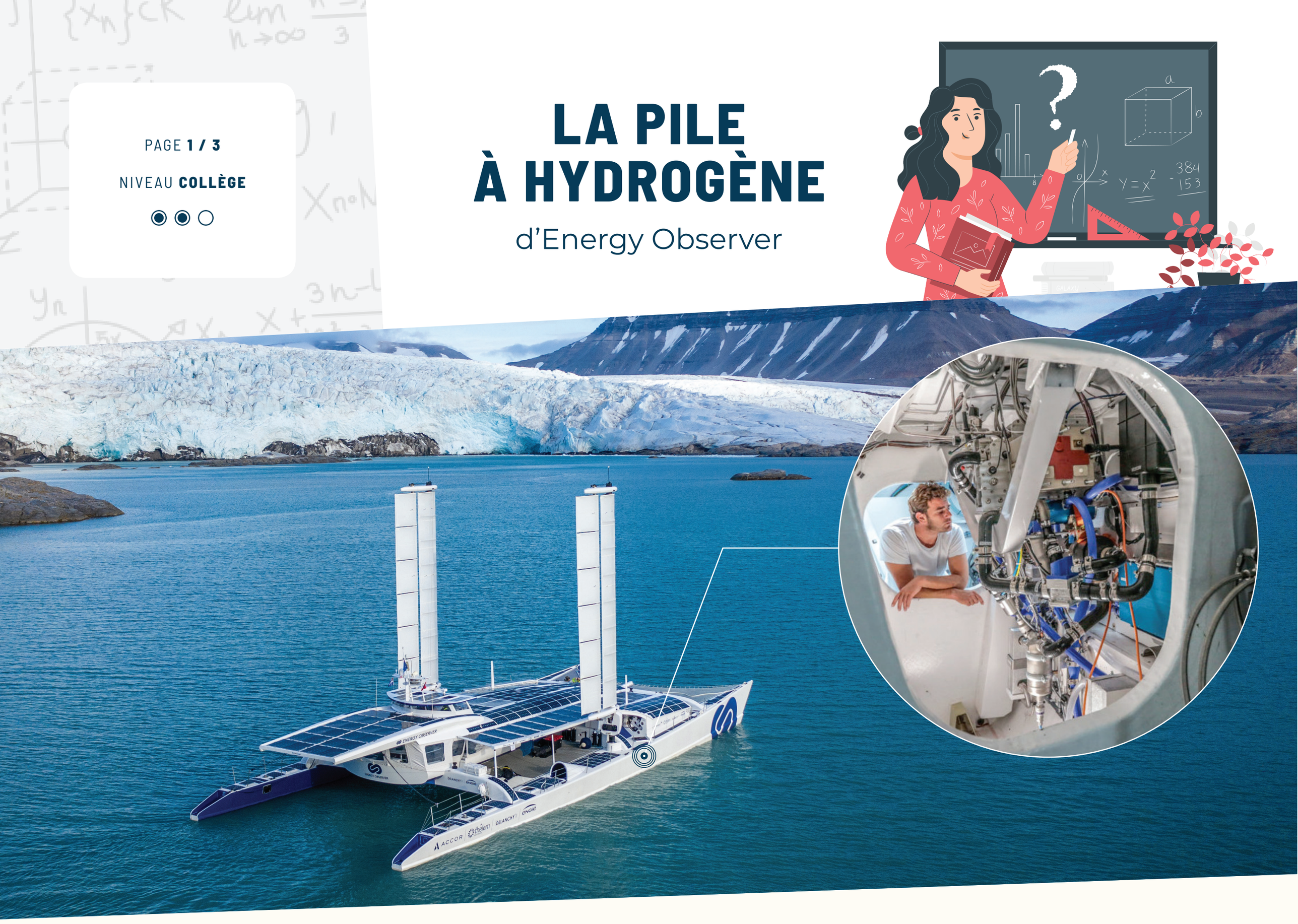
# LA PILE À HYDROGÈNE

## d'Energy Observer



## LA COMBUSTION DU DIHYDROGÈNE

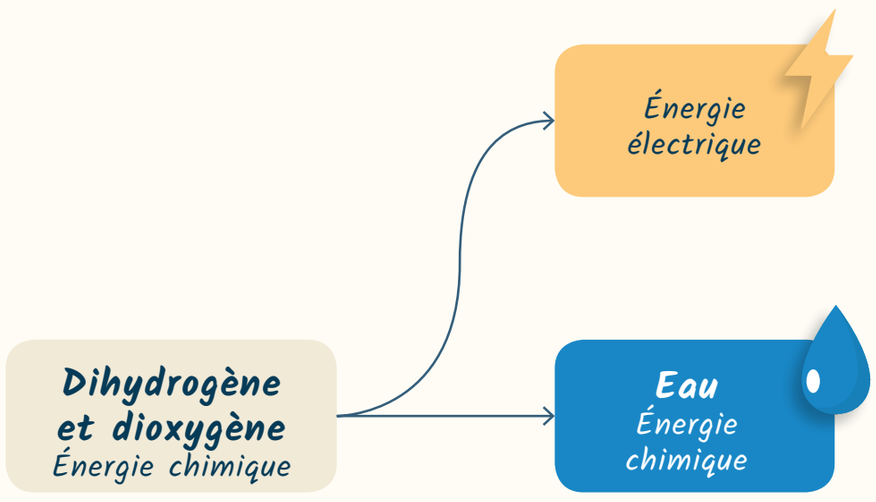
### 1 · ÉNERGIE CHIMIQUE

Le dioxygène $O_2$ et le dihydrogène $H_2$ sont constitués de liaisons O=O et H-H.
Ces liaisons possèdent de l'énergie appelée énergie chimique.

