

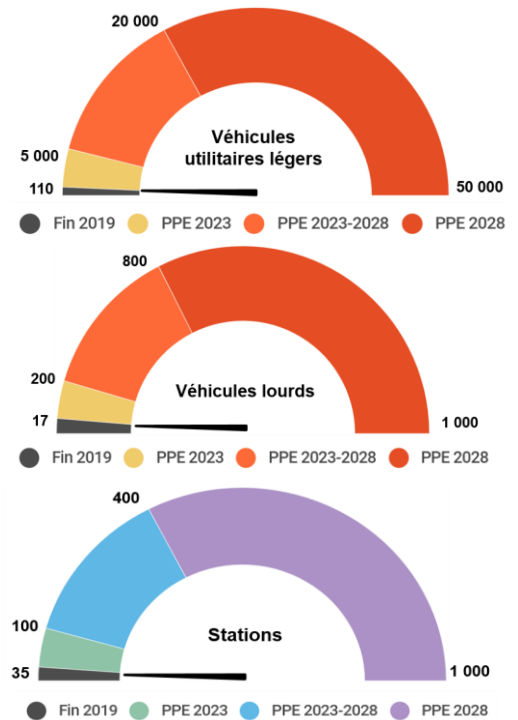
Hydrogène et mobilité : risques à ne pas minimiser !

La France vise la neutralité carbone en 2050 (loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat). Le gouvernement a défini sa trajectoire pour les dix prochaines années via la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE, décret n° 2020-456 du 21 avril 2020). Parmi les objectifs fixés figure le développement de l'hydrogène (H₂) bas-carbone et renouvelable (énergie de fabrication non fossile) dans les usages industriels, énergétiques et pour la mobilité.

Si l'atteinte de ces objectifs nécessite une transformation en profondeur de la société, de l'économie et des comportements, elle ne doit pas en faire oublier les risques liés à l'utilisation de l'H₂. Alors que la France affiche ses objectifs, retour sur trois événements survenus dans le monde en 2019, chacun lors d'une étape clef du cycle de vie de l'H₂ pour la mobilité.

En 2019, le transport représente environ 30 % de la consommation énergétique française et reste très marqué par le recours aux produits pétroliers (90 %). Même si des projets de mobilité ayant recours à l'H₂ ont déjà vu le jour, les 900 kt d'H₂ produits en France par an, via 95 % de combustibles fossiles, sont largement destinés au secteur industriel (désulfuration de carburants pétroliers, synthèse d'ammoniac, production de méthanol...). Les objectifs visés par la PPE, d'ici 2028, visent à incorporer 20 à 40 % d'H₂ décarboné dans l'H₂ industriel.

Ceci afin de déployer et d'alimenter des écosystèmes territoriaux de mobilité hydrogène, sur la base notamment de flottes de véhicules professionnels.



Source : Avere-France / AAA Data, Afhyapac, PPE 2019-2023 2024-2028



ARIA 53903 – 01/06/2019 – SANTA CLARA (ÉTATS-UNIS)

Une explosion et un incendie se produisent dans une entreprise de production et stockage d'H₂. À leur arrivée, les pompiers constatent plusieurs camions stationnés en feu. Ceux-ci sont susceptibles de contenir de l'H₂ liquide (citerne contenant 2 à 4 t d'H₂) ou gazeux (bouteilles, charge totale : 200 à 500 kg d'H₂). Il est procédé à l'évacuation des entreprises et habitations les plus proches. L'incendie est circonscrit en 1h10 sans qu'il y ait d'autre explosion. Aucune infrastructure extérieure au site industriel ne subit de dommage. Les pompiers utilisent des caméras thermiques et effectuent des prélèvements d'air afin de s'assurer qu'il n'y a plus de fuite d'H₂. Le poste d'emplissage est détruit. L'exploitant met hors de circulation sa flotte de camions pour inspection.

Le non-approvisionnement de 9 des 11 stations-services délivrant de l'H₂ dans la région impacte 1 000 particuliers durant plusieurs semaines. Selon les employés du site, une fuite d'H₂ serait apparue lors du remplissage d'une remorque porte-tubes d'un camion, quelques minutes avant l'explosion.

ARIA 53902 – 23/05/2019 – GANGWON (CORÉE DU SUD)

Dans un centre de recherche spécialisé dans les énergies nouvelles, une explosion se produit au niveau d'un réservoir stockant de l'H₂. L'explosion détruit les 5 100 m² du bâtiment et endommage les vitres et structures des bâtiments voisins. Deux personnes décèdent, six autres sont blessées. Ce réservoir faisait partie intégrante d'un projet de recherche associant la production d'électricité par des panneaux photovoltaïques et un procédé d'électrolyse de l'eau. L'investigation par le gouvernement coréen est toujours en cours.



