

Programme européen de formation des formateurs pour les intervenants



Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU)
Numéro de la Convention de subvention : 875089

Document

Guide européen d'intervention en cas d'urgence

Auteurs principaux : ENSOSP (Laurent LECOMTE)

Auteurs collaborateurs : ENSOSP (Franck VERRIEST, Eric MARCHAL et Wilfried STÉFIC)

Version : 1

Date de livraison pour révision interne : 30 mai 2021

Date d'échéance : 30 JUIN 2021

Niveau de publication : Public (premier projet publié publiquement par accord du consortium)



Page laissée vierge intentionnellement.

Remarque : la première édition du présent document a été élaborée dans le cadre du projet HyResponse, elle a été développée au cours du projet HyResponder. L'historique du document recouvre l'ensemble du processus de développement.

Historique du document

Révision	Date	Modifications effectuées	Auteur(s)
V1	29/04/2015	Élaboration du document (table des matières)	
V2	26/11/2015	Commentaires sur la table des matières (les notions de base sur l'hydrogène ont été ajoutées en fonction de la Description de mission)	Li Zhiyong, Tretsiakova-McNally Svetlana, Molkov Vladimir, Makarov Dmitriy
V3	08/12/2015	Brouillon des contributions UU (brouillon des notions de base sur l'hydrogène issu du guide d'intervention d'urgence pour les véhicules à pile à combustible)	Li Zhiyong, Tretsiakova-McNally Svetlana
V4	16/12/2015	Révision des contributions UU (ajout de termes et définitions sous la forme d'un glossaire)	Li Zhiyong, Tretsiakova-McNally Svetlana, Molkov Vladimir
V5	22/12/2015	Révision des contributions UU (réorganiser le guide d'intervention d'urgence pour les véhicules à pile à combustible)	Li Zhiyong, Molkov Vladimir
V6	18/02/2016	Révision des contributions UU (plus d'infos disponibles sur les interventions d'urgence, provenant de sources fiables)	Li Zhiyong
V7	26/02/2016	Révision des contributions UU (révision basée sur la discussion de l'équipe UU sur les problèmes techniques et scientifiques)	Li Zhiyong, Tretsiakova-McNally Svetlana, Molkov Vladimir, Makarov Dmitriy
V8	27/02/2016	Révision de la contribution UU	Molkov Vladimir
V9	29/02/2016	Révision de la contribution UU	Svetlana Tretsiakova-McNally, Li Zhiyong
V10	31/10/2016	Contribution ENSOSP	Sébastien BERTAU
V11	2020/2021	Révisions ENSOSP	ENSOSP
V12	30/05/2021	Révision et contributions des partenaires du consortium	Laurent LECOMTE, Sébastien BERTAU, Lukasz FARALISZ, Gerhard SCHÖPF, Tom VAN ESBROECK, Julien ROUSSEL, Gustaaf COOLS, Petter FRANZ, Renaud DE BURON BRUN, Hugo TOSELLO
V13	09/06/2021	Révision des contributions des partenaires	Laurent LECOMTE, Iraia OEYEN, Gustaaf COOLS, Hugo TOSELLO
V14	15/06/2021	Mis en page / Rédaction	Sile Brennan
V15	25/06/2021	Ajout de fiches tactiques	Laurent LECOMTE, Franck VERRIEST

V16	08/06/2022	Traduction du présent guide en français	Laurent LECOMTE, Franck VERRIEST, Eric MARCHAL
-----	------------	---	--

DÉCHARGE DE RESPONSABILITÉ – *L'objet du projet HyResponder consiste à proposer des stratégies et des procédures d'intervention sur les véhicules et applications équipés de piles à combustible à hydrogène (PCH). Les stratégies et procédures présentées dans ce document sont destinées à être communiquées aux personnes intervenant dans le cadre d'accidents/incidents impliquant des voitures, des bus et des applications PCH. Ce document est mis à disposition en l'état, à titre d'information uniquement. Les informations qui y figurent sont susceptibles d'être modifiées sans avis préalable. Le projet HyResponder et ses partenaires rejettent toute responsabilité individuelle ou collective en cas d'incident résultant des actions mentionnées de façon implicite ou explicite dans le présent document.*

Page laissée vierge intentionnellement.

TABLE DES MATIERES

Table des matières.....	7
Introduction	1
PARTIE 1 HYDROGÈNE, APPLICATIONS ET RISQUES ASSOCIÉS	3
1. HYDROGÈNE GAZEUX	4
2. HYDROGÈNE LIQUIDE	15
3. DANGERS LIÉS À L'HYDROGÈNE	22
4. OUTILS SPÉCIFIQUES	27
5. PILES À COMBUSTIBLE	30
6. ÉLECTROLYSEURS	32
7. VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE	35
8. STATIONS-SERVICE	45
PARTIE 2 INTERVENTION D'URGENCE	63
9. LES NOMOGRAMMES	64
10 Danger sanitaire en raison de la rupture d'un réservoir AUTONOME suite à un incendie	66
11. Danger sanitaire en raison de la rupture d'un réservoir SOUS UN VÉHICULE suite à un incendie	67
12. Risque pour les bâtiments en raison de la rupture d'un réservoir autonome suite à un incendie	68
13. Risque pour les bâtiments en raison de la rupture d'un réservoir sous un véhicule suite à un incendie	69
14. Durée de purge sous pression	70
15. STRATÉGIE	71
16. TACTIQUE	72
17. GESTION DES APPELS D'URGENCE	74
18. SÉQUENCE D'INTERVENTION DES ÉQUIPES DE SECOURS ET D'INCENDIE 75	
19. ÉQUIPE ET ÉQUIPEMENT DE PREMIERS SECOURS HYRESPONDERS	84
20. VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE	86
21. BUS À PC, CAMIONS À PC, TRAINS À PC	104
22. REMORQUE H2	117
23. STATION-SERVICE	132
24. GÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE FIXE	143
Annexes (UU)	166
GLOSSAIRE	173
RÉFÉRENCES	176

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS	177
TABLE DES MATIÈRES	180

Introduction

Le présent Guide d'Intervention d'Urgence pour applications à pile à combustible et hydrogène destiné aux premiers secours a été tout d'abord produit au cours du projet Response¹ et a été révisé dans le cadre de HyResponder².

Les instructions de ce guide doivent être appliquées par les personnels d'interventions d'urgence, en première ligne et en commandement, entre la réception de l'appel d'urgence et LE REMORQUAGE L'INSPECTION FINALE. Ce guide doit servir de support aux décisionnaires qui maîtrisent déjà les procédures et opérations d'urgence.

La présente version révisée comprend des événements liés à l'hydrogène liquéfié (LH₂). De nouveaux vecteurs de mobilité et de transport comme les bus, les camions et les trains ont été ajoutés. De plus, un nouveau jeu de fiches tactiques opérationnelles a été inséré et la version précédente a été enrichie par de multiples contributions.

Pour tout commentaire et/ou question sur ce Guide d'Intervention d'Urgence, envoyez un courrier électronique à l'adresse : formations.specialisees@ensosp.fr

Comment utiliser le présent guide ?

Il s'agit d'un document en deux parties accompagné d'annexes qui allient des connaissances académiques à des tactiques opérationnelles.

La première partie est consacrée à l'Application de l'Hydrogène et aux Risques associés et a élaboré une définition exhaustive de cet élément de sa propriété physique (gazeux et liquide) à ses applications actuelles et aux menaces y afférentes. Cette partie fournit le bagage théorique qui permet de réaliser correctement la phase de réponse qui est détaillée dans la seconde partie du guide. Le lecteur est renvoyé à des conférences éducatives disponibles sur la Plateforme en ligne HyResponder si de plus amples détails sur un sujet spécifique sont nécessaires. <https://hyresponder.eu/>

La tactique révisée décrite dans la seconde section émane d'un effort collectif de mise à jour des stratégies proposée dans HyResponse. Des diagrammes sont proposés au début pour définir les distances de sécurité en fonction de la pression et du volume d'un réservoir d'hydrogène. De plus, sont incluses les deux tactiques d'intervention principales (offensive et défensive) et leurs avantages, ainsi que leurs inconvénients. Ensuite, la procédure d'intervention d'urgence complète est détaillée (reconnaissance, sauvetage, préparation, résolution d'incident, protection, dégagement), de même que les multiples menaces auxquelles les personnels de secours pourraient faire face (fuite et incendie d'hydrogène). Enfin, des fiches tactiques indiquent de manière concise comment agir dans ces situations en fonction du type de véhicule ou d'unité.

Le présent document doit être considéré comme un recueil d'informations. Les conseils qu'il contient devraient être interprétés en gardant à l'esprit les spécificités nationales et régionales.

Le présent guide constitue l'une des bases de la formation réalisée au cours du projet HyResponder à l'intention des formateurs européens afin de diffuser les connaissances sur le

¹ <http://www.hyresponse.eu/>

² <https://hyresponder.eu/>

risque lié à l'hydrogène dans toute l'Europe. Cette session de formation allie les connaissances académiques et opérationnelles et recueille les informations essentielles regroupées dans le Guide européen d'Intervention d'Urgence sur l'hydrogène.

Page laissée vierge intentionnellement.

PARTIE 1 HYDROGÈNE, APPLICATIONS ET RISQUES ASSOCIÉS



HYDROGÈNE GAZEUX



1. HYDROGÈNE GAZEUX

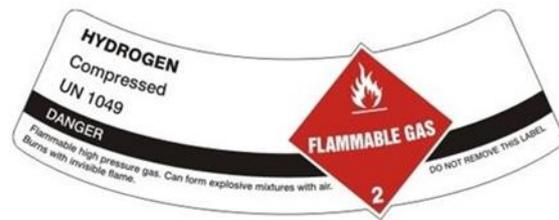
1.1. Identification



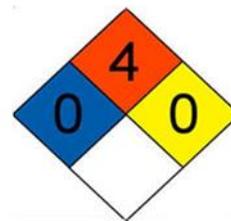
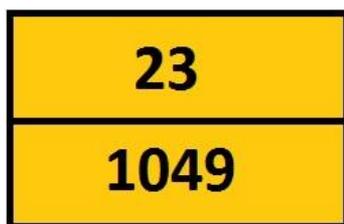
Figure 1 : Lot V18



Figure 2 : Bouteille 50 litres



1.2. ADR, IMDG, IATA



NOM : Hydrogen (En) ; Hydrogène (Fr) ; Dihydrogène (Fr) ; Wasserstoff (D) ; Hidrógeno (Sp) ; Idrogeno (It)



HYDROGÈNE GAZEUX



N° Chemical Abstracts Service (CAS) :	1333-74-0
Numéro CE :	215-605-7
Numéro d'index CE :	001-001-00-9
Formule chimique :	H ₂ ; H—H
Masse molaire :	2 g.mol ⁻¹
NUMÉRO SDS :	SDS-067A-CLP (Air Liquide)

1.3. Classification, Étiquetage, Conditionnement (Règlement CLP)

H220 - Gaz extrêmement inflammable.

H280 - Contient du gaz sous pression. Risque d'explosion en cas d'exposition à la chaleur.

P210 - Tenir à distance des sources de chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et autres sources d'inflammation. Ne pas fumer.

P377 - Incendie en cas de fuite de gaz : Ne pas éteindre, sauf si la fuite peut être bouchée en toute sécurité.

P381 - Éliminer toutes les sources d'inflammation, s'il est possible de le faire en toute sécurité.

P403 - Entreposer dans une pièce bien ventilée.

