

Un point sur la sécurité liée à l'utilisation de l'hydrogène

A retenir

- **Comme toute énergie, l'hydrogène présente des risques** qui doivent être connus et maîtrisés
- L'hydrogène possède des [propriétés physico-chimiques](#) différentes des autres gaz ou combustibles tels que le gaz naturel ou l'essence et **requiert donc une approche de maîtrise du risque différente.**
- L'hydrogène est un gaz synthétique utilisé depuis des décennies dans l'industrie. Il s'agit donc **d'une technologie sécurisée et régulée**, au niveau national et international.
- Dans le cadre des nouveaux usages de l'hydrogène tels que la mobilité, la **réglementation et les normes permettent de garantir des niveaux de fiabilité et de sécurité** :
 - Les véhicules subissent des crash-tests
 - Les équipements notamment les réservoirs sont soumis à de nombreux tests de sécurité drastiques afin d'évaluer d'une part le maintien de leur intégrité en situation accidentelle et d'autre part le niveau de fiabilité des dispositifs de sécurité
 - Les stations de recharge sont soumises depuis 2018 à une [réglementation](#) qui régit la manière de concevoir et d'exploiter ces installations pour garantir la sécurité de l'utilisateur.
- Au regard des dispositifs de sécurité mis en place, **le véhicule hydrogène ne présente ainsi pas plus de risques que les véhicules thermiques ou à batterie, ces risques sont différents.**
- Le développement de ces nouvelles technologies doit être accompagné **d'une acculturation ou d'une formation des acteurs aux risques liés à l'hydrogène**, en s'assurant que chaque acteur soit au bon niveau d'information et de compétences, tout au long de la chaîne de valeur.

Comme toute énergie, l'hydrogène présente des risques qui doivent être connus et maîtrisés

Quand on parle d'énergie, il faut parler risques mais surtout les connaître et les maîtriser. En effet, tout vecteur d'énergie présente des risques (l'électricité, le gaz, l'essence dans les stations).

L'hydrogène possède des [propriétés physico-chimiques](#) différentes des autres gaz ou combustibles tels que le gaz naturel ou l'essence et requiert une approche de maîtrise du risque différente.

Les points d'attention concernant l'hydrogène :

- Sa molécule étant la plus petite de toutes les molécules, l'hydrogène gazeux est très léger et il a une diffusivité élevée. Ces caractéristiques se traduisent par la nécessité de mettre en œuvre certains dispositifs techniques pour prévenir des risques de fuites lorsque l'hydrogène gazeux est stocké dans des réservoirs ou circule dans des canalisations. De plus, l'hydrogène a la propriété de fragiliser certains matériaux métalliques, comme certains aciers, ce qui nécessite de sélectionner des nuances spécifiques dont on a démontré la compatibilité avec l'hydrogène. En effet, l'hydrogène peut pénétrer le cristal métallique et diffuser en son sein, altérer la structure cristallographique, et donc les propriétés mécaniques de ces métaux.
- L'hydrogène est un gaz inflammable et explosif. Sa [« plage d'inflammabilité »](#) ou [« d'explosivité »](#) dans l'air se situe entre 4 % et 75 % ; elle est plus étendue que celle du méthane et d'autres gaz. De plus, l'énergie minimale d'inflammation de l'hydrogène est particulièrement faible.

Si l'inflammabilité de l'hydrogène est plus élevée que celle du gaz ou du pétrole, le risque d'accumulation et de formation d'une « nappe » d'hydrogène est beaucoup plus faible en raison de sa volatilité. Il se diffuse 4 fois plus vite dans l'air que le gaz naturel et 12 fois plus vite que les vapeurs d'essence.

Utilisé depuis des décennies dans l'industrie (l'hydrogène sert de matière de base ou de réactif dans l'industrie – chimie, raffinerie, électronique, ou encore verrerie - cela représente près de 900 000 tonnes d'hydrogène par an en France), l'hydrogène est un gaz synthétique et un produit industriel. Il s'agit d'une technologie sécurisée et régulée, au niveau national et international. Les risques associés à sa production et à son utilisation sont donc connus et maîtrisés.

