sur l'énergie électrique apportée par le générateur.

# ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET PERFORMANCES

## 1 - ÉNERGIE CHIMIQUE DE L'EAU

**À l'heure actuelle, 95 % de l'hydrogène produit dans le monde est d'origine fossile, obtenu à partir du procédé de reformage du méthane, le composant principal du gaz naturel. Pour permettre le déploiement à grande échelle d'un « hydrogène vert », l'électrolyse à partir d'une source d'énergie renouvelable fait partie des voies d'avenir de la filière.**

L'électrolyse permet de décomposer à l'aide d'un courant électrique des molécules d'eau ( $H_2O$ ) en dihydrogène ( $H_2$ ) et dioxygène ( $O_2$ ) gazeux. Plus précisément, l'eau est injectée au niveau de l'électrode positive (anode) où elle est d'abord décomposée en oxygène, en ions  $H^+$  et en électrons. Les ions  $H^+$  migrent ensuite vers l'électrode négative (cathode) où ils se recombinaison avec des électrons pour former du dihydrogène. La membrane sert à laisser migrer les protons tout en bloquant les électrons pour faire circuler ces derniers jusqu'à l'anode.

Les électrolyseurs étant généralement des dispositifs volumineux, les ingénieurs du CEA-Liten ont dû compacter celui d'Energy Observer grâce à un remontage spécifique d'un appareil standard de la société Proton Onsite et en mutualisant des organes avec ceux de la pile à combustible. L'appareil est capable de produire  $4 \text{ Nm}^3/\text{h}$  d'hydrogène pur, et consomme  $3,66 \text{ L}$  d'eau déionisée par heure pour produire cette quantité d'hydrogène.

## 2. RENDEMENT

Au total sur l'année 2018, l'électrolyseur aura fonctionné 1469 heures pour produire un total de 488 kg d'hydrogène, avec un rendement de 42 %.

Les ingénieurs n'ont constaté aucune dégradation liée au milieu marin ni de vieillissement prématuré. Une petite perte de rendement a été constatée en raison de l'usure normale des colonnes asséchantes (-3 %) mais elles seront remplacées cet hiver ce qui va permettre de récupérer ces points de rendement pour l'an prochain.

Ce type d'électrolyseur PEM a une durée de vie de plusieurs milliers d'heures, mais celui d'Energy Observer travaille dans un milieu hostile, humide et salin, et son cycle de vie est observé avec attention.



## ENERGY OBSERVER : UN MODÈLE PÉDAGOGIQUE

### 1. PROJETS PÉDAGOGIQUES

Nous vous proposons de mener un projet en équipe avec l'aide de votre professeur(e). La restitution prendra la forme de votre choix (cahier de laboratoire, diaporama, photos, vidéos ...) et sera valorisée lors de la semaine du développement durable par Energy Observer et Universcience.

Existe-t-il des électrolyseurs autour de chez vous ou de votre lycée ? Quelle est leur utilisation ? Quelles sont les réactions qui ont lieu aux électrodes ?

Pouvez-vous réaliser l'électrolyse de l'eau au laboratoire de votre lycée avec votre professeur(e) ? Comment caractériser les gaz formés ? Quel est le rendement de votre électrolyseur (comparer vos résultats expérimentaux avec ceux d'Energy Observer)

En quoi l'électrolyse de l'eau pour former du dihydrogène est-elle une solution d'avenir pour limiter les rejets de gaz à effets de serre ?

### 2. PROGRAMMES DES BULLETINS OFFICIELS BO DE L'ÉDUCATION NATIONALE

- Programme physique chimie seconde [http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634\\_annexe\\_1062989.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/98/9/spe634_annexe_1062989.pdf)
- Programme physique chimie première STL SPCL [http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/86/4/spe645\\_annexe3\\_22-1\\_1063864.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/86/4/spe645_annexe3_22-1_1063864.pdf)  
[http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/86/6/spe645\\_annexe4\\_22-1\\_1063866.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/86/6/spe645_annexe4_22-1_1063866.pdf)
- Programme physique chimie première ST2S [http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/55/3/spe642\\_annexe2\\_1063553.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/55/3/spe642_annexe2_1063553.pdf)
- Programme physique chimie première STI2D [http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/85/6/spe591\\_annexe2\\_22-1\\_1063856.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/85/6/spe591_annexe2_22-1_1063856.pdf)
- Programme physique chimie première STI2A [http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/62/0/spe643\\_annexe3\\_1063620.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/62/0/spe643_annexe3_1063620.pdf)
- Programme physique chimie première générale [http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/43/2/spe635\\_annexe\\_1063432.pdf](http://cache.media.education.gouv.fr/file/SP1-MEN-22-1-2019/43/2/spe635_annexe_1063432.pdf)
- Programme physique chimie terminale générale [https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8\\_MENJ\\_25\\_7\\_2019/92/9/spe249\\_annexe\\_1158929.pdf](https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/92/9/spe249_annexe_1158929.pdf)

Niveau	Contenus	Capacités	Compétences
Seconde			
1 <sup>ère</sup> technologique			
1 <sup>ère</sup> générale			
Terminale			

### 3. RESSOURCES SUR L'EAU

→ L'eau dans les programmes  
<http://www4.ac-nancy-metz.fr/eedd88/wp-content/uploads/Eau.pdf>

[http://grainelr.org/sites/default/files/2017\\_programme\\_eau.pdf](http://grainelr.org/sites/default/files/2017_programme_eau.pdf)

→ Electrolyse de l'eau

<https://www.edumedia-sciences.com/fr/media/713-electrolyse-de-leau>

→ Production d'hydrogène par électrolyse

<https://www.afhypac.org/documents/tout-savoir/Fiche%203.2.1%20-%20Electrolyse%20de%20l%27eau%20rev%20Sept.%202019-2%20ThA.pdf>

→ Electrolyse de l'eau et pile à hydrogène

<http://www.mediachimie.org/sites/default/files/FR-pile-images.pdf>