P410+P403 - Ne pas exposer à la lumière directe du soleil. Entreposer dans une pièce bien ventilée.



HYDROGÈNE GAZEUX



1.4. Caractéristiques fonctionnelles utiles :

Couleur :	Incolore.
Odeur :	Inodore.
Point de fusion :	-259 °C (de solide à liquide)
Point d'ébullition :	-253 °C (de liquide à gazeux)
Température d'auto-inflammation :	560 °C
Plage d'inflammabilité :	4 - 77 % vol. dans l'air
Plage d'explosivité	11 - 59 % vol. ³ dans l'air
Densité relative, hydrogène/air :	0,07/1
Densité relative, air/hydrogène :	14,28/1
Solubilité dans l'eau :	1,6 mg/l
Énergie d'inflammation	0,017 mJ

Sous les conditions standards de température et de pression (273,15 K-0 °C/101,325 kPa -1 bar), l'hydrogène :

- est à l'état GAZEUX
- MONTE/s'élève dans l'air, en raison de sa densité relative à l'air très faible.
- se dissout très rapidement dans l'atmosphère.
- présente une large plage d'inflammabilité.
- peut entrer en combustion en présence d'une source d'énergie très faible (par ex. électricité statique, frottement, choc, chaleur...)
- peut entrer en combustion spontanée en cas d'expulsion soudaine.

Si de l'hydrogène liquide est relâché suite à une fuite, le nuage gazeux peut se déplacer horizontalement ou vers le bas immédiatement après, en raison de sa température extrêmement basse. La condensation atmosphérique peut permettre de rendre visible le nuage gazeux, même si l'hydrogène est intrinsèquement invisible.

³(Alcock et al., 2001)



HYDROGÈNE GAZEUX



1.5. Phénomènes dangereux (VOITURES À PILE À L'HYDROGÈNE)

Les véhicules électriques à pile à combustible (PC) peuvent se présenter sous deux formes :

- Un véhicule alimenté par de l'hydrogène dans une pile à combustible uniquement avec un réservoir de stockage de H₂ à 700 bar
- Un véhicule électrique hybride avec une batterie et un prolongateur d'autonomie à H₂ avec un réservoir de stockage de H₂ à 350 bar

Les réservoirs de carburant embarqués ont un volume d'environ 80 L (2 réservoirs) ou 140 L. Cela permet une réserve de 5 à 7 kg de H₂.

Pour un véhicule électrique à pile à combustible, les principaux événements craints sont les suivants :

- La libération par un Dispositif de décompression à activation thermique (DDAT) ou un autre équipement (par ex. une rupture totale de conduite, perte d'étanchéité de raccords) et ses conséquences se présentent comme suit :
 - purge du réservoir sans inflammation
 - ou libération enflammée :
 - avec inflammation immédiate induisant un jet enflammé,
 - avec inflammation retardée induisant un nuage inflammable et un risque d'explosion de gaz à l'air libre.
- Une rupture mécanique du réservoir induisant une onde de choc.

1.5.1. Conséquences potentielles

1.5.1.1. Libération sans inflammation

Dans le cas d'une libération sans inflammation, le Tableau 6 ci-après donne la durée de purge pour plusieurs volumes de réservoir et différents diamètres de libération.

Les libérations à des diamètres de 0,1 et 1 mm sont représentatives d'une fuite accidentelle due à des raccords serrés ou à des équipements. Les libérations à des diamètres de 2 mm et 4 mm sont plus représentatives d'une libération par DDAT.

Ces valeurs sont intéressantes pour établir le temps nécessaire pour vider entièrement le réservoir et évaluer le risque d'explosion du réservoir en cas d'incendie et la durée minimale nécessaire pour

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	HYDROGÈNE GAZEUX	

protéger le réservoir et éviter l'explosion. Ces valeurs ont été calculées à l'aide d'un outil validé (e-laboratoire⁴) pour une température ambiante de 15 °C.

Tableau 6 : Durée de purge de réservoir pour différents volumes et diamètres de libération

Volume de réservoir	Pression de stockage	Durée de purge			
		0,1 mm	1 mm	2 mm	4 mm
80 l	350 bar	25 h	13 min 20 s	3 min 40 s	52 s
150 l	350 bar	47 h	28 min 10 s	7 min	1 min 40 s
80 l	700 bar	29 h	17 min 10 s	4 min 10 s	56 s
150 l	700 bar	54 h	32 min 20 s	8 min	1 min 50 s

1.5.1.2. Libération avec inflammation immédiate

Dans le cas d'une libération avec inflammation immédiate, un jet enflammé est produit avec des effets thermiques en tant que conséquences dangereuses.

Des exemples de débits de libération pour un jet enflammé horizontal et les conséquences qui s'ensuivent ont été calculés en utilisant un outil validé (e-laboratoire⁵) et sont présentés dans le Tableau 7. La purge du réservoir n'est pas prise en compte, la pression maximale est utilisée. Par conséquent, les distances de sécurité sont prudentes en termes de sécurité.

Tableau 7 : Effets thermiques pour jets enflammés prenant en compte différentes pressions et différents diamètres de libération.

Diamètre de libération	Pression de stockage	Débit de libération	Effets thermiques			
			Longueur de flamme	3 kw.m ²	5 kw.m ²	8 kw.m ²
0,1 mm	350 bar	1,5.10 ⁻⁴ kg.s ⁻¹	0,2 m	0,2 m	< 0,2 m	< 0,2 m
1 mm	350 bar	1,5.10 ⁴ kg.s ⁻¹	2,3 m	2,9 m	2,6 m	< 2,3 m
2 mm	350 bar	6,0.10 ² kg.s ⁻¹	4,5 m	6,4 m	5,6 m	5 m

⁴ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

⁵ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

4 mm	350 bar	$2,4 \cdot 10^1 \text{ kg.s}^{-1}$	9,1 m	14 m	12 m	11 m
0,1 mm	700 bar	$2,7 \cdot 10^4 \text{ kg.s}^{-1}$	0,3 m	0,3 m	< 0,3 m	< 0,3 m
1 mm	700 bar	$2,7 \cdot 10^2 \text{ kg.s}^{-1}$	3 m	4 m	3,5 m	3,2 m
2 mm	700 bar	$1,1 \cdot 10^1 \text{ kg.s}^{-1}$	6,1 m	9 m	8 m	7 m
4 mm	700 bar	$4,3 \cdot 10^1 \text{ kg.s}^{-1}$	12 m	19 m	17 m	15 m

Une autre approche pourrait être d'utiliser des « critères de danger » pour les personnes décrits par LaChance (2010). Les valeurs correspondantes sont données dans le Tableau 8 ci-après.

Tableau 8 : Distance de séparation pour jets enflammés prenant en compte différentes pressions et différents diamètres de libération.

Diamètre de libération	Pression de stockage	Effets thermiques			
		Longueur de flamme	Sans danger	Seuil de douleur	Brûlures au 3 ^e degré
0,1 mm	350 bar	0,2 m	0,7 m	0,6 m	0,4 m
1 mm	350 bar	2,3 m	8 m	7 m	4,6 m
2 mm	350 bar	4,5 m	16 m	14 m	9 m
4 mm	350 bar	9,1 m	32 m	27 m	18 m
0,1 mm	700 bar	0,3 m	1 m	0,9 m	0,6 m
1 mm	700 bar	3 m	11 m	9 m	6 m
2 mm	700 bar	6,1 m	21 m	18 m	12 m
4 mm	700 bar	12,1 m	42 m	36 m	14 m

1.5.1.3. Libération avec inflammation retardée

Pour une libération avec inflammation retardée, une explosion de gaz à l'air libre (UVCE) est envisagée. Un nuage inflammable se forme et son inflammation induit une onde de choc avec des effets de surpression en tant que conséquences dangereuses, diminuant avec la distance par rapport au point d'inflammation.

Les distances de surpression ont été calculées avec la méthode multi-énergie TNO en considérant un niveau 5 ; le débit d'hydrogène est utilisé, et le phénomène est considéré dans le champ libre sans engorgement ou avec un faible engorgement.

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Co-funded by
the European Union

HYDROGÈNE GAZEUX



La libération est considérée comme horizontale et le point d'inflammation est défini à 10 % de H₂ dans l'axe de la libération.

Tableau 9 : Effets de surpression pour UVCE prenant en compte différentes pressions et différents diamètres de libération.

Diamètre de libération	Pression de stockage	Masse d'hydrogène	Effets des surpressions			
			20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar

0,1 mm	350 bar	$6,6 \cdot 10^{-7}$ kg	0,8 m	0,4 m	0,3 m	< 0,3 m
1 mm	350 bar	$6,6 \cdot 10^{-4}$ kg	7,9 m	4,5 m	3 m	2,7 m
2 mm	350 bar	$5,3 \cdot 10^{-3}$ kg	16 m	8,8 m	5,9 m	5,3 m
4 mm	350 bar	$4,2 \cdot 10^{-2}$ kg	31 m	18 m	12 m	11 m
0,1 mm	700 bar	$1,9 \cdot 10^{-6}$ kg	1,1 m	0,7 m	0,4 m	< 0,4 m
1 mm	700 bar	$1,9 \cdot 10^{-3}$ kg	11 m	6,2 m	4,2 m	3,7 m
2 mm	700 bar	$1,5 \cdot 10^{-2}$ kg	22 m	13 m	8,4 m	7,5 m
4 mm	700 bar	$1,2 \cdot 10^{-1}$ kg	44 m	25 m	17 m	15 m

1.5.1.4. Rupture mécanique du réservoir de stockage

Pour évaluer les distances de sécurité maximales, un feu enveloppant est pris en compte sur un réservoir composite autonome (type IV) à une pression maximale de service.

La pression de rupture est de 1,9 fois la pression maximale de service. Le Tableau 10 indique les surpressions caractéristiques.

Tableau 10 : Effets des surpressions dues à une explosion de réservoir prenant en compte différentes pressions et différents volumes de réservoir.

Volume de réservoir	Pression de stockage	Effets des surpressions			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
80 l	350 bar	53 m	27 m	11 m	8 m
150 l	350 bar	66 m	33 m	14 m	10 m
80 l	700 bar	67 m	34 m	14 m	10 m
150 l	700 bar	83 m	41 m	18 m	13 m

Remarque : les distances de sécurité sont très proches pour un réservoir de stockage de type III.

1.6. Phénomènes dangereux (BUS, TRAINS ET CAMIONS À PC À H₂ GAZEUX)

Dans cette section, les bus, trains et camions sont traités ensemble, car ils sont très proches en termes de conception (par ex. pression et volume de stockage, dimension et emplacement du DDT). Actuellement, les bus et trains à pile à combustible existants ont des réservoirs d'hydrogène gazeux (non LH₂) embarqués.

De même que pour les VEPC, les principaux événements craints sont :

Libération par un DDT ou un autre équipement (par ex. rupture totale de conduite, perte d'étanchéité des raccords) et ses conséquences potentielles :

- Une purge du réservoir sans inflammation
- Ou une libération enflammée
 - Avec inflammation immédiate induisant un jet enflammé
 - Avec inflammation retardée induisant un nuage inflammable et un risque d'explosion de gaz à l'air libre
- Une rupture mécanique du réservoir induisant une onde de choc.

Concernant le DDT, pour les VEPC, la sortie du DDT est très proche du sol comparé aux trains et aux bus où la sortie du DDT est (actuellement) située sur le toit. L'emplacement du DDT varie pour les camions à PC à H₂ gazeux ; cela dépend de l'équipementier.

