



## Veille technologique et évaluation des risques sur les procédés de stockage d'hydrogène

### Contexte

Les conséquences du changement climatique et la dépendance aux combustibles fossiles obligent à repenser la politique énergétique et à développer de nouvelles sources d'énergie, en particulier pour des secteurs fortement émetteurs tels que les transports. L'hydrogène ( $H_2$ ), s'il est produit à partir d'énergie décarbonée, figure parmi les nouveaux vecteurs d'énergie susceptibles de limiter à long terme les rejets de gaz à effet de serre. Employé comme combustible, il fournit de l'électricité et de la chaleur avec de l'eau comme seul résidu. La pile à combustible<sup>1</sup> (PAC) peut être utilisée dans de nombreuses applications : des micro-PAC alimentant une petite batterie comme celle d'un téléphone portable en passant par les PAC destinées aux véhicules (voitures, bus), jusqu'aux PAC stationnaires suffisamment puissantes pour fournir électricité et chaleur à un immeuble collectif ou à des sites isolés. Au vu des attentes de la transition énergétique, les techniques de stockage de l'hydrogène constituent un enjeu stratégique, technologique et sociétal majeur pour le développement de la filière. Il convient d'améliorer la performance de l'ensemble de la chaîne qui comprend la production d'hydrogène, son stockage, son transport et son utilisation pour produire de l'électricité et surtout d'assurer la maîtrise des risques liés à son utilisation sur l'ensemble de la filière.

### Les compétences de l'INERIS dans ce domaine

Depuis le début des années 2000, l'INERIS participe avec ses partenaires à de nombreux programmes de recherche français et européens dans ce domaine couvrant ainsi l'ensemble des thématiques propres à la filière hydrogène (technologie de production, transport, stockage et systèmes de conversion). Les travaux de l'Institut concernent notamment l'étude et la modélisation des fuites de gaz en milieu confiné comme en milieu ouvert, la sécurité du stockage et de la distribution, la définition du cadre réglementaire. Qu'il s'agisse d'applications mobiles ou stationnaires, ils contribuent également à mieux cerner les risques des procédés de fabrication et d'utilisation de l' $H_2$ , et à apporter des réponses concrètes aux concepteurs afin de développer des systèmes intrinsèquement plus sûrs. En 2013, l'Institut a réalisé en particulier une veille technologique et une évaluation des risques sur les procédés de stockage de l'hydrogène basées sur un état de l'art de la littérature disponible<sup>2</sup> au niveau international.

<sup>1</sup> Générateur électrochimique d'énergie permettant de transformer directement l'énergie chimique d'un combustible en énergie électrique et thermique sans apport d'énergie extérieure.

<sup>2</sup> Veille technologique et évaluation des risques sur les procédés de stockage d'hydrogène. Rapport DRA-13-125497-00405A.

## Veille technologique

Le choix du mode de stockage d'hydrogène fait l'objet d'une réflexion au cas par cas car les différentes technologies, sous forme de gaz comprimé, de liquide cryogénique, dans les solides ou par réaction chimique présentent chacune des avantages et des inconvénients. Les technologies par compression et liquéfaction sont disponibles sur le marché, ainsi que certaines techniques d'absorption par hydrures métalliques. Les autres technologies de stockage chimique ou par adsorption dans des solides sont encore à l'état de recherche. Les progrès en termes de coût de technologie, de capacité de stockage des réservoirs, et de sécurité sont des points clés.

## Analyse des risques

L'INERIS a recensé les principaux risques associés aux différentes technologies de stockage de l'hydrogène. Les premiers événements redoutés et les phénomènes dangereux liés à chaque technologie de stockage d'hydrogène ont été identifiés, notamment :

- pour toutes ces technologies de stockage, une fuite d'hydrogène gazeux, avec des conséquences qui varient en fonction de la pression à laquelle l'hydrogène est stocké. Dans un milieu confiné et mal ventilé, une atmosphère dangereuse peut être générée ;
- pour le stockage d'hydrogène par compression, l'éclatement du réservoir et les effets associés (surpressions aériennes et projection de fragments) ;
- pour le stockage cryogénique, les risques associés aux basses températures ;
- pour le stockage dans les solides, la mise en contact accidentelle des composés hydrures avec l'air, l'eau ou encore d'autres agents incompatibles peut induire des risques d'incendie violents. Les hautes températures, la toxicité des hydrures ou des catalyseurs utilisés sont aussi des risques à considérer.

Les risques identifiés ci-dessus pour le stockage de l'hydrogène sous haute pression ou à l'état liquide sont de même nature que ceux présentés par d'autres gaz inflammables (ex : méthane). Le défi est maintenant l'application de ces technologies dans des systèmes s'adressant à un public plus large avec des performances accrues qui oblige à renforcer les exigences de sécurité.

Pour le développement de la filière H<sub>2</sub>, les recherches sur les procédés de stockage d'hydrogène doivent être poursuivies, notamment pour améliorer la maîtrise des risques associés aux différents événements redoutés. Elles doivent conduire à définir les règles de conception et les barrières de sécurité techniques, humaines et organisationnelles qui doivent être mises en œuvre pour maîtriser les risques de ces systèmes. Leur prise en compte dans une réglementation adaptée ou des normes de conception et de maîtrise des risques spécifiques contribuera à renforcer la confiance des parties prenantes dans ces dispositifs et peut être une clé du développement de la filière hydrogène énergie dans les prochaines années.

## INERIS en bref

L'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques a pour mission de contribuer à la prévention des risques que les activités économiques font peser sur la santé, sur la sécurité des personnes et des biens, et sur l'environnement. Il mène des programmes de recherche visant à mieux comprendre les phénomènes susceptibles de conduire aux situations de risques ou d'atteintes à l'environnement et à la santé, et à développer sa capacité d'expertise en matière de prévention. Ses compétences scientifiques et techniques sont mises à la disposition des pouvoirs publics, des entreprises et des collectivités locales afin de les aider à prendre les décisions les plus appropriées à une amélioration de la sécurité environnementale. Créé en 1990, l'INERIS est un établissement public à caractère industriel et commercial, placé sous la tutelle du Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire. En 2012, il emploie 588 personnes dont 341 ingénieurs, cadres et chercheurs, basés principalement à Verneuil-en-Halatte, dans l'Oise.

[www.ineris.fr](http://www.ineris.fr)

## Contacts

Ginette Vastel. [ginette.vastel@ineris.fr](mailto:ginette.vastel@ineris.fr)

Céline Boudet. [celine.boudet@ineris.fr](mailto:celine.boudet@ineris.fr)