ARIA 53772 – 10/06/2019 – KJORBO (NORVÈGE)

Une explosion et un incendie se produisent dans une station-service de distribution d'H₂. L'H₂ est produit sur place via un électrolyseur. Les services de secours arrivent sur site 7 minutes après l'explosion. Un périmètre de 500 m est mis en place. L'autoroute et routes proches sont fermées à la circulation. L'incendie est maîtrisé et déclaré sous contrôle par les secours 2h30 après l'accident.

Le souffle de l'explosion a causé le déclenchement des airbags de véhicules situés à proximité, blessant légèrement 3 personnes. Le ravitaillement en H₂ est arrêté dans le pays. Les constructeurs de véhicules circulant à l'H₂ mettent en attente la livraison de véhicules neufs. Les stations du constructeur, qu'elles soient de même technologie ou non, sont provisoirement arrêtées durant le temps de l'enquête en Europe, aux États-Unis et en Corée du Sud.

Après 17 jours d'enquête, l'exploitant identifie la fuite d'H₂ au niveau de l'unité de stockage d'H₂ à haute pression (bouteilles d'H₂ comprimé à 200 bar).

Un couple de serrage insuffisant sur les vis de la bague située entre la bride du raccord et l'une des bouteilles a engendré une fuite, créant un mélange hautement explosif avec l'air. La source d'ignition du nuage n'a pas été identifiée. L'exploitant programme des inspections sur les stations dont le système de montage est identique (4 en Norvège, 3 en Islande, 3 en Allemagne). Il met à jour ses procédures de montage et améliore la qualité des contrôles (double vérification). Il étudie la possibilité d'améliorer la détection des fuites d'H₂ et d'éviter les sources d'ignition dans l'environnement de ses sites (surfaces planes et pas de graviers, meilleure ventilation).



Que ce soit pour des industries aux procédés éprouvés ou pour des applications nouvelles comme la mobilité, les risques liés aux propriétés physico-chimiques de l'H₂ restent inchangés. Concernant les procédés industriels éprouvés de l'industrie, l'analyse à partir de la base ARIA de 372 événements impliquant de l'H₂ (produit ou généré accidentellement), rappelle les dangers de l'H₂. Ainsi, 73 % des phénomènes engendrés sont des incendies et/ou explosions. 27 % concernent des fuites d'H₂ non enflammées ou des contraintes engendrées par l'H₂ sur les matériaux, sans conséquence humaine. 15 % des incendies et/ou explosions ont causé la mort d'au moins une personne, 43 % des blessés. Outre la réglementation relative au stockage de l'H₂ dans les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE), la conception et l'exploitation des stations de distribution d'H₂ sont encadrées par l'arrêté du 22 octobre 2018.

L'H₂ se distingue des autres gaz combustibles par plusieurs aspects, facilitant ou complexifiant la maîtrise des risques :

- ✓ **promptitude à fuir** : composée du plus petit atome de l'univers, de faible viscosité et à grande perméation, la molécule d'H₂ possède tous les atouts pour s'échapper de son contenant. Si l'H₂ pourra se disperser rapidement dans l'air libre, il est important de prévoir un système de détection adéquat et une circulation d'air naturelle ou mécanique afin d'éviter son accumulation dans les zones confinées. Les vannes d'isolement, joints, organes de raccordement et leur mode et couple de serrage doivent faire l'objet d'une attention particulière. L'hélium, inerte et à la taille moléculaire proche de celle de l'H₂, peut être utilisé pour tester l'étanchéité des installations ;
- ✓ **dégrade les métaux et les alliages** : la fragilisation et l'attaque par l'H₂ peuvent provoquer, à terme, des fuites ou des ruptures d'équipements. Les analyses de risques lors des phases de conception ne sont pas à négliger, tout comme les procédures d'entretien et de maintenance ;
- ✓ **extrêmement inflammable** : son énergie minimale d'inflammation dans l'air (20 µJ) est plus de 10 fois inférieure à celle du propane ou de l'essence. Cette énergie peut être obtenue par des décharges électrostatiques d'origine humaine. Dans l'oxygène pur (cas des électrolyseurs), l'énergie nécessaire est seulement de 3 µJ. Des procédures d'inertage dans les phases critiques (démarrage/arrêt y compris arrêt d'urgence) ainsi que des dispositifs d'arrêt des compresseurs permettent de réduire le risque de mélange H₂/air (ou O₂ pur). La flamme d'H₂ rayonne peu et est quasiment invisible le jour, complexifiant l'intervention des secours. Du fait de sa faible radiation, le risque de propagation du feu par effet thermique dû au rayonnement est en revanche limité ;
- ✓ **très explosif** : compris entre 4 % et 75 % en volume d'H₂ dans l'air, le domaine d'explosibilité de l'H₂ est 10 fois plus important que celui du propane. Brûlant 7 fois plus rapidement que ce gaz, le régime de détonation est favorisé. La formation de l'onde de choc varie en fonction de la géométrie du confinement, de l'énergie d'inflammation et du mélange avec le comburant (O₂). À l'air libre ou en cas de bonne aération, la faible densité de l'H₂ permet sa rapide dispersion à l'inverse des nombreux gaz inflammables plus lourds que l'air (propane, butane...).