Les réservoirs de stockage sont situés sur le toit des bus et des trains, mais à l'arrière pour les camions.

La pression de stockage est classiquement de 350 bar avec les réservoirs de stockage d'un volume supérieur aux véhicules à PC. Cependant, il faut prévoir que la pression de stockage sera augmentée jusqu'à 700 bar afin d'accroître l'autonomie.

Les volumes de réservoir sont d'environ 170 l (bus, camions) ou 240 l (trains). Le nombre de réservoirs embarqués dépend de l'autonomie souhaitée. Par conséquent, il peut donc y avoir 5 à 10 cuves pour un bus ou un wagon.

La réserve de H₂ à bord est de 30 à 45 kg pour les bus et peut atteindre 180 kg pour les trains.

1.6.1. Conséquences potentielles

1.6.1.1. Libération sans inflammation

Le Tableau 11 donne la durée de purge (temps nécessaire pour vidanger) pour plusieurs volumes de réservoir et différents diamètres de libération.

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	HYDROGÈNE GAZEUX	

Ces valeurs sont utiles pour évaluer le temps requis pour vidanger totalement le réservoir et estimer le risque d'explosion du réservoir en cas d'incendie. Ces valeurs ont été calculées à l'aide d'un outil validé (e-laboratoire⁶) et se fondent sur la ventilation jusqu'à la pression atmosphérique, en prenant en compte l'approche adiabatique et une température ambiante à 15 °C. Il convient de noter le temps de purge accru, comparé à une voiture, en raison de la plus grande réserve d'hydrogène.

Tableau 11 : Durée de purge de réservoir pour différents volumes et diamètres de libération

Volume de réservoir	Pression de stockage	Durée de purge			
		0,1 mm	1 mm	2 mm	4 mm
170 l	350 bar	53 h	32 min	7 min 45 s	1 min 45 s
240 l	350 bar	71 h	45 min	11 min	2 min 40 s
170 l	700 bar	61 h	36 min 30 s	9 min	2 min
240 l	700 bar	>74 h	51 min 40 s	12 min 45 s	3 min

1.6.1.2. Libération avec inflammation immédiate

En cas de libération avec inflammation immédiate, il se produit un jet enflammé qui a comme conséquences dangereuses des effets thermiques. Les pressions et diamètres concernés sont les mêmes que pour les voitures à PC. Par conséquent, les distances correspondant aux effets thermiques pour les jets enflammés données par les Tableaux 7 et 8 s'appliquent.

1.6.1.3. Libération avec inflammation retardée

Pour une libération avec inflammation retardée, une explosion de gaz à l'air libre (UVCE) est considérée. Un nuage inflammable se forme et son inflammation induit une onde de choc avec comme conséquences dangereuses des effets de surpression. La surpression diminue avec la distance par rapport au point d'inflammation.

Les distances de surpression ont été calculées avec la méthode multi-énergie TNO en considérant un niveau 5 ; le débit d'hydrogène est utilisé, et le phénomène est considéré dans le champ libre sans engorgement ou avec un faible engorgement.

Pour les bus, les trains et les camions, les distances de sécurité sont les mêmes que pour les voitures à PC et sont données dans le Tableau 9.

⁶ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

1.6.1.4. Rupture mécanique du réservoir de stockage

Pour évaluer les distances de sécurité maximales, le scénario d'un feu enveloppant sur un réservoir composite autonome (type IV) à une pression maximale de service est pris en compte. Les distances de sécurité pour quatre surpressions sont données dans le Tableau 12.

La pression de rupture est de 1,9 fois la pression maximale de service.

Tableau 12 : Effets des surpressions dues à une explosion de réservoir prenant en compte différentes pressions et différents volumes de réservoir.

Volume de réservoir	Pression de stockage	Effets des surpressions			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
170 l	350 bar	68 m	34 m	15 m	11 m
240 l	350 bar	77 m	38 m	17 m	12 m
170 l	700 bar	86 m	43 m	19 m	13 m
240 l	700 bar	97 m	48 m	21 m	15 m

Il convient de remarquer que les distances de sécurité sont très probablement celles ci-dessus (réservoir de type IV) pour un réservoir de stockage de type III.

2. HYDROGÈNE LIQUIDE

2.1. Identification :

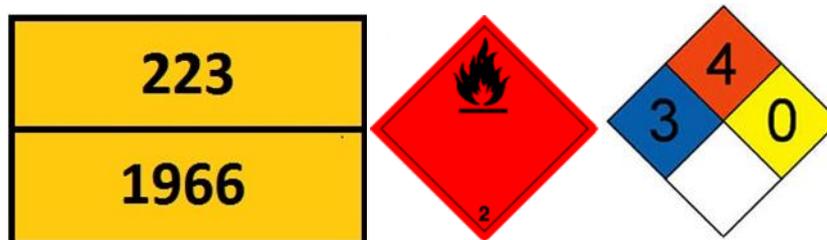


Figure 3 Fig 2 : Camion transportant de l'hydrogène cryogénique.
Source : Banque d'images Air Liquide

2.2. Danger



2.3. ADR, IMDG, IATA





HYDROGÈNE LIQUIDE



NOM :	Liquid Hydrogen (En) ; Hydrogène liquide (Fr)
N° Chemical Abstracts Service (CAS) :	1333-74-0
Numéro CE :	215-605-7
Numéro d'index CE :	001-001-00-9
Formule chimique :	H ₂ ; H—H
Masse molaire :	2 g.mol ⁻¹
NUMÉRO SDS :	SDS-067R-CLP (Air Liquide)

2.4. Classification, Étiquetage, Conditionnement (Règlement CLP)

H220 - Gaz extrêmement inflammable.

H281 - Contient du gaz réfrigéré. Peut causer des brûlures ou des blessures cryogéniques.

P210 - Tenir à distance des sources de chaleur, des surfaces chaudes, des étincelles, des flammes nues et autres sources d'inflammation. Ne pas fumer.

P377 - Incendie en cas de fuite de gaz : Ne pas éteindre, sauf si la fuite peut être bouchée en toute sécurité.

P381 - Éliminer toutes les sources d'inflammation, s'il est possible de le faire en toute sécurité.

P336 - Dégeler les pièces gelées à l'eau tiède. Ne pas frotter la zone concernée.

P315 - Demander immédiatement l'avis ou l'intervention d'un médecin.

P403 - Entreposer dans une pièce bien ventilée.

P410 - Ne pas exposer à la lumière directe du soleil.



HYDROGÈNE LIQUIDE



2.5. Caractéristiques fonctionnelles utiles :

Couleur :	Incolore.
Odeur :	Inodore.
Point de fusion :	-259 °C (de solide à liquide)
Point d'ébullition :	-253 °C (de liquide à gazeux)
Température d'auto-inflammation :	560 °C
Plage d'inflammabilité :	4 - 77 % vol. dans l'air
Plage d'explosivité	11 - 59 % vol. ⁷ dans l'air
Densité relative, hydrogène/air (gaz) :	0,07/1
Densité relative, air/hydrogène (gaz) :	14,28/1
Rapport volumétrique LH₂/GH₂	1 : 848
Densité LH ₂ (au point d'ébullition normal)	70,78 kg/m ³
Solubilité dans l'eau :	1,6 mg/l
Énergie d'inflammation	0,017 mJ

Sous les conditions standards de température et de pression (273,15 K-0 °C/101,325 kPa -1 bar), l'hydrogène :

- est à l'état GAZEUX
- MONTE (s'élève) dans l'air, en raison de sa densité relative à l'air très faible.
- se dissout très rapidement dans l'atmosphère.
- présente une large plage d'inflammabilité.
- peut entrer en combustion en présence d'une source d'énergie très faible (par ex. électricité statique, frottement, choc, chaleur...)
- peut entrer en combustion spontanée en cas d'expulsion soudaine.

⁷(Alcock et al., 2001)

Si de l'hydrogène liquide est relâché suite à une fuite, le nuage gazeux peut se déplacer horizontalement ou vers le bas immédiatement après, en raison de sa température extrêmement basse. La condensation atmosphérique peut permettre de rendre visible le nuage gazeux, même si l'hydrogène est intrinsèquement invisible.

En raison du rapport volumétrique LH2/GH2 (1:848), la vaporisation du LH2 dans un récipient fermé entraîne une violente hausse de pression.

2.6. Phénomènes dangereux

Pour un stockage d'hydrogène liquide à bord, les principaux événements craints sont :

- Une libération cryogénique liquide
 - une libération non enflammée :
 - avec brûlures cryogéniques et/ou oxygène insuffisant (anoxie) dans les espaces confinés
 - une libération enflammée :
 - avec inflammation immédiate induisant un jet enflammé
 - avec inflammation retardée induisant un nuage froid inflammable direct et un risque d'explosion de gaz à l'air libre ou une réserve de liquide cryogénique suivie d'un nuage inflammable dû à une vaporisation d'hydrogène
- Une rupture mécanique du réservoir induisant une onde de choc.

2.6.1. Conséquences potentielles

2.6.1.1. Libération sans inflammation

Comme indiqué précédemment, en cas de libération sans inflammation, les principaux risques pour les premiers secours sont les brûlures cryogéniques et/ou l'appauvrissement en oxygène (anoxie).

Une protection individuelle adaptée peut être utilisée pour protéger les premiers secours de ces dangers.

2.6.1.2. Libération avec inflammation immédiate

En cas de libération avec inflammation immédiate, il se produit un jet enflammé dont le danger principal sont les effets thermiques.

Les débits de libération et les conséquences ont été calculés en utilisant un outil validé (e-laboratoire⁸).

Tableau 13 : Effets thermiques pour jets enflammés prenant en compte différentes pressions et différents diamètres de libération.

Diamètre de libération	Pression de stockage	Débit de libération liquide	Effets thermiques			
			Longueur de flamme	3 kw.m ²	5 kw.m ²	8 kw.m ²
0,1 mm	1 bar	8,7.10 ⁻⁶ kg.s ⁻¹	0,1 m	< 0,1 m	< 0,1 m	< 0,1 m
1 mm	1 bar	8,7.10 ⁻⁴ kg.s ⁻¹	0,8 m	0,9 m	0,8 m	0,7 m
2 mm	1 bar	3,5.10 ⁻³ kg.s ⁻¹	1,5 m	1,7 m	1,5 m	1,4 m
4 mm	1 bar	1,4.10 ⁻² kg.s ⁻¹	3,1 m	3,8 m	3,3 m	3 m

Tableau 14 : Distance de séparation pour jets enflammés prenant en compte différentes pressions et différents diamètres de libération.

Diamètre de libération	Pression de stockage	Effets thermiques			
		Longueur de flamme	SANS danger	Seuil de douleur	Brûlures au 3 ^e degré
0,1 mm	1 bar	0,1 m	0,4 m	0,3 m	0,2 m
1 mm	1 bar	0,8 m	2,8 m	2,4 m	1,6 m
2 mm	1 bar	1,5 m	5,3 m	4,5 m	3 m
4 mm	1 bar	3,1 m	10,9 m	9,3 m	6,2 m

⁸ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/> appliquant l'équation d'état fondée sur l'énergie libre de Helmholtz et l'approche de Schefer.

2.6.1.3. Libération avec inflammation retardée

Pour les libérations avec inflammation retardée, une explosion de gaz à l'air libre (UVCE) est considérée. Un nuage inflammable se forme et son inflammation induit une onde de choc avec comme conséquences dangereuses des effets de surpression. La surpression diminue avec la distance par rapport au point d'inflammation.

