

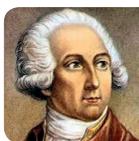


H₂O ou comment la synthèse de l'eau conduit à la pile à hydrogène ?

Mediachimie
Donner matière à l'avenir



L'Histoire industrielle



1781

A.L. de Lavoisier



1808

Sir H. Davy



1839

F.C. Schönbein



1840

W. Grove



1939

F.T. Bacon

La formation de l'eau dans notre galaxie daterait de plusieurs milliards d'années. Après la formation du Soleil, le gaz résiduel poussé par le vent solaire se refroidit et se condense pour former des planètes gazeuses constituées au départ d'hydrogène H, d'hélium He, d'ammoniac NH₃, de méthane CH₄ et d'eau H₂O.

Après refroidissement plus important durant plusieurs centaines de millions d'années, la Terre possède à sa surface de l'eau liquide. Quatre milliards d'années avant notre ère, quelques mers apparaissent surmontées d'une atmosphère dominée par le dioxyde de carbone CO₂. C'est dans cette eau liquide à des températures comprises entre 50 et 80 °C que se développent les « algues bleues », première manifestation du passage de la matière à la vie. Ces algues absorbent le CO₂ et dégagent de l'oxygène O₂. Dans les processus de génération terrestre, l'eau joue un rôle majeur : vecteur de chaleur, solvant magique, sa vapeur est le gaz primordial de l'effet de serre qui permet une température moyenne sur Terre de 15 °C et se présente comme le constituant essentiel des cellules vivantes.

Quelques milliards d'années plus tard, très exactement le 25 juin 1783, un chimiste français Antoine Laurent de Lavoisier brûle ensemble deux « parties d'air enflammées » (H₂) et une « partie d'air vital » (O₂) et recueille quantitativement de l'eau. Il réalise ainsi la réaction :



Il renouvelle l'expérience devant plus de 30 savants français et étrangers et une délégation de la Royal Society anglaise.

Avec l'aide de son épouse Marie Anne qui a appris l'anglais pour communiquer avec H. Cavendish, J. Priestley et J. Warltire, Lavoisier consigne tous les résultats sur cette découverte et les propriétés de l'hydrogène et de l'oxygène.

Il ne faudra que 20 ans, pour qu'en 1802 F.C. Schönbein puis Sir H. Davy en 1838 découvrent le principe de la décomposition de l'eau par électrolyse et surtout s'aperçoivent, qu'à l'arrêt de l'électrolyse, un courant inverse apparaît. C'est en 1839 que Sir W. Grove construit la première pile en injectant l'hydrogène à l'anode et l'oxygène à la cathode et recueille un courant électrique.

Cette découverte passe presque inaperçue jusqu'en 1939 où F.T. Bacon construit une vraie pile de 1 kW produisant un courant appréciable. Pourtant, les dynamos et alternateurs fournissant bien plus de puissance, la pile à hydrogène tombe dans l'oubli.

Il faudra attendre 1960 pour la redécouvrir grâce à la NASA. La capsule Gemini, équipée d'une pile à hydrogène, fournissait le courant électrique à l'engin spatial et l'eau que buvaient les astronautes.

Comment fonctionne la pile à hydrogène ?

Le compartiment anodique est alimenté par l'hydrogène gazeux et il s'y réalise la ½ réaction d'oxydation $\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{H}^+ + 2 \text{électrons}$ qui partent dans le conducteur extérieur. Au compartiment cathodique alimenté par l'oxygène (ou l'air), il se produit la ½ réaction de réduction $\frac{1}{2} \text{O}_2 + 2 \text{H}^+ + 2 \text{électrons} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$.

La réaction globale qui s'effectue dans cette pile est donc :



Au centre l'électrolyte est constitué d'une membrane poreuse en Nafion[®] (polymère perfluoré très résistant à ce milieu) qui laisse passer les ions H⁺. Tout ceci se passe grâce à la présence d'une fine couche de platine déposée sur les électrodes qui joue le rôle de catalyseur.

La pile à hydrogène peut servir pour le stockage de l'énergie pour les fermes éoliennes ou solaires. Des automobiles électriques fonctionnant avec le courant fourni par une pile à hydrogène commencent à être commercialisées. Lorsqu'elles fonctionnent, elles ne polluent pas. Elles sont chères car le polymère Nafion et le platine du catalyseur sont très coûteux. Il reste aussi à produire l'hydrogène en quantité suffisante à partir de procédés ou de ressources non polluantes.