A noter que « les bases de données d'accidentologie, telles que la base Aria tenue par le Bureau d'analyse des risques et pollutions industriels (Barpi) de la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR), sont relativement pauvres en ce qui concerne l'hydrogène. Au 1er janvier 2021, Aria recensait 377 accidents impliquant l'hydrogène dans le monde, sur une période de 30 ans, essentiellement dans l'industrie lourde consommatrice d'hydrogène (chimie, raffinage...), dont 251 en France, lesquels ont conduit au décès de 7 personnes. C'est le signe qu'en l'état actuel de ses usages, pour l'essentiel dans de grandes industries, le risque est relativement bien maîtrisé. »¹

Rouler à l'hydrogène est-il sûr ?

Pour les nouveaux usages - dans la mobilité notamment - la réglementation ²est un des moyens de garantir un niveau de sécurité et de maîtrise des risques. Des normes européennes de sécurité s'appliquent également à tous les équipements hydrogène.

Les voitures à hydrogène subissent les mêmes crash tests que les véhicules thermiques, voir ici la [berline à hydrogène Toyota Mirai obtient cinq étoiles aux crash-tests Euro NCAP](#).

Des tests sont régulièrement réalisés (par l'Ineris notamment) sur des équipements, par exemple, sur les réservoirs à hautes pressions qui équipent les voitures. Ils sont soumis à des feux, des chutes et même des tirs de balles afin d'évaluer d'une part le maintien de leur intégrité en situation accidentelle et d'autre part le niveau de fiabilité des dispositifs de sécurité.

Le réservoir hydrogène a une résistance mécanique intrinsèque au-dessus de tous les composants existants dans un véhicule, grâce à l'épaisse couche de fibres de carbone. Cela garantit son intégrité mécanique dans toutes les conditions d'accidents. Les réservoirs et systèmes hydrogènes sont tous certifiés pour respecter le règlement international ONU n°134 qui impose des tests de sécurités drastiques, par exemple :

- Les réservoirs sont testés et certifiés pour 15 000 cycles de remplissage (1 plein par jour pendant plus de 40 ans), et pour résister mécaniquement à 2,25 fois la pression de service (1 575 bar pour un réservoir de 700 bar).
- Leur résistance au froid extrême (-40°C) et à la chaleur (85°C) sont testés sur 2 200 cycles complets.
- Les réservoirs subissent des attaques chimiques (acide sulfurique, pour simuler une fuite de liquide de batterie, de glycol, pour simuler une fuite de liquide de lave-glace, de carburant, ou d'AdBlue), afin de vérifier également leur intégrité physique complète quel que soit l'environnement.

Afin de prévenir les risques en cas d'incendie dans un milieu confiné, les réservoirs sont tous équipés de systèmes de sécurité TPRD (Thermal Pressure Relief Device). Ces « fusibles » déclenchent la purge de celui-ci pour prévenir tout risque d'explosion.

De la même manière, les stations de remplissage sont extrêmement sécurisées, avec des systèmes de protection vis-à-vis notamment du risque de surpression. En particulier une purge complète à l'azote du circuit de remplissage est systématiquement effectuée avant et après le plein afin qu'aucune émission d'hydrogène n'ait lieu au contact du véhicule ou de l'utilisateur. Ces stations sont munies d'équipements de première intervention et de systèmes d'arrêt d'urgence. Depuis 2018, une [réglementation](#) française régit la manière de concevoir et d'exploiter ces installations de recharge en hydrogène pour garantir la sécurité de l'utilisateur.

A noter que si l'inflammabilité de l'hydrogène est plus élevée que celle du gaz ou du pétrole, le risque d'accumulation et de formation d'une nappe d'hydrogène (aux abords d'un véhicule ou d'une station par exemple) est beaucoup plus faible en raison de sa volatilité. Il se diffuse 4 fois plus vite dans l'air que le gaz naturel et 12 fois plus vite que les vapeurs d'essence.