Des distances de surpression indicatives ont été calculées et sont présentées dans le Tableau 15. Elles ont été calculées avec la méthode multi-énergie TNO en considérant un niveau 5 ; le débit d'hydrogène est utilisé, et le phénomène est considéré dans le champ libre sans engorgement ou avec un faible engorgement. La libération est considérée comme horizontale et le point d'inflammation est défini à 10 % de H₂ dans l'axe de la libération.

Tableau 15 : Effets de surpression pour UVCE prenant en compte différentes pressions et différents diamètres de libération.

Diamètre de libération	Pression de stockage	Masse d'hydrogène	Effets des surpressions			
			20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
0,1 mm	1 bar	2,5.10 ⁻⁸ kg	0,3 m	0,2 m	< 0,2 m	< 0,2 m
1 mm	1 bar	2,5.10 ⁻⁵ kg	2,6 m	1,5 m	1 m	0,9 m
2 mm	1 bar	2,0.10 ⁻⁴ kg	5,3 m	3 m	2 m	1,8 m
4 mm	1 bar	1,6.10 ⁻³ kg	10,5 m	6 m	4 m	3,6 m

2.6.1.4. Rupture mécanique du réservoir de stockage

Pour évaluer les distances de sécurité, le scénario d'un réservoir cryogénique autonome (type I) dans un feu enveloppant à la pression maximale de service est envisagé. Les distances de sécurité pour différentes surpressions sont présentées dans le Tableau 16.

La pression de rupture est de 1,9 fois la pression maximale du liquide.

Tableau 16 : Effets des surpressions dues à une explosion de réservoir prenant en compte différents volumes de réservoir.

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

HYDROGÈNE LIQUIDE



Volume de réservoir	Pression maximale de liquide	Effets des surpressions			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
0,5 m ³	13 bar	32 m	16 m	7 m	5 m
1 m ³	13 bar	41 m	20 m	9 m	6 m
15 m ³	13 bar	100 m	50 m	22 m	15 m

3. DANGERS LIÉS À L'HYDROGÈNE

L'hydrogène est un gaz incolore, inodore, insipide, non toxique, non corrosif mais hautement inflammable. À l'état gazeux, il peut être stocké à température ambiante dans un récipient haute pression. À l'état liquide, il peut être conservé dans un réservoir cryogénique. Les dangers de l'hydrogène sont liés à ses propriétés chimiques et physiques.

3.1. Asphyxie

S'il est relâché dans un espace fermé ou confiné, l'hydrogène peut se substituer à l'oxygène et entraîner une asphyxie par appauvrissement en oxygène (anoxie). Les effets commencent à se manifester lorsque la concentration en oxygène dans l'air est inférieure à 18 % (la concentration normale est entre 20 et 21 %).

3.2. Pression

L'hydrogène gazeux est stocké dans des cuves mises sous pression à 700 bar. La rupture d'une cuve ou d'une conduite sous pression peut entraîner de graves blessures.

La transition de phase liquide à gazeuse entraîne une hausse du volume occupé, de l'ordre de 1 à 845. Ainsi, la pression augmente extrêmement rapidement dans les espaces confinés.

3.3. Bruit

En raison de la pression requise pour le stockage (350-700 bar), une fuite d'hydrogène gazeux est susceptible de causer une déflagration sonore pouvant atteindre 130-140 dB (des dommages auditifs peuvent survenir au-delà de 90 dB et une douleur peut être ressentie à partir de 120 dB).

3.4. Fragilisation

Les molécules d'hydrogène sont les plus petites connues à ce jour. L'interaction de l'hydrogène avec la structure du matériau de confinement peut entraîner une perte de résistance structurelle et entraîner la fragilisation des conduites et des cuves, pouvant aller jusqu'à leur rupture.

3.5. Cryogénie

À pression ambiante, l'hydrogène liquide doit être stocké à une température de 20,3 °K (-252,85 °C/-423,13 °F). Comme cette température est extrêmement basse, tout contact direct avec la peau d'hydrogène liquide ou gazeux entraîne des brûlures cryogéniques immédiates.

3.6. Combustion

L'hydrogène est fortement inflammable et explosif. Sa plage d'inflammabilité dans l'air est de 4-75 % [% v/v] et l'énergie de combustion minimum est de 0,02 mJ. L'hydrogène présente une plage d'explosivité plus large que les autres carburants. La plus large plage d'explosivité de l'hydrogène dans l'air est de 11 à 59 % en volume⁹. L'hydrogène brûle en générant des flammes bleu pâle, sans émettre de lumière visible de jour ni de fumée, sauf si certains matériaux ou particules sont entraînés et brûlent avec le mélange combustible. Dans l'air, une flamme d'hydrogène n'est visible que sur 30 % de sa

⁹ Alcock et al., 2001

longueur. Les flammes d'hydrogène produisent moins de chaleur que les flammes d'hydrocarbure. L'être humain ne peut ainsi ressentir cette chaleur physiquement que lorsqu'il entre en contact avec les flammes. Dans les zones à risque, l'hydrogène peut fuir, se renverser ou s'accumuler pour former des mélanges potentiellement combustibles, et déclencher un incendie qui peut passer inaperçu, même sous surveillance directe.

3.7. Rappel des événements et phénomènes craints

BLEVE → Overpressure and Radiative fluxes Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

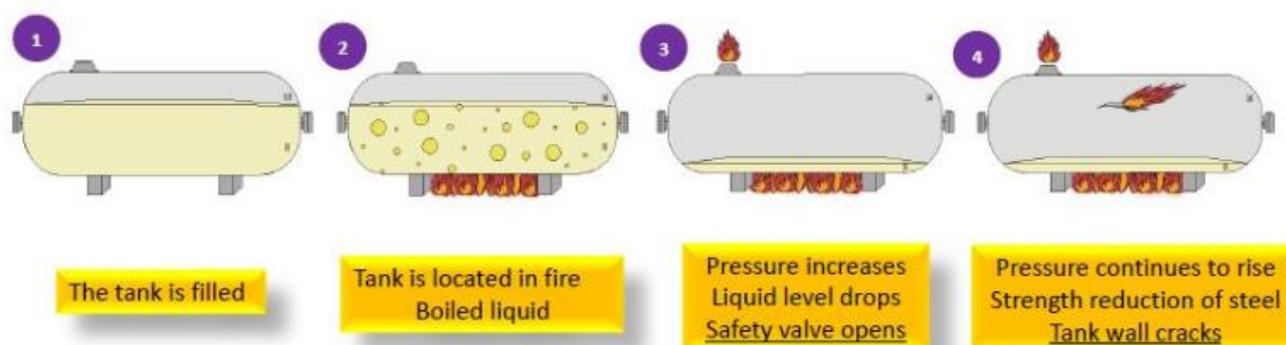


Figure 4 : Représentation de l'effet BLEVE - Source : Banque d'images Air Liquide

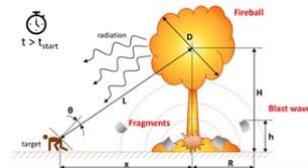
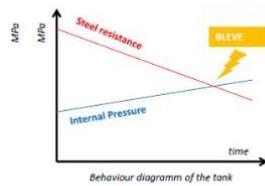


Figure 5 : Représentation de l'effet BLEVE - Source : Banque d'images Air Liquide

Massive spillage → **Overpressure**
Vaporization / Dispersion / Flammable cloud
/ Ignition / Deflagration

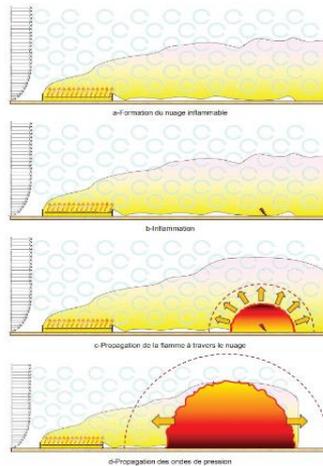


Figure 6 : Représentation d'un déversement massif. Source : Banque d'images Air Liquide



RPT → Overpressure

Rapid Phase Transition

Liquid hydrogen at cryogenic temperature into contact with water → quick heating and violent vaporization → cold explosion, flameless (very low probability for LH₂)



Figure 5 : Représentation de la Transition de Phase rapide Source : Banque d'images Air Liquide

LH₂ release - unignited → Flammable cloud



Figure 6 : Libération de LH₂ (non enflammée) - Source : Banque d'images Air Liquide

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Co-funded by
the European Union

DANGERS LIÉS À L'HYDROGÈNE



LH₂ release - ignited → Radiative heat fluxes



Figure 7 : Libération de LH₂ (enflammée) - Source : Banque d'images Air Liquide

4. OUTILS SPÉCIFIQUES

4.1. Équipement d'imagerie thermique

Les premiers secours peuvent utiliser des dispositifs d'imagerie thermique pour pouvoir visualiser les flammes d'hydrogène dans l'air (voir figures 8 à 10).

Un thermomètre laser permet aussi d'identifier en toute sécurité les éléments à faible ou haute température.



Figure 8 : Incendie d'un réservoir d'hydrogène (700b) (ENSOSP 2014).



OUTILS SPÉCIFIQUES

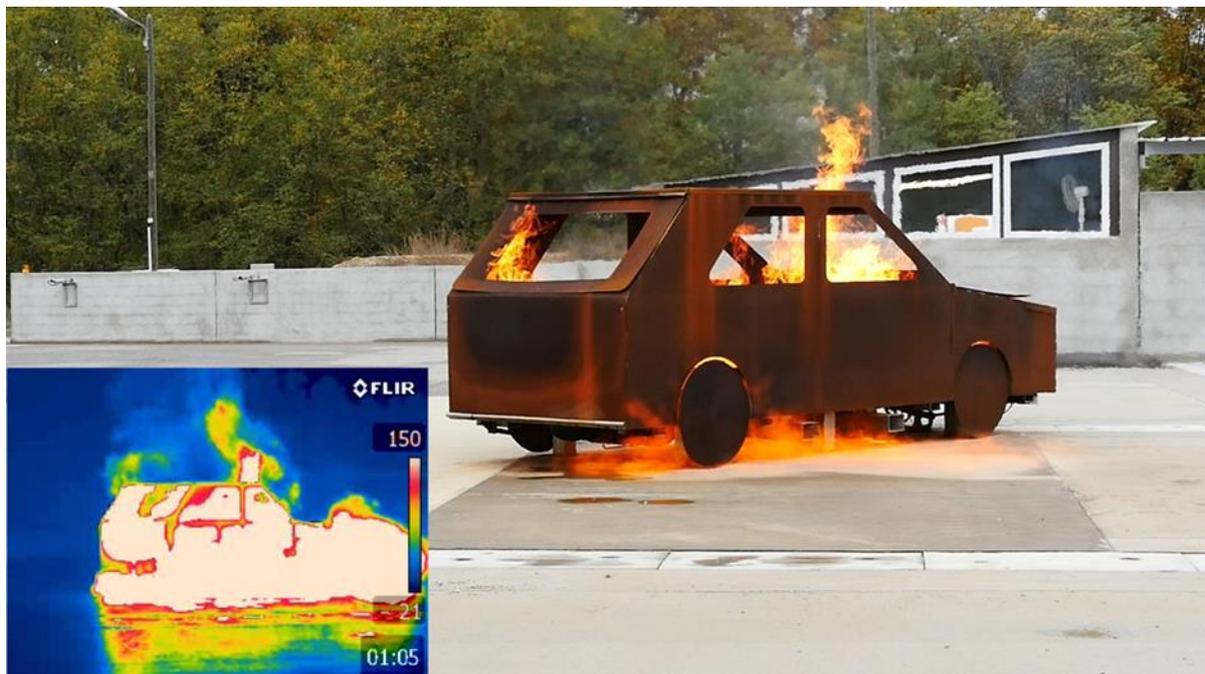


Figure 9 : Flamme d'hydrogène sous une maquette de voiture à l'hydrogène (ENSOSP 2016)



Figure 10 : Flamme d'hydrogène horizontale sur la plate-forme opérationnelle ENSOSP (uniquement visible avec une caméra thermique)

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	OUTILS SPÉCIFIQUES	

4.2. Moniteur monogaz

Les moniteurs monogaz ou multigaz affichent en continu les concentrations gazeuses dans l'atmosphère. Ils peuvent être utilisés pour surveiller les niveaux d'O2 et de H2. Les premiers secours peuvent utiliser cet équipement pour évaluer la zone de danger, la définir ou la modifier.