L'anecdote



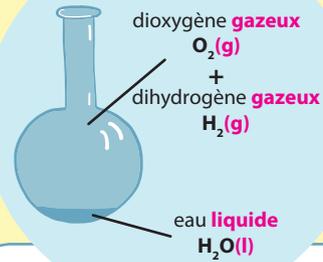
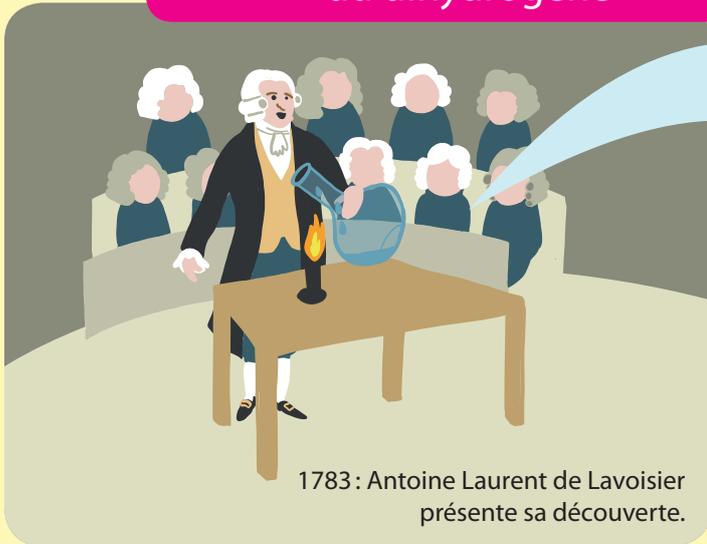
Antoine Laurent de Lavoisier

Antoine Laurent de Lavoisier est fermier général et régisseur de poudres dès 1770. Il épouse Marie Anne en 1771. Ils vivent dans un très bel appartement au Petit Arsenal. Lavoisier y fait aménager son laboratoire dans les combles. Levé tôt et couché tard, tous les soirs et les samedis sont consacrés aux expériences. Il publie en 1789 son *Traité élémentaire de chimie* qui est le premier ouvrage de chimie moderne connu internationalement. Hélas il est guillotiné en mai 1794, le président du tribunal révolutionnaire prononçant « la République n'a pas besoin de savants ni de chimistes ».

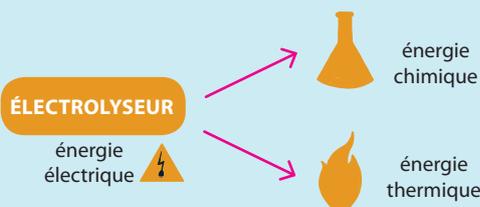
Un de ses disciples, P.S. Du Pont de Nemours, amoureux de Marie Anne, propose à la veuve le mariage qu'elle refuse et en 1799 Du Pont de Nemours part aux États-Unis où son fils fondera la très grande société chimique qui porte son nom.

LA PILE À HYDROGÈNE

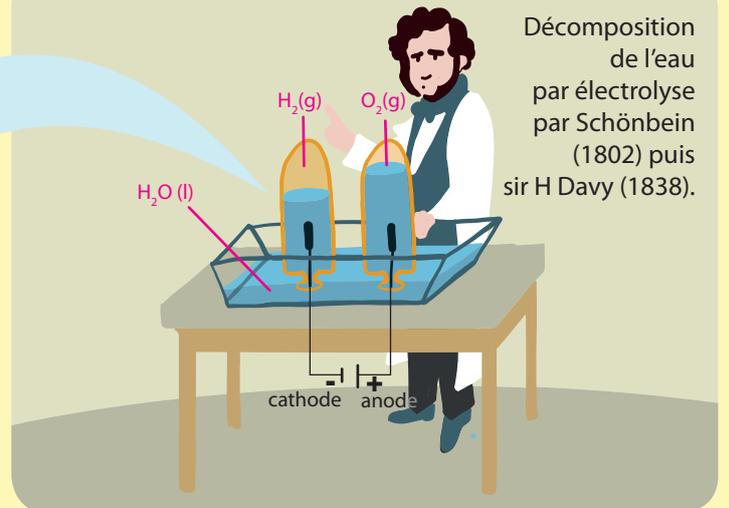
XVIII^e siècle : La combustion du dihydrogène



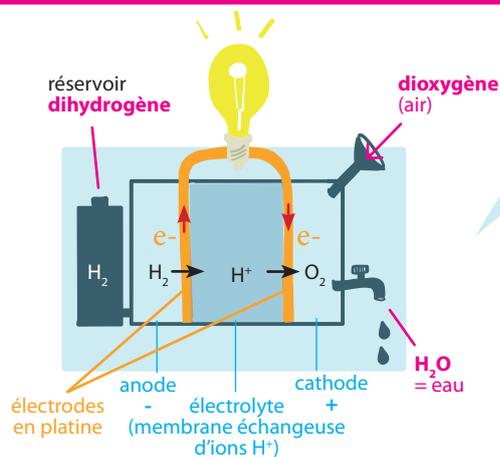
XIX^e siècle : L'électrolyse de l'eau



Le principe de l'électrolyse



XIX^e et XX^e siècles : La pile à hydrogène



La pile à hydrogène



Le principe de la pile