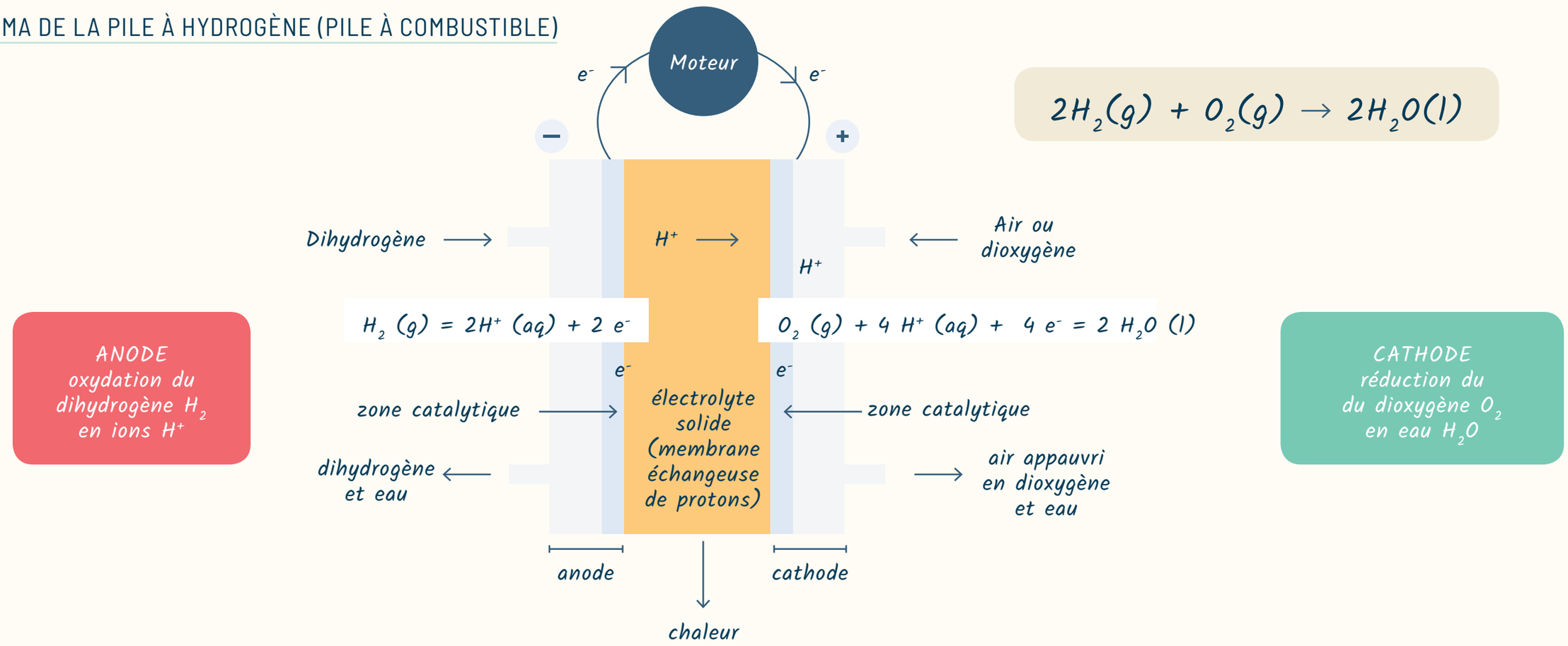
### 2 · FABRIQUER DE L'EAU

#### A. ÉQUATION DE LA RÉACTION

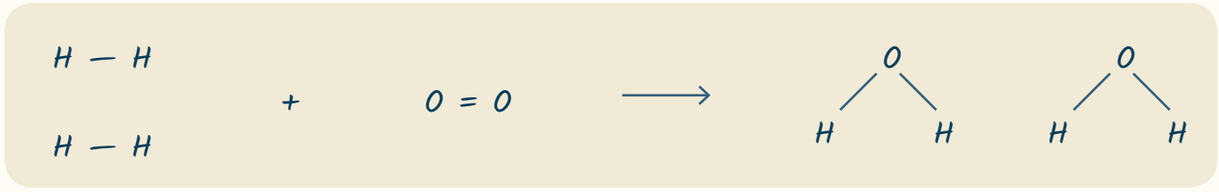
Le dioxygène et le dihydrogène réagissent spontanément sans apport d'énergie. Le dioxygène est un oxydant dans le couple redox $O_2$ / $H_2O$ ; le dihydrogène est un réducteur dans le couple redox $H_2O$ / $H_2$. La réaction d'oxydo-réduction entre le dioxygène et le dihydrogène gazeux est appelée combustion du dihydrogène. Le dihydrogène est donc le combustible dans cette réaction : la pile à hydrogène est souvent appelée pile à combustible.