Pour rappel, un détecteur catalytique pour d'autres gaz inflammables permet de détecter la présence d'hydrogène, mais la concentration affichée n'est pas fiable.

--	--	--

5. PILES À COMBUSTIBLE

5.1. Principe

La pile à combustible est un générateur électrochimique qui produit de l'électricité, de la chaleur et de l'eau (pure) à partir d'un carburant (l'hydrogène) et d'un gaz combustible (l'oxygène, qui peut être pur ou provenant de l'air ambiant).

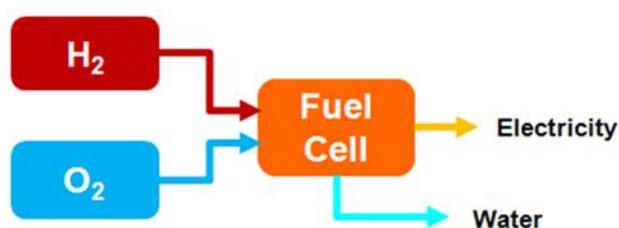


Figure 11: Principe de la pile à combustible

Il existe différents types de pile à combustible à hydrogène. Le plus courant est une pile à combustible avec membrane échangeuse de protons (MEP).

5.1.1. Pile à Combustible avec Membrane Échangeuse de Protons

Au niveau de l'anode, les molécules d'hydrogène H_2 sont séparées en protons H^+ et en électrons e^- , sous l'effet d'un catalyseur : $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$,

Les protons traversent les membranes pour être acheminés vers une cathode, alors que les électrons traversent le circuit électrique externe.

Au niveau de la cathode, les molécules d'oxygène O_2 , les électrons et les protons s'assemblent pour former de l'eau : $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$.

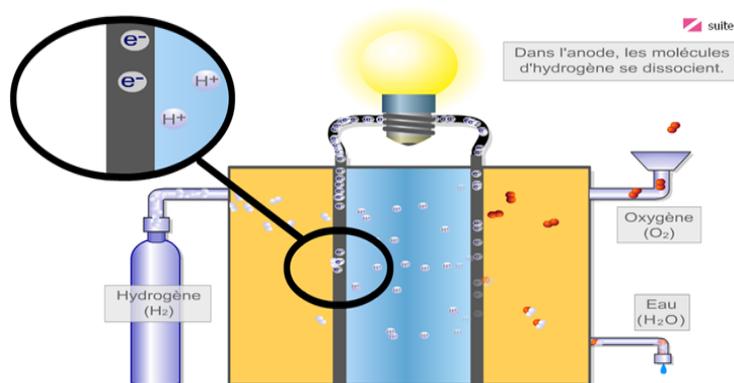


Figure 12 : Principe de fonctionnement de la pile à combustible

Les électrodes (anode et cathode), ainsi que la membrane, sont associées pour former un ensemble membrane-électrode (EME).

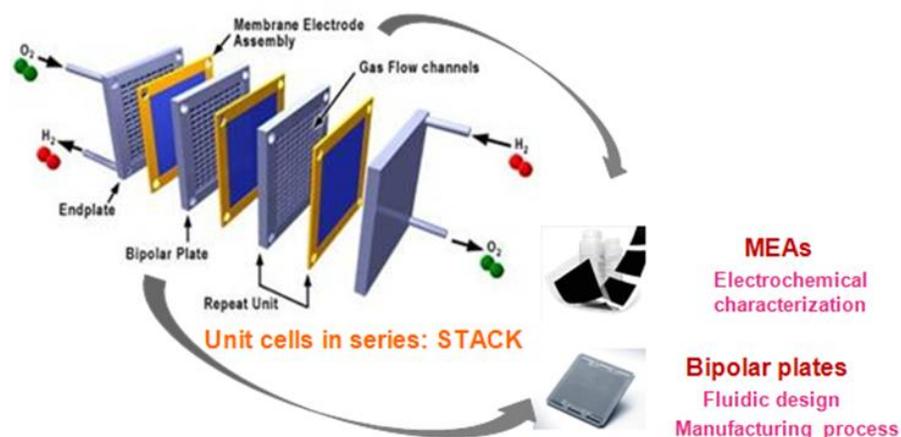


Figure 13 : EME (Ensemble Membrane Électrode)



Figure 14 : Alimentation de secours de la pile à combustible associée au centre de données IP Energy.

5.2.

Principaux risques associés aux piles à combustible

- Équipement haute tension
- Gaz (hydrogène) inflammable sous pression
- Équipement sous pression
- Accumulation possible de gaz confinés

6. ÉLECTROLYSEURS

6.1. Principe

Un électrolyseur produit de l'hydrogène et de l'oxygène à partir d'eau et d'électricité.



Figure 15 : Principe de l'électrolyseur

6.2. ÉLECTROLYSEUR avec membrane échangeuse de protons (MEP)

L'électrolyseur MEP convertit de l'énergie électrique en énergie chimique. Il peut être considéré comme le dispositif opposé à la pile à combustible. La conversion s'effectue dans deux chambres, séparées par une membrane échangeuse de protons (MEP). Par l'application d'une tension continue, l'eau est dissociée en hydrogène (H_2) et en oxygène (O_2), respectivement aux pôles négatif et positif.

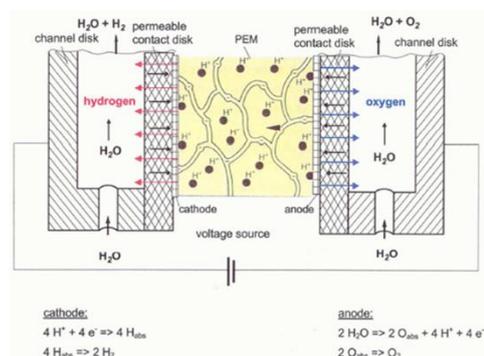


Figure 16 : Principe de la MEP

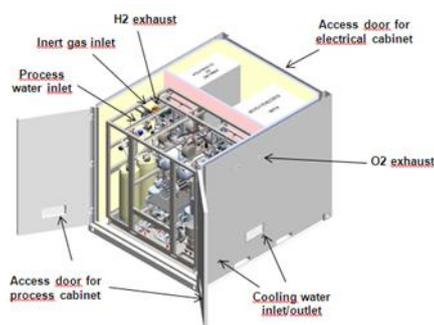


Figure 17 : Caractéristiques techniques et photo de la pile à combustible MEP de stockage d'énergie AREVA New Stack

6.3. Électrolyseur alcalin

Les électrolyseurs alcalins possèdent deux électrodes immergées dans un électrolyte alcalin liquide, composé d'une solution de potasse caustique (hydroxyde de potassium ou KOH) à une concentration de 25 % à 80 °C jusqu'à 40 % à 160 °C. Les deux électrodes sont séparées par un diaphragme. Ce diaphragme a deux fonctions : séparer les gaz produits (hydrogène et oxygène) et les isoler des ions hydroxyde (OH⁻) et des molécules d'eau.

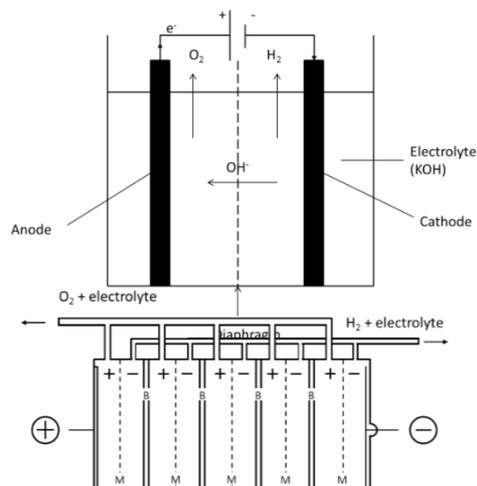
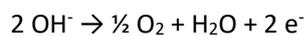
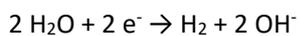


Figure 18: Principe de l'électrolyseur alcalin

Au niveau de l'anode :



Au niveau de la cathode :



Réaction totale :

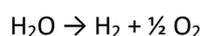


Figure 19 : Électrolyseur alcalin IHT type S-556, 760 Nm³/h et 30 bar

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

ÉLECTROLYSEURS



6.4. Principaux risques associés aux électrolyseurs :

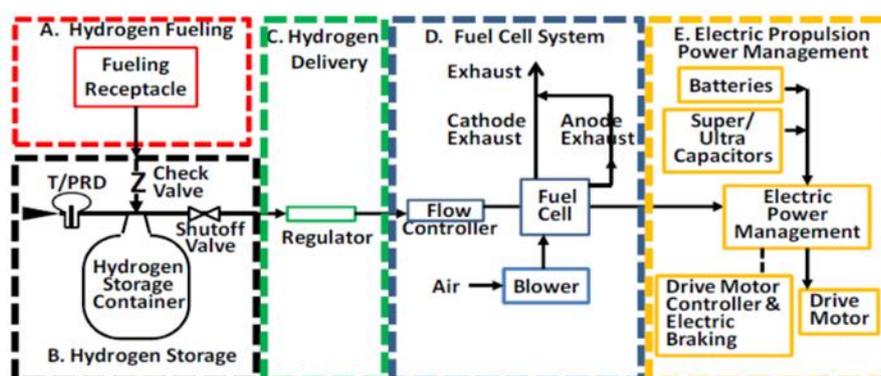
- Équipement haute tension
- Gaz (hydrogène) inflammable sous pression
- Gaz (oxygène) combustible/comburant sous pression
- Solution alcaline à haute température
- Équipement sous pression
- Accumulation possible de gaz confinés

7. VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE

7.1. Principe

Les véhicules à hydrogène sont des véhicules électriques (E) associés à une pile à combustible à hydrogène (A-B-C-D).

La pile à combustible est alimentée en hydrogène et en oxygène (de l'air ambiant) et produit l'électricité nécessaire pour charger des batteries et faire tourner des moteurs électriques.



7.2. Types de véhicules à PILE À COMBUSTIBLE

Plusieurs types de véhicules peuvent être alimentés en hydrogène. Il s'agit généralement de voitures, de bus et de chariots élévateurs. Des prototypes existent pour les deux roues et motos.