Le véhicule hydrogène ne présente ainsi pas plus de risques que les véhicules thermiques ou à batterie, ces risques sont simplement différents. Les dispositifs de sécurité mis en place, sont implémentés dans les produits

¹ Rapport de l'IGEDD sur la Sécurité du Développement de la filière hydrogène, novembre 2022

² Hydrogène et réglementation ICPE : les activités de fabrication (rubrique 3420 - autorisation), stockage (rubrique 4715 - déclaration ou autorisation) et utilisation (rubrique 1416 – déclaration avec contrôle périodique) d'hydrogène sont visées par la réglementation des installations classées. La fabrication relève également de la directive IED sauf si le procédé ne rejette que de l'oxygène. Les stockages de grosses capacités (5 tonnes H2), quant à eux, relèvent de la directive Seveso.

/ systèmes pour que les niveaux de risques soient conformes aux mêmes exigences que pour les autres technologies.

Des formations pour s'assurer de la bonne maîtrise des risques

Le développement de ces nouvelles technologies doit être accompagné d'une acculturation ou d'une formation des acteurs aux risques liés à l'hydrogène, en s'assurant que chaque acteur soit au bon niveau d'information et de compétences, tout au long de la chaîne de valeur, qu'il soit producteur d'hydrogène, exploitant de stations, utilisateur de véhicules (ex : chauffeur de taxi), gestionnaire de flottes de véhicules, service public (ex : collectivités), primo-intervenant (ex : pompiers).

Les formations **risque hydrogène et multi gaz**, permettent de sensibiliser les primo intervenants sur les risques liés aux gaz et d'identifier les conduites à tenir sur les installations fixes et les véhicules à énergie alternative. L'Ecole Nationale Supérieure des Officiers Sapeurs-Pompiers (ENSOSP) dispose depuis 2016 d'une plateforme de formation unique en Europe dédiée au risque hydrogène. Les formations sont destinées aux agents des services d'incendie et de secours, aux personnels des collectivités territoriales et aux industriels producteur, transporteur ou utilisateur.

[L'étude récente pilotée par France Hydrogène avec l'Afpa, Pôle Emploi, EIT InnoEnergy, le réseau des Carif-Oref et Adecco Digital France](#) a notamment confirmé que les connaissances sur les enjeux liés à la sécurité de l'hydrogène étaient nécessaires sur de nombreux métiers auxquels font appel la filière. Sur les 216 offres de formation recensées dans le cadre de cette étude, une dizaine ont trait à la sécurité. L'étude préconise notamment de mettre en place un « label formation sécurité H2 », garantissant le niveau d'exigence pour un déploiement sûr des installations.

L'implication de France Hydrogène

France Hydrogène qui représente les acteurs de la filière hydrogène en France, a engagé depuis plusieurs années une démarche de travail conjoint avec la Direction Générale de la Prévention des Risques (DGPR). Il s'agit de faire évoluer la réglementation, de l'adapter par rapport aux risques et aux enjeux, et aux cadres de sécurité fixés dans les pays voisins, et de la construire dans une vision globale et systémique des usages et des risques.

France Hydrogène réunit les experts de la réglementation parmi ses membres pour faire avancer ces sujets au sein d'un groupe de travail. Un sous-groupe « sécurité » se réunit régulièrement pour partager les retours d'expérience et lancer des études communes (étude de danger par exemple).

L'association France Hydrogène et [le Gesip](#) coopèrent en matière de maîtrise du risque industriel, de la réglementation, et de formation dans la filière de l'hydrogène. L'association participe notamment aux travaux sur la réglementation du transport d'hydrogène par canalisation et à la rédaction des guides associés avec cet organisme, expert de la sécurité industrielle.

Enfin, dans le cadre de ses travaux sur les compétences-métiers-formations, France Hydrogène s'implique dans [des études structurantes](#) pour définir et qualifier les compétences spécifiques nécessaires à la filière hydrogène notamment celles sur la sécurité et faire évoluer l'offre de formation.