#### B. SCHÉMA DE LA PILE À HYDROGÈNE (PILE À COMBUSTIBLE)




$$2H_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2H_2O(l)$$




Energy Observer Foundation

universcience
cité sciences et industrie
Palais découverte
leblob.fr

Département Éducation & Formation

Freddy Minc, Professeur relais d'Universcience, agrégé de physique-chimie.

### 1 · ÉNERGIE CHIMIQUE

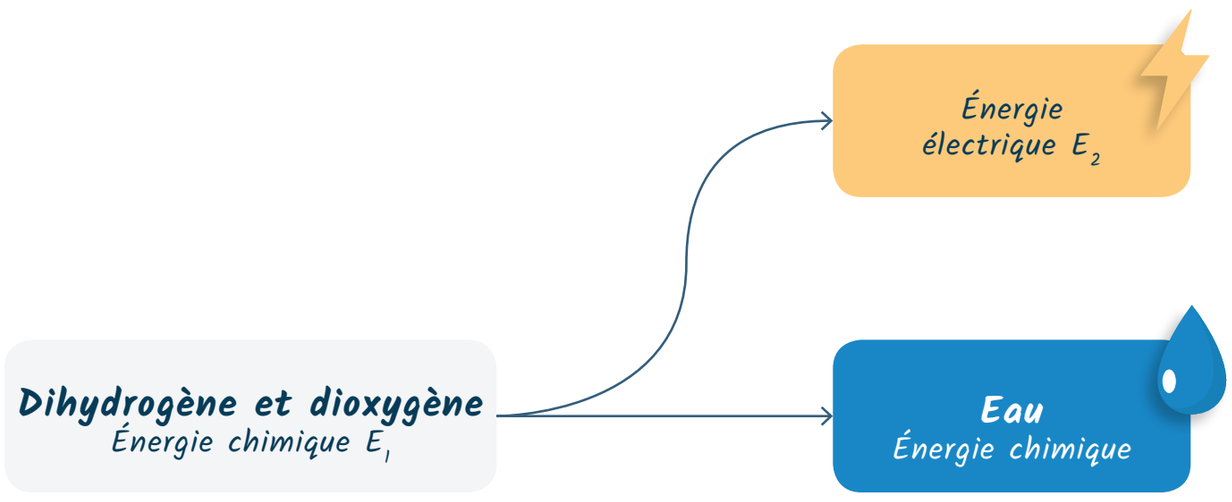
La molécule de dihydrogène $H_2$ possède de l'énergie chimique contenue dans la liaison H-H. Il en est de même de la liaison O=O de la molécule de dioxygène $O_2$.