7.2.1. Voitures

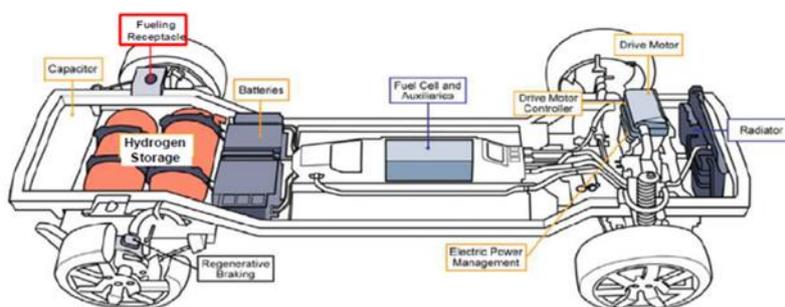


Figure 20: Principe de la voiture à pile à combustible (GTR, Véhicule à hydrogène UNE-ECE 2012)

7.2.2. Chariots élévateurs



Figure 21 : Chariot élévateur alimenté en hydrogène Source : Air Liquide (2018)

Les applications et infrastructures de chariot élévateur utilisent de l'hydrogène gazeux :

- à 200 bar pour le stockage
- jusqu'à 1000 bar pour le stockage intermédiaire dans des tampons
- à 350 bar dans le stockage embarqué des chariots élévateurs

7.2.3. Bus

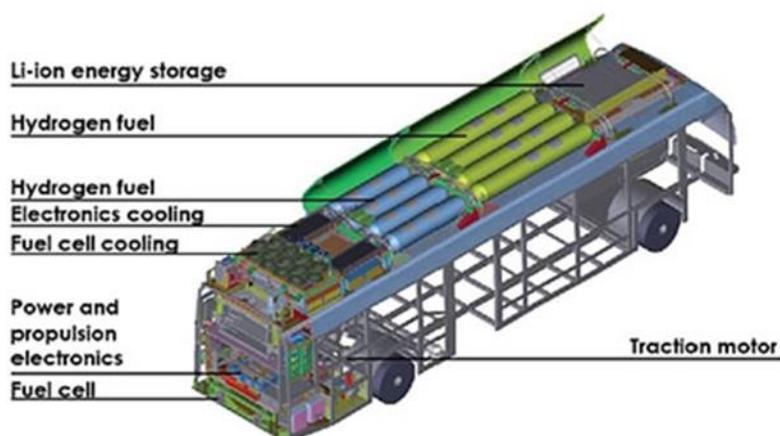


Figure 22: Principe de bus à pile à combustible



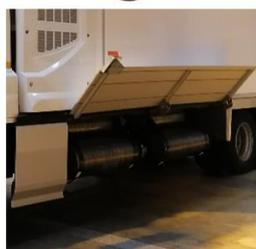
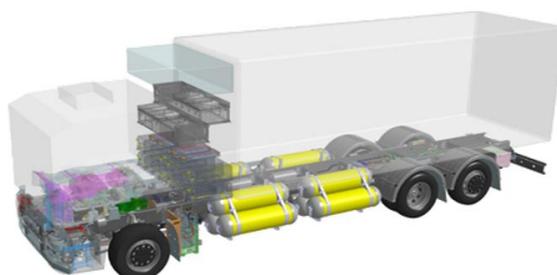
VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE



7.2.4. Camions

Information for *HyResponder* : user case *Hydrogen Truck* by *GreenGT*

Porteur/Rigid Truck (26 tons) + trailer (18 tons)	
Hydrogen Pressure	350 bars (next version 700 bars 2022)
Number of Tanks	12
Physical shielding	Lateral Metal skirts
Piping rupture mitigation	Excess flow valve
Number of TPRD	24 (2 per tank)
Total Weight	45 kg
Certification	EC79
Safety concept	Auto shut off



*For training purposes only
Do not diffuse outside EERG scope*

Figure 23 : Éléments clés de Camion à Hydrogène (44 tonnes)

7.2.5. Trains

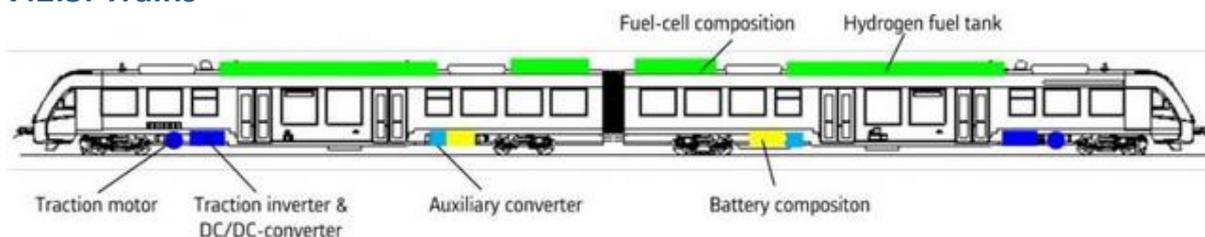
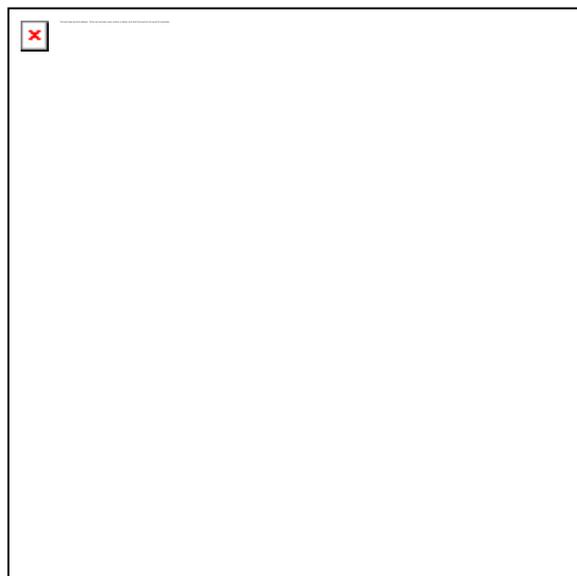


Figure 24: Présentation d'un train à hydrogène (iLint) source : Alstom



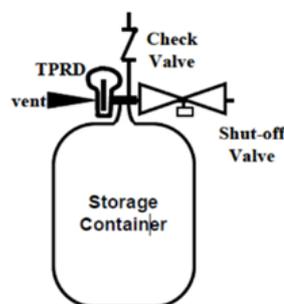
7.3. Hydrogène embarqué dans les véhicules à pile à combustible

7.3.1. Stockage de l'hydrogène

L'hydrogène est classiquement stocké sous forme de gaz sous pression dans des réservoirs embarqués dans le véhicule. La pression des réservoirs peut être de 350 bar pour les bus et de 700 bar pour les voitures.

Le principal danger avec les réservoirs est la rupture due à une augmentation de pression due à une hausse de la température.

Pour empêcher toute rupture d'un réservoir due à une hausse de pression, chaque réservoir est équipé d'un dispositif de décompression



thermique (DDT). Ce DDT est conçu pour s'ouvrir lorsque la température environnante atteint 110 °C (230 °F) afin de relâcher l'hydrogène dans l'atmosphère.

La conduite d'aération est montée sur le toit des bus, sur le côté des chariots élévateurs, et

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE



peut se trouver sur le toit des voitures ou plus fréquemment être située entre les roues arrière, orientée vers le pare-chocs arrière du véhicule.

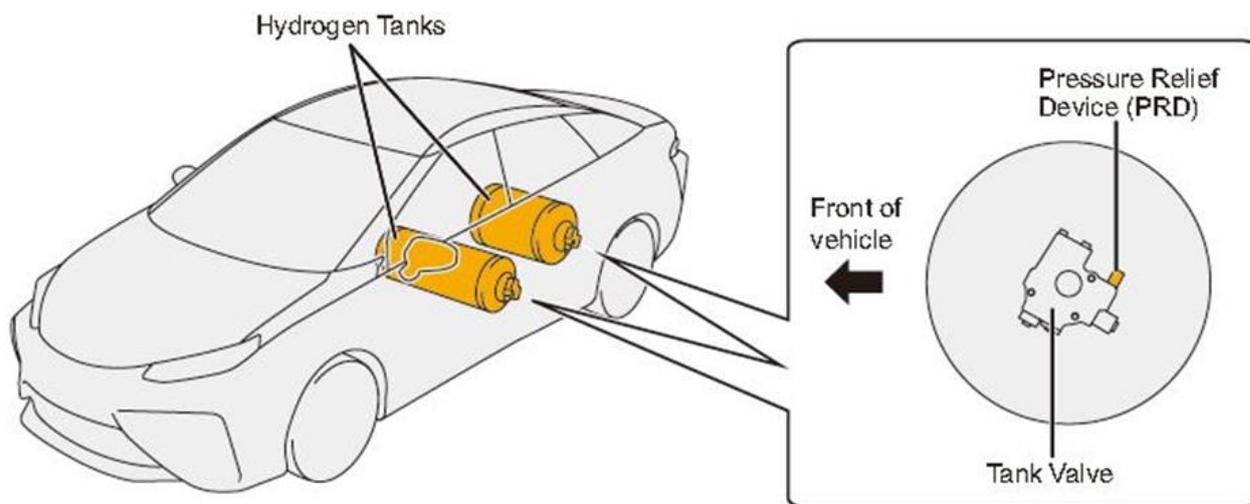


Figure 25: Emplacement du DDT (Guide Toyota d'intervention)

7.3.2. Alimentation

Les réservoirs d'hydrogène se remplissent dans des stations-service, par une trappe spéciale.



Figure 26: Trappe de réservoir de Toyota Mirai.



VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE



7.4. Risques associés aux véhicules à pile à combustible

Les Véhicules à Pile à Combustible sont également des véhicules électriques. Les risques associés sont :

En cas de panne, d'incendie ou d'accident de la route, interventions de désincarcération :

Risque	Origine	Situation
Électrocution	Batteries Supercondensateurs	Choc électrique dû à un dysfonctionnement, à un incendie, à un accident, à une désincarcération
Brûlures	Combustion des alliages métal	Projections de métal fondu en raison d'un agent inapproprié (eau) pour éteindre l'incendie
Incendie violent inextinguible	Batteries	Mort des batteries en cas d'incendie
Intoxication	Fuite toxique de l'électrolyte des batteries	Incendie ou défaut de confinement (accident)

Cependant, l'usage spécifique de l'hydrogène implique d'autres risques :

Risque	Origine	Situation
Asphyxie	Hydrogène (asphyxiant simple)	Fuite d'hydrogène non enflammée dans un espace confiné
Brûlures	Flamme H2 invisible	Incendie du véhicule ET activation du DDT
Onde de choc	Explosion du réservoir de H2	Incendie du véhicule ET défaillance du DDT/de l'enveloppe
Onde de choc et onde thermique	Explosion du nuage de H2 (UVCE)	Fuite de H2 et source d'inflammation

7.5. Identification des véhicules à pile à combustible



Figure 27: Étiquette H₂

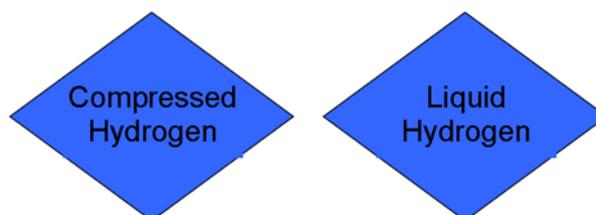


Figure 28: Diamants bleus (É.-U.)



Figure 29: Mention sur le véhicule (Guide d'intervention en cas d'urgence Ix35 Toyota)



VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE



Figure 30 : Étiquette proposée par CTIF à ISO (projet)

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE



Page laissée vierge intentionnellement.

