



HAL
open science

SecutecH2 : prise en compte de la sécurité dans le développement des technologies de l'hydrogène

Lionel Perrette, Samira Chelhaoui

► **To cite this version:**

Lionel Perrette, Samira Chelhaoui. SecutecH2 : prise en compte de la sécurité dans le développement des technologies de l'hydrogène. Rapport Scientifique INERIS, 2005, 2004-2005, pp.44-45. ineris-01868977

HAL Id: ineris-01868977

<https://ineris.hal.science/ineris-01868977>

Submitted on 6 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Maîtrise des risques à la source grâce à la sécurité intrinsèque



La croissance des besoins énergétiques satisfaits par l'utilisation de sources non renouvelables (énergies fossiles) devrait accentuer le phénomène planétaire du réchauffement climatique. Le secteur de l'énergie (transport, bâtiment...) est le contributeur principal des émissions de gaz à effet de serre. La transformation de ce secteur s'impose afin d'enrayer les conséquences de l'activité humaine sur le climat. Des innovations technologiques et des changements de paradigmes énergétiques se révèlent nécessaires.

Le recours à l'hydrogène comme vecteur d'énergie obtenue par des procédés respectueux de l'environnement s'est imposé comme l'une des clés futures de la transformation du secteur de l'énergie. L'hydrogène présente, d'une part, l'intérêt de la flexibilité de sa production puisqu'il peut être produit à partir de toutes les sources primaires d'énergie et, d'autre part, celui d'une conversion énergétique sans émission polluante notable.

Ce gaz peut être utilisé de façon efficace et propre dans les piles à combustible. En revanche, des verrous technologiques subsistent : il faut disposer de piles à combustibles peu chères et fiables, et aussi définir, dans le secteur des transports, des moyens embarqués de stockage sûrs et assurant une autonomie comparable à poids et volume égaux à ceux des réservoirs actuels.

Convaincu que la maîtrise des risques à la source ne peut que favoriser l'émergence des nouvelles technologies d'utilisation de l'hydrogène et leur acceptation par le public, l'INERIS a engagé, dès 2002, des réflexions sur ce thème. Ses travaux de recherche ont permis de mieux cerner les risques des procédés de fabrication et d'utilisation de l'hydrogène pour des applications mobiles ou stationnaires et d'apporter des réponses concrètes aux concepteurs pour développer des systèmes intrinsèquement plus sûrs. Les résultats des recherches ont été valorisés dans l'élaboration de standards internationaux.

Grâce à ses compétences dans ce domaine, l'INERIS est devenu partenaire du réseau d'excellence européen HySafe, et contribue à l'étude des nouveaux projets relatifs à la filière. Par ailleurs, pour augmenter la maîtrise des risques à la source par la conception de systèmes intrinsèquement plus sûrs, l'INERIS analyse les gains apportés par les principes d'intensification sur des procédés chimiques. ●

Secutech2

Prise en compte de la sécurité dans le développement des technologies de l'hydrogène

LIONEL PERRETTE, SAMIRA CHELHAOUI

Dans le cadre de ses travaux de recherche sur la maîtrise des risques liés à l'utilisation de l'hydrogène comme nouvelle source énergétique, l'INERIS s'intéresse notamment au comportement de réservoirs hyperbares soumis à diverses agressions mécaniques et thermiques. Un système de stockage hyperbare est normalement composé d'un ou de plusieurs réservoirs identiques équipés de systèmes

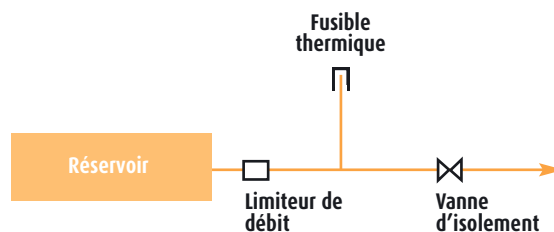


FIGURE 1. Schéma d'un stockage hyperbare et de ses équipements de sécurité.

de sécurité, à savoir une vanne d'isolement, un limiteur de débit, un ou plusieurs fusibles thermiques et éventuellement une soupape de surpression. La **figure 1** illustre l'agencement de ces composants sur le réservoir.

L'INERIS a étudié d'abord la mesure du champ de concentration d'hydrogène dans une situation de fuite puis les agressions thermiques et mécaniques de réservoirs composites de 9 litres, sous 70 MPa.

