

Focus PRESSE

Information aux médias éditée par l'INERIS

Les techniques de production de l'hydrogène et les risques associés : état des lieux

Face aux enjeux actuels du secteur énergétique (hausse de la demande d'énergie, raréfaction de certaines énergies primaires, accélération du réchauffement climatique), le recours à l'hydrogène (H_2) est l'une des solutions envisagées pour l'avenir. C'est un vecteur énergétique¹ qui permet d'obtenir de l'énergie sans production de gaz à effet de serre. L'hydrogène n'a cependant d'intérêt qu'à la condition que sa fabrication soit propre et sûre.

L'hydrogène aujourd'hui est surtout utilisé dans de nombreux process de production industrielle (chimie, agroalimentaire, pharmacie, électronique...). Deux solutions existent pour obtenir de l'hydrogène : le fabriquer ou le récupérer lorsqu'il est le sous-produit d'un autre process industriel, comme la fabrication du chlore. Les besoins annuels actuels en hydrogène sont estimés à 57 millions de tonnes et ils augmentent de 5 à 10 % par an.

Pour assurer 20 % de la demande énergétique en 2050 grâce à l'hydrogène, il faut multiplier la production actuelle d'énergie issue de l'hydrogène par 20. D'où la nécessité d'assurer un process de fabrication de l'hydrogène "propre", sans émission de gaz à effet de serre. Cela implique de développer de nouvelles méthodes de production et de purification², car la production repose actuellement à 95 % sur les hydrocarbures. La question de la sécurité des techniques de production d'hydrogène est donc un enjeu majeur : l'INERIS a effectué un état des lieux des risques associés aux technologies de production actuelles et en cours de développement.

Les techniques de production

A l'heure actuelle, il existe trois techniques de production de l'hydrogène au stade industriel : l'électrolyse (décomposition de l'eau par oxydo-réduction, en utilisant de l'électricité), les procédés de reformage / vaporeformage (production d'un gaz de synthèse principalement à partir de gaz naturel) et procédé d'oxydation partielle (production d'un gaz de synthèse à partir d'hydrocarbures).

La recherche sur les techniques de production porte sur l'évolution des process industriels existants : le reformage (reformage auto thermique, reformage plasma, reformage du méthane à sec ou redox) et l'évolution des procédés d'électrolyse (électrolyse haute température ou haute pression).

Par ailleurs il existe des développements de nouveaux procédés. Les **cycles thermochimiques** qui permettent de décomposer l'eau en oxygène et hydrogène par une série de réactions chimiques, avec un recyclage complet des réactifs en présence ("cycle fermé") notamment le cycle iode/soufre. La production d'hydrogène peut s'envisager à partir d'une **source biologique**. Des organismes photosynthétiques (cyanobactéries et algues vertes) produisent l'hydrogène au cours de la photosynthèse. Enfin, la production peut être réalisée avec des **énergies renouvelables** (géothermie, éolien, solaire et hydraulique) ou à partir de la **biomasse**.

¹ L'hydrogène n'est pas une source d'énergie : cet élément, abondant sur Terre, n'est pas disponible à l'état pur dans la nature. Il ne se rencontre que sous forme combinée (H_2O ...). Avant d'être utilisé pour produire de l'énergie, il doit être lui-même produit dans le cadre d'un processus industriel qui dépense de l'énergie. On parle alors de vecteur énergétique.

² L'hydrogène comme vecteur d'énergie doit être utilisé pur, dans les piles à combustible notamment : il faut donc rajouter des étapes de purification après la production, dont il faut également maîtriser les risques.

Les risques associés

Ces techniques de production ne pourront être développées qu'à la condition que les risques associés soient étudiés et maîtrisés. Les types de risques identifiés sont les suivants :

- ✓ Risque d'inflammation ou d'explosion : avec l'hydrogène ou les gaz utilisés dans certains procédés (vaporeformage, oxydation, biomasse), le risque de formation d'une Atmosphère Explosive (ATEX) dans le procédé ou encore des risques d'inflammation d'une fuite sont bien connus. Les nouveaux procédés de fabrication peuvent cependant modifier les conditions de fonctionnement (utilisation d'atmosphères enrichies en oxygène par exemple) et induire ainsi de nouveaux risques (modification des caractéristiques d'explosivité -augmentation de la vitesse, élargissement du périmètre d'explosion, abaissement du seuil d'explosivité...). La question se pose particulièrement dans le cas de l'électrolyse, qui produit simultanément hydrogène et oxygène.
- ✓ Risque mécanique à température et pression élevées : dans les procédés de reformage, d'oxydation partielle ou d'électrolyse, la température et la pression sont élevées. Or les procédés de reformage plus récents demandent davantage de pression (jusqu'à 100 bar). De même, les nouveaux procédés d'électrolyse exigent eux aussi davantage de pression (jusqu'à 700 bar), les températures atteignant 800°C. De fait, les risques de défaillance mécanique des réacteurs ont pour corollaire des risques d'éclatement et de fuite associés.
- ✓ Risque lié au caractère toxique ou corrosif des produits : dans les procédés de reformage, la production d'hydrogène passe par des phases de production de monoxyde de carbone, gaz très toxique. L'électrolyse peut elle aussi générer un risque d'exposition à un produit toxique en cas de fuite d'électrolyte. Les cycles thermochimiques font quant à eux intervenir des matériaux toxiques (iode, brome, soufre, cadmium, mercure), de même que la photo-électrolyse (colorants).
- ✓ Risque lié à la compatibilité des matériaux : dans tous les cas, les matériaux utilisés dans les installations doivent être compatibles avec l'hydrogène qui est un gaz corrosif. Il faut également tenir compte des conditions de pression, de température, voire de réactivité chimique (cycles thermochimiques, électrolyse), qui sont particulièrement élevées dans les process de production d'hydrogène.
- ✓ Risque de contamination biologique : le risque existe dans la mesure où des microorganismes comme des cyanobactéries peuvent être utilisés pour produire l'hydrogène.
- ✓ Risque global : selon les caractéristiques propres à chaque installation, plusieurs risques techniques peuvent coexister et interagir entre eux. Le risque ATEX est par exemple permanent en raison de la mise en œuvre d'hydrogène, gaz inflammable. En outre, l'éventualité d'"effets de chaîne" ne doit pas être écartée si la production d'hydrogène est liée à un autre procédé.
- ✓ Risque sociétal : le grand public a une perception générale négative de l'hydrogène, qui n'est pas fondée sur le risque réel. La question de "l'acceptabilité sociale" des technologies hydrogène et de l'information du public doit être étudiée au même titre que les problématiques techniques.

Pour plus d'informations :

<http://www.ineris.fr>