8. STATIONS-SERVICE

8.1. Principe

La principale fonction d'une station-service d'hydrogène (HRS) est de remplir les réservoirs des véhicules (chariot élévateur, bus, voiture) alimentés par des piles à combustible avec de l'hydrogène. La majorité des stations-service fournissent de l'hydrogène gazeux. L'hydrogène gazeux, contenu initialement dans une cuve à une pression de 200 bars, est comprimé dans la cuve haute pression (HP). Lors du plein, le réservoir se remplit par un équilibrage de pression.

La pression du réservoir haute pression est de 450 bar pour les chariots élévateurs et les bus, et de 1 000 bar pour les voitures.

La pression dans un réservoir de véhicule est de 350 bar pour les chariots élévateurs et les bus, et 700 bar pour les voitures.

Pour remplir le véhicule aussi vite que possible, l'hydrogène peut être refroidi pendant le plein à l'aide d'un réservoir d'azote liquide cryogénique ou d'une unité de froid.

Le distributeur peut se trouver dans un bâtiment dédié ou en extérieur.

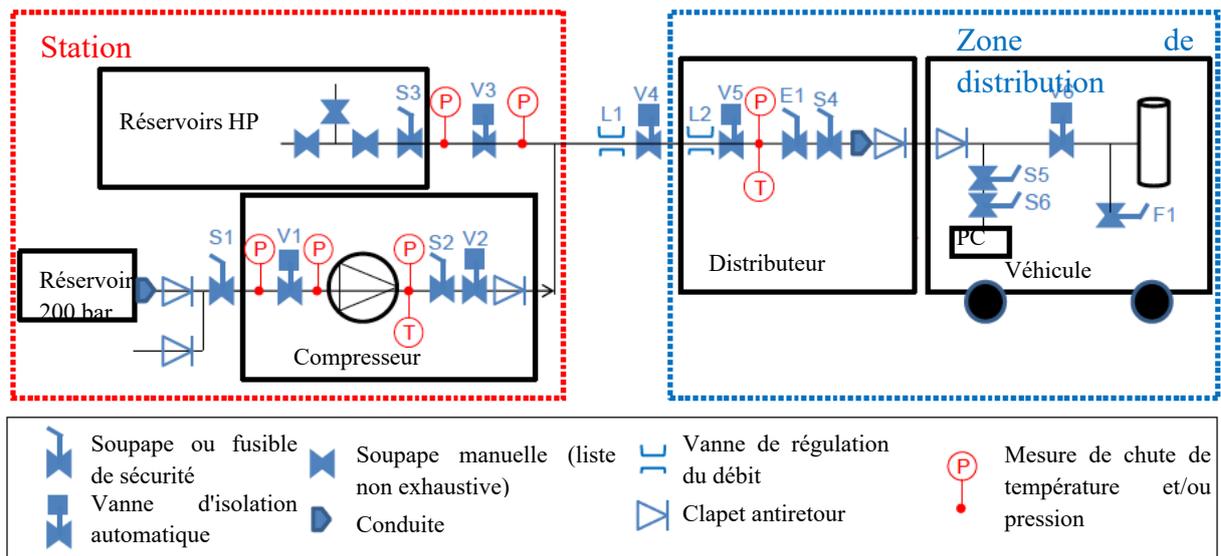


Figure 31: Diagramme d'une installation HRS



STATIONS-SERVICE



8.2. Exemples de stations-service



Figure 32: Station-service (Air Liquide Allemagne)



Figure 33: Station-service (Vattenfall Hambourg)



Co-funded by the European Union

STATIONS-SERVICE



Figure 34: Distributeur pour chariot élévateur (Air Liquide)



Figure 35 : Distributeur 700 bar (Vattenfall-Hamburg)

*Figure 36: Distributeur 350 bar
(Vattenfall Hambourg)*



*Figure 37: Station-service en intérieur pour chariot
élevateur (distributeur)*



Figure 38 : Station-service à cuve basse pression 200 bar



Figure 39 : Station-service à cuve haute pression 1 000 bar

**8.3.**

Figure 40 : Dispositif d'arrêt d'urgence de station-service éloigné du distributeur (aéroport de Hambourg)

Risques associés aux stations-service

Équipement électrique
Gaz (hydrogène) inflammable sous pression
Équipement sous pression
Accumulation possible de gaz confinés

8.4. Phénomènes dangereux (remorques d'hydrogène gazeux et stations-service)

Les remorques et les stations-service sont très semblables en termes de taille et d'événements craints. C'est pourquoi elles sont traitées dans la même section.

Pour les stations-service fondées sur le stockage d'hydrogène gazeux, dans la majorité des cas, une remorque est utilisée comme stockage au niveau de la station. Un système d'échange est utilisé, à savoir un échange « plein pour vide. » La majorité des remorques sont composées de tubes en acier de 200 bar (à savoir des récipients de type I) de 2 m³ chacun.

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	<h1>STATIONS-SERVICE</h1>	

Afin d'augmenter la capacité, les nouvelles remorques ont été conçues avec des récipients de type IV, d'une capacité de 350 l chacun, permettant d'atteindre une pression de stockage pouvant aller jusqu'à 700 bar.

Les images dans les sections suivantes présentent les principaux événements craints pour les remorques de gaz et les stations-service.

Gaseous H₂

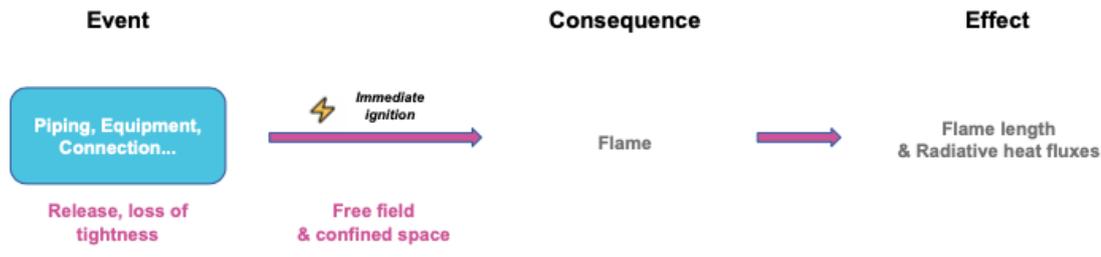
Feared events on storage or high pressure capacities



Gaseous H₂

Feared events on connections or other releasing equipment

Release with immediate ignition

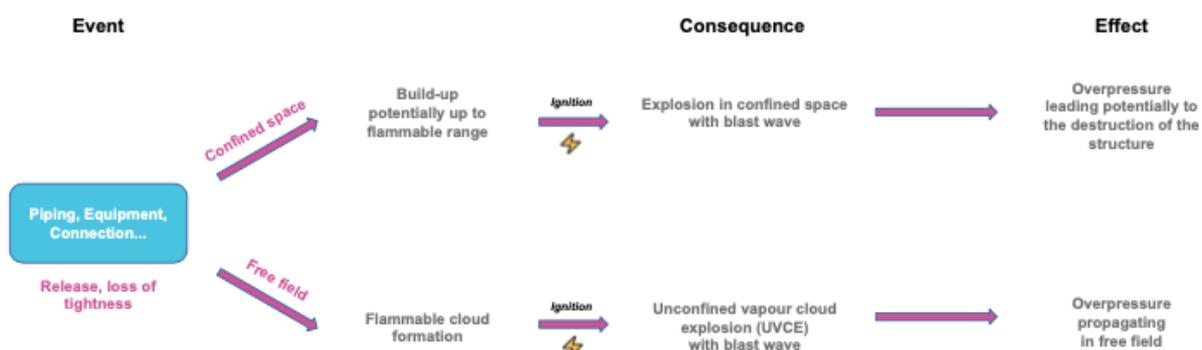




Gaseous H₂

Feared events on connections or other releasing equipment

Release with delayed ignition



8.4.1. Conséquences potentielles

8.4.1.1. Libération sans inflammation

Pour le cas d'une libération sans inflammation, le Tableau 17 donne la durée de purge pour les réservoirs de stockage et les pressions maximales de service associées potentiellement disponibles dans une station-service.

Un outil validé (e-laboratoire)¹⁰ a été utilisé pour évaluer ces durées de purge de la pression de stockage à la pression atmosphérique¹¹.

Tableau 17 : Durée de purge de réservoir pour différents volumes et pressions de stockage

Volume de réservoir	Pression de stockage	Durée de purge
---------------------	----------------------	----------------

¹⁰ <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

¹¹ considérant une approche adiabatique et une température ambiante à 15 °C

		1 mm	2 mm	4 mm	6 mm
2 m ³	200 bar	5 h 30 min	1 h	16 min 40 s	9 min 10 s
350 l	700 bar	1 h	16 min 40 s	4 min 20 s	1 min 50 s

Une libération de 1 mm de diamètre est caractéristique d'une fuite accidentelle due à un défaut d'étanchéité sur un raccord ou un équipement. Les libérations à des diamètres de 2 à 4 mm et de 6 mm sont plus représentatives d'une libération par DDAT.

8.4.1.2. Libération avec inflammation immédiate

Les distances de sécurité pour deux scénarios représentatifs sont données dans le Tableau 18. Les distances de sécurité se fondent sur les effets thermiques du jet enflammé. Les débits pris en compte pour procéder aux calculs étaient de 60 g.s⁻¹ pour les stations-service pour voitures et de 120 g.s⁻¹ pour les stations-service pour bus.

Deux cas ont été évalués pour chaque débit, à savoir :

- Rupture totale de tuyau : section totale, mais limitée à 60 g.s⁻¹ pour les voitures et à 120 g.s⁻¹ pour les bus,
- et section de 3 %.

Tableau 18 : Effets thermiques pour jets enflammés prenant en compte différents débits de libération.

Effets	60 g.s ⁻¹		120 g.s ⁻¹	
	Section de 100 %	Section de 3 %	Section de 100 %	Section de 3 %
Débit	60 g.s ⁻¹	1,8 kg.s ⁻¹	120 g.s ⁻¹	3,6 g.s ⁻¹
Longueur de flamme	4,7 m	0,8 m	6,7 m	1,1 m
3 kW.m ⁻²	6,6 m	0,8 m	9,8 m	1,6 m
5 kW.m ⁻²	5,8 m	< 0,8 m	8,6 m	1,2 m
8 kW.m ⁻²	5,2 m	< 0,8 m	7,6 m	1,1 m

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	STATIONS-SERVICE	

8.4.1.3. Libération avec inflammation retardée

Les distances de sécurité pour l'inflammation retardée fondées sur deux scénarios représentatifs sont présentées dans le Tableau 19. Les distances de sécurité sont fondées sur la surpression. Les débits pris en compte pour procéder aux calculs étaient de 60 g.s⁻¹ pour les stations-service pour voitures et de 120 g.s⁻¹ pour les stations-service pour bus.

Deux cas ont été évalués pour chaque débit :

- Rupture totale de tuyau : section totale, mais limitée à 60 g.s⁻¹ pour les voitures et à 120 g.s⁻¹ pour les bus,
- et section de 3 %.

Les distances de surpression ont été calculées avec la méthode multi-énergie TNO en considérant un niveau 5.

Tableau 19 : Effets de surpression pour UVCE prenant en compte différents débits de libération.

Effets	60 g.s ⁻¹		120 g.s ⁻¹	
	Section de 100 %	Section de 3 %	Section de 100 %	Section de 3 %
Débit	60 g.s ⁻¹	1,8 kg.s ⁻¹	120 g.s ⁻¹	3,6 g.s ⁻¹
Masse inflammable	5,4.10 ⁻³ kg	2,8.10 ⁻⁵ kg	1,5.10 ⁻² kg	7,8.10 ⁻⁵ kg
20 mbar	16 m	3 m	22 m	4 m
50 mbar	9 m	2 m	13 m	2 m
140 mbar	6 m	1 m	8,5 m	1,4 m
200 mbar	5 m	< 1 m	7,5 m	12 m

8.4.1.4. Rupture mécanique du stockage

Les distances de sécurité pour deux scénarios représentatifs sont données dans le Tableau 20. Les distances de sécurité sont fondées sur la surpression due à la rupture mécanique du stockage.