Ainsi on peut dire que la recombinaison des atomes d'oxygène et d'hydrogène contenus dans les molécules de dioxygène $O_2$ en dihydrogène $H_2$ a conduit à synthétiser de l'eau $H_2O$ et à libérer de l'énergie électrique.

### 2. RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE

Le rendement énergétique R d'une pile à hydrogène (pile à combustible) correspond au rapport de l'énergie électrique récupérée sur l'énergie chimique apportée par le dihydrogène.

| Liaison | Énergie de dissociation d'une liaison (kJ/mol) |
|---|---|
| H-H | 435 |
| O-H | 460 |
| O=O | 497 |




$$R = \frac{E_2}{E_1} \times 100$$

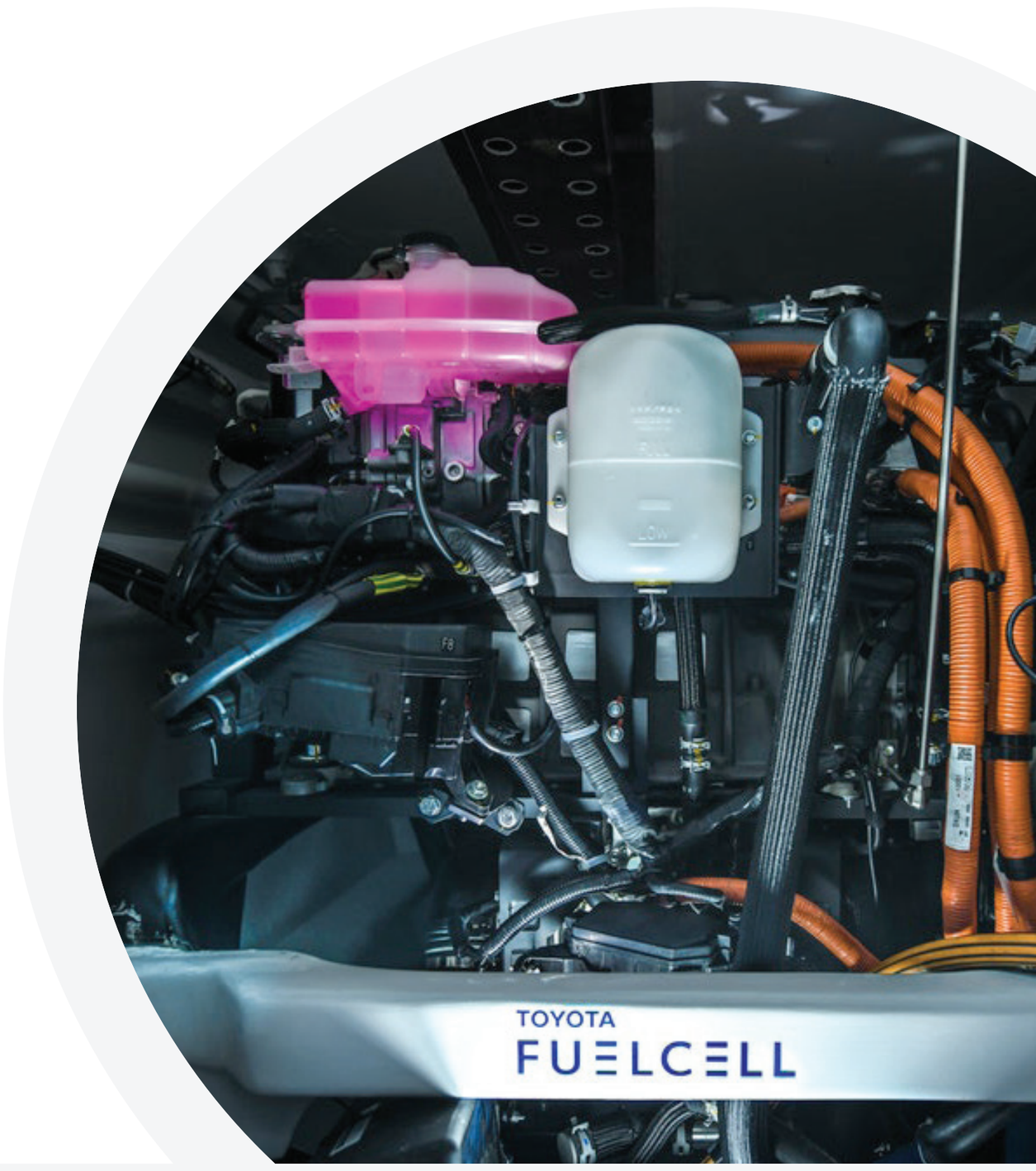
## ÉVOLUTIONS TECHNOLOGIQUES ET PERFORMANCES

Toyota a développé une pile à combustible conçue spécialement pour Energy Observer, le premier navire hydrogène.

En France, la première pile à combustible "marine" fonctionnant à l'hydrogène a été installée à bord d'Energy Observer courant 2017, pour une première série d'escales en France puis en Europe qui a conduit le premier navire autonome jusqu'au cercle arctique en 2019. Au cours de ce premier périple, Energy Observer était doté d'une pile à combustible conçue en collaboration avec le CEA, qui développe une puissance de 30 kW. Bien qu'elle soit toujours à bord et ait rempli son rôle à merveille pendant ces deux premières années, les besoins énergétiques du navire sont allés en grandissant, à mesure que de nouvelles technologies étaient installées pour y être testées et que les périodes de navigation augmentaient.

C'est ce constat, combiné aux opportunités offertes par les capacités de nouvelles piles Toyota, plus puissantes, plus légères et plus compactes, qui ont conduit l'équipe d'Energy Observer à proposer au constructeur japonais de se prendre au jeu de l'autonomie énergétique en mer. En travaillant avec les ingénieurs d'EODev, filiale industrielle d'Energy Observer, ils ont ainsi pu donner naissance au $REXH_2$®, (Range EXtender Hydrogène), dont le but est d'augmenter l'autonomie énergétique d'un navire, que son utilisation soit destinée à la propulsion, aux systèmes de bord ou au deux.