Mesure du champ de concentration d'hydrogène dans une situation de fuite

On a simulé une rupture totale de la canalisation en aval du limiteur de débit (orifice de 0,35 mm de diamètre). Le champ de concentration induit par la décharge du jet d'hydrogène en champ libre a été mesuré. La **figure 2** correspond à une décroissance hyperbolique de la concentration sur l'axe du jet. Elle indique qu'au-delà de 1,9 m de l'orifice, le mélange d'air et d'hydrogène n'est plus explosible. À titre indicatif, le volume de la partie explosible du jet est évalué à 20 litres.

Agressions thermiques et mécaniques des réservoirs

Six essais figurant différentes agressions thermiques et mécaniques ont été entrepris.

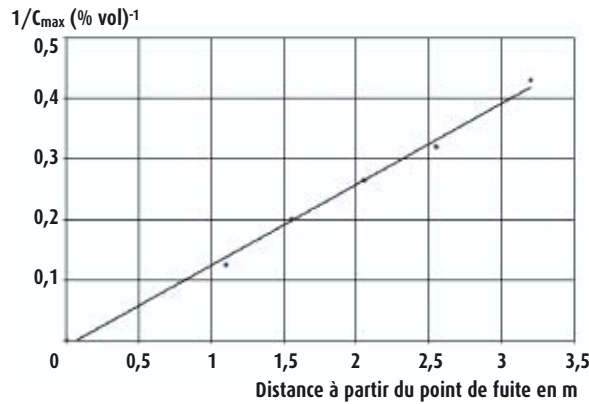


FIGURE 2. Variation de l'inverse de la concentration en fonction de la distance à partir du point de fuite (points de mesure et courbe linéarisée).

Ces essais et leurs résultats sont synthétisés dans la **figure 3**. Les résultats de ces deux types d'essais sont utiles à l'évaluation des risques des systèmes à hydrogène car ils ont notamment montré que la protection du réservoir par un fusible thermique n'est pas efficace lors d'une agression thermique localisée. Quant au fusible thermique lui-même, sa sollicitation lors d'un incendie doit être exceptionnelle compte tenu du jet enflammé qui peut accompagner la décharge du gaz.

À partir de ces observations, deux axes de travail se dégagent : l'isolation thermique du réservoir et le pouvoir calorifique du véhicule.

Les programmes expérimentaux visant à évaluer le comportement des réservoirs lors d'agressions seront poursuivis notamment vis-à-vis de situations d'agression mécanique réalistes mais sévères. ●

Références

- Lionel Perrette, Samira Chelhaoui, David Corgier, *Safety evaluation of a PEMFC bus, European Hydrogen Energy Conference, 2-5 septembre 2003, Grenoble, France.*
- Jacques Chaineaux, Christophe Devillers, Pierre Serre-Combe *Security of highly pressurised tanks equipping GH2 fueled road vehicles, EU contract n° 13461-97-11 F1ED ISP F; Topical report, septembre 2000.*
- Nijs Jan Duijm, Lionel Perrette *Safety issues of hydrogen as an energy carrier, Risoe Energy Report 3 – Hydrogen and its competitors, chapter 6.2 « Hydrogen Safety », 2004.*

FIGURE 3. Liste des agressions appliquées aux réservoirs et résultats.

Type de gaz et pression initiale (bar) dans le réservoir	Type d'agression	Principales caractéristiques de l'agression	Résultats
Hydrogène - 700	Thermique	Jet enflammé impactant.	Éclatement du réservoir après 3 minutes.
Hydrogène - 700		Feu de flaque.	Non éclatement, ouverture du fusible thermique après 2 minutes. Vidange en 8 minutes. Jet enflammé de plusieurs mètres.
Hydrogène - 700	Mécanique	Cordeau détonnant placé à la périphérie du réservoir.	Éclatement et inflammation de l'hydrogène. Les effets de pression associés à l'inflammation sont négligeables devant la détente pneumatique du gaz.
Hydrogène - 700		Tir à balle.	Pas d'éclatement. L'hydrogène s'est vidangé par l'orifice créé par la balle. Pas d'inflammation.
Sans hydrogène. Rempli d'eau pour moitié.		Test de chute suivi d'un test hydraulique (CEA).	Pas d'éclatement. Rupture à 1000 bars à partir de la zone endommagée par la chute.
Azote - 700		Crash test (réservoir placé sur le pare-chocs d'un véhicule lancé à 65 km/h) suivi d'un test hydraulique (CEA).	Pas d'éclatement. Rupture à 1700 bars. Le crash test n'a pas modifié de manière significative la pression maximale de rupture.