

Énergie du futur :Hydrogène

Chimiquement, l'hydrogène est un gaz de symbole H. C'est un élément abondant dans l'univers. C'est hydrogène combinant avec l'oxygène pour donner l'eau sous la formule H_2O , un bien précieux de la vie.

L'hydrogène est présent partout autour de nous et représente 70% de la matière dans l'univers. Présent en grande quantité partout sur la planète, il peut être prélevé partout.

A quoi ça sert ? De nombreuses industries incluent de l'hydrogène dans leurs process. Celui-ci entre ainsi par exemple dans les méthodes de fabrication de l'ammoniac. Il sert aussi au raffinage du pétrole, au traitement thermique des métaux, à la fabrication du verre, etc. Dans les piles à combustible, il est tout simplement l'un des combustibles, avec l'oxygène. La voiture à hydrogène utilise par exemple ce type de piles.

L'hydrogène est rarement pur. En général, il est associé à d'autres éléments comme l'oxygène ou le carbone. Pour qu'il puisse servir à l'industrie, il faut donc le séparer de ces éléments.

Il existe aujourd'hui de nombreuses façons de produire d'hydrogène:

Reformage à la vapeur:Le reformage à la vapeur du méthane est actuellement la méthode la plus courante de production d'hydrogène. Il combine le méthane avec de la vapeur haute température, afin de déclencher une réaction qui sépare l'hydrogène. Et comme la plupart du méthane provient aujourd'hui du gaz naturel, il est possible de le traiter à partir de sources renouvelables, comme les décharges et les centres de traitement.

Gazéification:La gazéification est un processus par lequel les matériaux organiques, comme les cultures et les déjections animales, sont convertis en hydrogène. Les matériaux organiques sont chauffés à hautes températures afin de déclencher une réaction qui sépare l'hydrogène.

Électrolyse:L'hydrogène peut être produit en séparant l'eau (H_2O) en ses deux éléments primaires, l'hydrogène (H_2) et l'oxygène (O_2). Ce processus, connu sous le nom d'électrolyse, fait passer un courant électrique dans l'eau pour en extraire l'hydrogène. Lorsque l'électricité provient d'une énergie renouvelable (hydroélectricité, solaire, éolien), la production d'hydrogène et in fine de carburant pour la pile à combustible est totalement décarbonée.

D'autres façons de produire de l'hydrogène

Des équipes de recherches étudient actuellement d'autres procédés de production. Ainsi, il existe de microbes qui, une fois modifiés et soumis à la lumière du soleil, peuvent produire de l'hydrogène. C'est aussi le cas de cellules photoélectrochimiques, qui électrolysent l'eau grâce à l'énergie reçue par le soleil.

Quant à sa production, une très large majorité de l'hydrogène produit de nos jours l'est à partir de sources d'énergies fossile ou de bois. Aujourd'hui, la majeure partie de l'hydrogène produit dans le monde est utilisée par l'industrie. Demain, l'hydrogène sera employé pour faire fonctionner des piles à combustible.

«Aujourd'hui, 95 % de l'hydrogène est produit à partir d'hydrocarbures (pétrole, gaz naturel et charbon), solution la moins coûteuse. Cependant, ce processus est, hormis pour la pyrolyse, émetteur de CO_2 , gaz à effet de serre. Pour produire de l'hydrogène faiblement carboné, trois options s'offrent donc aux industriels : capter le CO_2 émis lors de la production par transformation des énergies fossiles, puis le transporter pour le stocker géologiquement, pyrolyser du méthane et séparer le carbone sous forme solide, enfin, le produire via l'électrolyse de l'eau, l'électrolyse étant opérée à partir d'une électricité peu carbonée fournie par de l'énergie nucléaire, éolienne ou solaire. L'enjeu reste toutefois pour cette dernière option, le coût de ce mode de production, plus onéreux à ce jour que celui du reformage du gaz naturel, même en considérant le surcoût lié au captage du CO_2 .» (IFPEN)

Les nuances

- L'hydrogène vert est fabriqué par électrolyse de l'eau à partir d'électricité provenant uniquement d'énergie renouvelable ;
- L'hydrogène gris est fabriqué par procédés thermochimiques avec comme matières premières des sources fossiles (charbon ou gaz naturel) ;
- L'hydrogène bleu est fabriqué de la même manière que l'hydrogène gris, à la différence que le CO₂ émis lors de la fabrication sera capté pour être réutilisé ou stocké ;
- L'hydrogène jaune, plus spécifique à la France, est fabriqué par électrolyse comme l'hydrogène vert mais l'électricité provient essentiellement de l'énergie nucléaire.

Comment est stocké l'hydrogène ?

Le dihydrogène possède une très grande densité massique d'énergie (1 kg d'hydrogène contient autant d'énergie qu'environ 3 kg de pétrole) mais une très faible densité volumique. Il faut le transformer pour pouvoir le stocker dans un volume utilisable.