Le premier $REXH_2$®, en version expérimentale, a passé de long mois sur les bancs d'essai de Toyota en Belgique, avant de pouvoir être enfin installé à bord d'Energy Observer.



# 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 piles à combustible autour de chez vous ou de votre collège ? Quelle est leur utilisation ?**

**Pouvez-vous fabriquer une pile à hydrogène au laboratoire de votre collège avec votre professeur(e) ? Comment caractériser le produit formé ? Est-il nocif pour l'environnement ? Quel est le rendement de votre pile à hydrogène (comparer vos résultats expérimentaux avec ceux d'Energy Observer)**

**Existe-t-il un lien entre la combustion du dihydrogène (pile à hydrogène) et l'électrolyse de l'eau (électrolyseur) ?**

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

→ Programme cycle 3 *https://eduscol.education.fr/87/j-enseigne-au-cycle-3*

→ Programme cycle 4 *https://eduscol.education.fr/296/physique-chimie-cycle-4*

| Niveau | Contenus | Capacités | Compétences |
|---|---|---|---|
| Cycle 3 | | | |
| Cycle 4 | | | |

## 3. RESSOURCES SUR LA PILE À HYDROGÈNE

→ Électrolyse de l'eau et pile à hydrogène
*http://www.mediachimie.org/sites/default/files/FR-pile-images.pdf*

→ Moteur à hydrogène
*https://www.youtube.com/watch?v=UBRtY3grlM0*

→ Voiture à hydrogène
*https://www.h2-mobile.fr/dossiers/fonctionnement-voiture-hydrogene-comment-ca-marche/*

→ Hydrogène vert
*https://www.mediachimie.org/actualite/qu'est-ce-que-l'hydrogène-«-vert-»*

→ Pile à combustible
*https://www.mediachimie.org/ressource/fonctionnement-de-la-pile-à-combustible*

→ Pile à combustible, un convertisseur d'énergie d'avenir
*https://www.mediachimie.org/ressource/la-pile-à-combustible-un-convertisseur-d'énergie-d'avenir*

Département Éducation & Formation

Freddy Minc, Professeur relais d'Universcience, agrégé de physique-chimie.