-en le comprimant à 700 bar : 7 litres d'hydrogène peuvent contenir ainsi autant d'énergie qu'1 litre d'essence ;

-en le liquéfiant pour le comprimer davantage à une température de - 253 °C : 4 litres d'hydrogène liquide équivalent alors à 1 litre d'essence.

Densifier l'hydrogène permet d'opérer à des pressions plus faibles mais réclame plus d'énergie, ce qui le rend plus coûteux.

Les modalités de stockage sont multiples (batteries, stockage massif en cavités salines) selon l'usage que l'on veut en faire.

Voitures à l'hydrogène

Le taux de conversion de l'énergie d'Hydrogène est deux à trois fois plus efficace que celui des moteurs conventionnels, ce qui veut dire qu'il peut vous permettre d'aller plus loin avec moins de carburant. Les véhicules à Hydrogène ne rejettent que de l'eau et ne génèrent aucune émission de CO₂.

L'Hydrogène fabriqué avec des énergies renouvelables est totalement exempt de carbone. Quand on le transforme en électricité, il émet seulement de l'eau. Il est également facile à stocker et à transporter, ce qui nous permet d'utiliser cette énergie renouvelable dans tout son potentiel. De plus, l'hydrogène est littéralement partout autour de nous, ce qui en fait une source d'énergie très accessible.

En France le transport émet 27 % des émissions de GES globales, ce qui en fait le premier secteur émetteur. Les enjeux sur la mobilité sont donc considérables, car la solution hydrogène appliquée à la mobilité propre , en utilisant la combustion directe ou la pile à combustible, permet de réduire considérablement les émissions

Sources d'énergies nouvelles

Pour atteindre les objectifs de la transition énergétique, la France s'intéresse aujourd'hui à la production et à l'utilisation de l'hydrogène bas-carbone et renouvelable. Utilisé à ce jour essentiellement dans la chimie ou le raffinage, ce vecteur d'énergie pourrait contribuer à décarboner certains secteurs industriels, assurer le stockage de l'électricité ou alimenter le secteur des transports. Le déploiement des technologies hydrogène attend cependant de lever un certain nombre de verrous.

Récupérer de l'énergie à partir du dihydrogène renouvelable ou bas-carbone préalablement stocké se fait de deux façons :

- soit sous forme de chaleur via sa combustion directe avec le dioxygène ;
- soit sous forme d'électricité via une pile à combustible (PaC).

Dans les deux cas la réaction globale ne produit que de l'eau et l'énergie produite peut être diversement valorisée. L'hydrogène se voit assigner trois objectifs essentiels pour réussir la transition énergétique.

L'hydrogène représente un gros potentiel de diminution de gaz à effet de serre (GES) ainsi qu'une manne économique significative. Les pays européens investissent aujourd'hui de manière conséquente dans ce marché en pleine expansion, à commencer par la France qui en attend 100 000 nouveaux emplois directs et qui a déjà mis en place un certain nombre d'aides (Programme d'investissement d'avenir, soutien à la recherche via l'ANR, accompagnement des PME via la BPI, soutien au déploiement de la mobilité hydrogène via l'Ademe, etc. et d'une institution (le Conseil national de l'hydrogène).

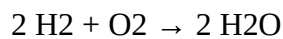
Piles à l'hydrogène

La pile à hydrogène (également appelée pile à combustible) convertit l'énergie d'un combustible (l'hydrogène) en énergie .

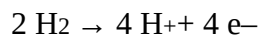
Le principe n'est pas nouveau, il a été mis en évidence il y a plus de 150 ans par deux chercheurs, Christian Friedrich Schönbein et Sir William Grove.

Il repose sur une réaction chimique simple :

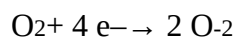
Hydrogène + Oxygène → Electricité + Eau + Chaleur



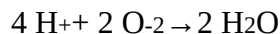
Dans la pile, une réaction d'oxydoréduction se forme permettant de créer l'électricité et la chaleur. Au niveau de l'anode, la molécule d'hydrogène, au contact d'un catalyseur, se décompose et libère des électrons qui vont créer le courant électrique. C'est l'oxydation.



D'autre part, au niveau de la cathode, l'oxygène, au contact avec les électrons libérés par la précédente réaction réagit. C'est la réduction.



Enfin, les protons hydrogène, lorsqu'ils arrivent à la cathode, se recombinent avec les ions d'oxygène et forment de l'eau.



Cependant, même si le principe est simple, sa mise en application reste plus complexe.

Avantages des piles à hydrogène

Ce système est particulièrement intéressant car :

- il ne produit pas d'émission de gaz à effet de serre ni de polluant, le dispositif ne rejette que de l'eau et de la chaleur,
- il possède un haut rendement de fonctionnement,
- il est silencieux,
- il est modulaire du W au MW par empilement.

Nguyen Hoat