Deux cas ont été étudiés :

- les récipients de type I à une pression de service de 200 bar,
- et les récipients de type IV à une pression de service de 700 bar.

Tableau 20 : Effets de surpression dus à l'explosion du réservoir.

Volume de réservoir	Pression de service	Effets des surpressions			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
2 m ³ (type I)	200 bar	129 m	65 m	28 m	20 m
0,35 m ³ (type IV)	700 bar	91 m	46 m	20 m	14 m

8.5. Phénomènes dangereux (remorques d'hydrogène liquide et stations-service)

Les images dans les sections suivantes présentent les principaux événements craints pour les remorques de liquide et les stations-service.



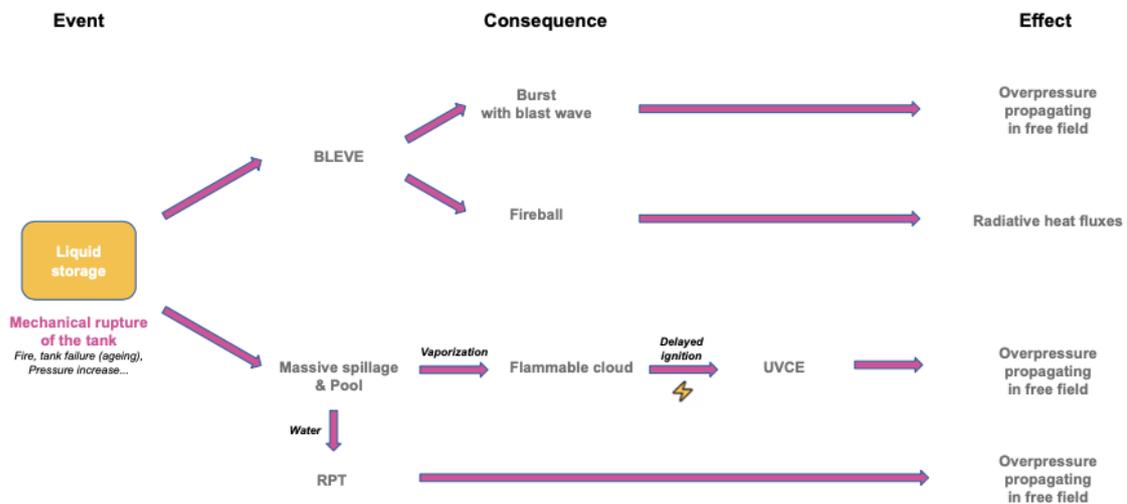
Co-funded by the European Union

STATIONS-SERVICE



Liquid H₂

Feared events on storage or high pressure capacities

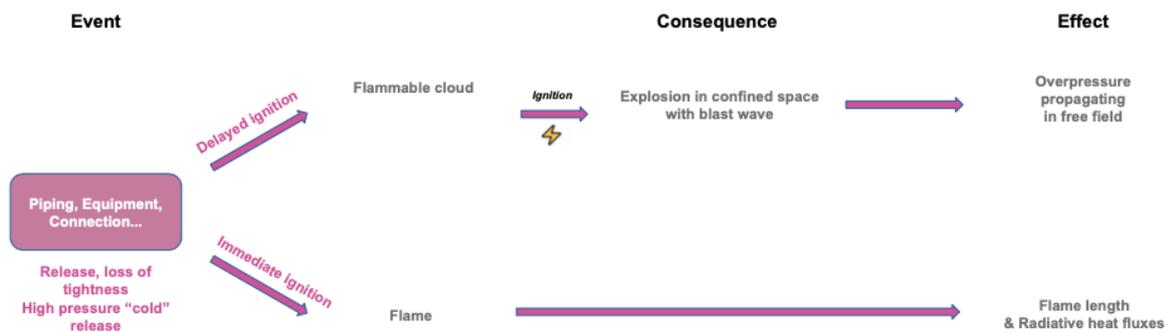


Liquid H₂

Feared events on connections or other releasing equipment

Release with delayed or immediate ignition

No liquid hydrogen in confined space



8.5.1. Conséquences potentielles

8.5.1.1. Libération sans inflammation

Les remorques de liquide et le stockage de liquide pour le plein de liquide ont un volume d'environ 20 m³ (1 t de H₂).

Une rupture de réservoir due à un important choc externe ou à une chute du réservoir (par ex. collision, séisme, vieillissement) peut induire un déversement massif de l'hydrogène liquide.

Une nappe d'hydrogène cryogénique se formera sur le sol, se vaporisera et provoquera un nuage inflammable.

Pour 20 m³ de stockage, sur la base d'une approche de simulation validée, il peut être démontré que la taille de la nappe pourrait être de 17 m x 17 m et d'une épaisseur de 5 cm. Le Tableau 21 présente la taille potentielle et les caractéristiques d'un nuage de vapeur inflammable associé à un stockage cryogénique classique.

Tableau 21 : Caractéristiques d'un nuage inflammable induites par un déversement massif d'hydrogène liquide

Caractéristiques d'un nuage inflammable	Valeurs
Volume inflammable	26 700 m ³
Masse explosive	650 kg
Longueur horizontale de H ₂ de 4 %	263 m
Longueur horizontale de H ₂ de 8 %	146 m
Longueur horizontale de H ₂ de 10 %	116 m
Hauteur maximale de H ₂ de 4 %	36 m
Hauteur maximale de H ₂ de 8 %	30 m
Hauteur maximale de H ₂ de 10 %	29 m

Il convient de remarquer que les valeurs présentées dans le Tableau 21 sont uniquement indicatives et qu'elles peuvent varier avec les conditions climatiques (température, vent) et l'environnement (obstacles, engorgements, nature du sol, bâtiments, etc.). La dispersion de ce nuage inflammable est relativement rapide et a été estimée à moins de 2 minutes, mais des études de recherche supplémentaires sont nécessaires pour fournir des estimations plus précises.

8.5.1.2. Libération avec inflammation immédiate

Les distances de sécurité par rapport aux effets thermiques d'un jet enflammé par un diamètre de référence de 45 mm et à une pression de 10 bar sont données dans le Tableau 22. Les débits ont été calculés en utilisant un outil validé (e-laboratoire¹²) et les effets thermiques sont fondés sur une approche validée par Schefer.

Trois cas ont été évalués :

- Rupture totale : section totale = 45 mm de diamètre,
- section de 3 %
- et section de 1 % (étude NFPA en cours).

Tableau 22 : Effets thermiques pour jets enflammés prenant en compte différents diamètres de libération

Effets	Section de 100 %	Section de 3 %	Section de 1 %
Débit	6,2 kg.s ⁻¹	0,19 kg.s ⁻¹	0,06 kg.s ⁻²
Longueur de flamme	46 m	8 m	5 m
3 kW.m ⁻²	84 m	14 m	8 m
5 kW.m ⁻²	72 m	12 m	4 m
8 kW.m ⁻²	63 m	10 m	3 m

¹² <https://hyresponder.eu/e-platform/e-laboratory/>

8.5.1.3. Libération avec inflammation retardée

Les distances de sécurité sont présentées ici pour les surpressions suivant une inflammation retardée. Deux scénarios sont pris en compte : une libération caractéristique d'un stockage et une libération caractéristique de celles par un tuyau ou un équipement.

Stockage

Pour le cas d'un déversement massif, les caractéristiques d'un nuage inflammable ont été données dans la section précédente. Les distances de surpression ont été calculées avec la méthode multi-énergie TNO en considérant un niveau 5 ; le débit d'hydrogène est utilisé, et le phénomène est considéré comme survenant dans le champ libre sans engorgement ou avec un faible engorgement. Les distances de sécurité associées à l'inflammation de ce nuage inflammable sont données dans le Tableau 23.

Tableau 23 : Effets des surpressions dues à l'inflammation d'un nuage inflammable provoqué par le déversement massif d'un stockage d'hydrogène liquide de 1 t.

Seuils de surpression	Distances de sécurité
50 mbar	284 m
140 mbar	139 m
200 mbar	108 m

Tuyau / raccord / équipement défaillant

Le diamètre de référence pris en compte est de 45 mm et la pression initiale est de 10 bar.

Trois cas ont été évalués :

- Rupture totale : section totale = 45 mm de diamètre,
- section de 3 %
- et section de 1 % (étude NFPA en cours).

Les distances de sécurité par rapport à une UVCE sont présentées dans le Tableau 24. Les distances de surpression ont été calculées avec la méthode multi-énergie TNO en considérant un niveau 5.

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	STATIONS-SERVICE	

Tableau 24 : Effets de surpression pour UVCE prenant en compte différents diamètres de libération.

Effets	Section de 100 %	Section de 3 %	Section de 1 %
Débit	6,2 kg.s ⁻¹	0,19 kg.s ⁻¹	0,06 kg.s ⁻¹
Masse inflammable	6,7 kg	0,04 kg	0,007 kg
20 mbar	146 m	26 m	15 m
50 mbar	72 m	13 m	7,4 m
140 mbar	41 m	7 m	4,2 m
200 mbar	34 m	6 m	3,5 m

8.5.1.4. Rupture mécanique du stockage

Deux cas ont été étudiés :

1. Un stockage d'hydrogène gazeux à 100 % où un événement externe provoque la rupture du réservoir en raison d'une augmentation de la pression, avec des effets de surpression.
2. Le stockage contient principalement de l'hydrogène liquide et un événement externe provoque une augmentation de la température et la vaporisation du liquide, avec des effets thermiques dominants comparés aux effets de pression.

Les distances de sécurité pour les deux cas sont données dans le Tableau 25 (cas 1) et le Tableau 26 (cas 2).

Tableau 25 : Effets des surpressions dues à une explosion de réservoir considérant de l'hydrogène gazeux à 100 %.

Volume de réservoir	Pression de service	Effets des surpressions			
		20 mbar	50 mbar	140 mbar	200 mbar
20 m ³	10 bar	141 m	70 m	30 m	22 m

<p>EERG – V15</p>	<p>GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS</p>	
 <p>Co-funded by the European Union</p>	<p>STATIONS-SERVICE</p>	

Tableau 26 : Effets thermiques dus à une explosion de réservoir considérant principalement de l'hydrogène liquide.

Volume de réservoir	Pression de service	Caractéristiques des boules de feu			Effets thermiques		
		Diamètre	Diamètre hémisphérique	Durée	3 kW.m ⁻²	5 kW.m ⁻²	8 kW.m ⁻²
20 m ³	10 bar	75 m	94 m	7 s	52 m	47 m	< 47 m

--	--	--

EERG – V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



Co-funded by
the European Union

STATIONS-SERVICE



Page laissée vierge intentionnellement.

PARTIE 2 INTERVENTION D'URGENCE

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	COMMENT LIRE LES NOMOGRAMMES	

9. LES NOMOGRAMMES

9.1. Comment lire les nomogrammes

L'objet de ces nomogrammes est de définir des distances de sécurité en fonction de

- La pression du réservoir d'hydrogène
- Le volume du réservoir

Pour obtenir les instructions complètes relatives à l'utilisation des nomogrammes, consultez l'annexe 3.

--	--	--

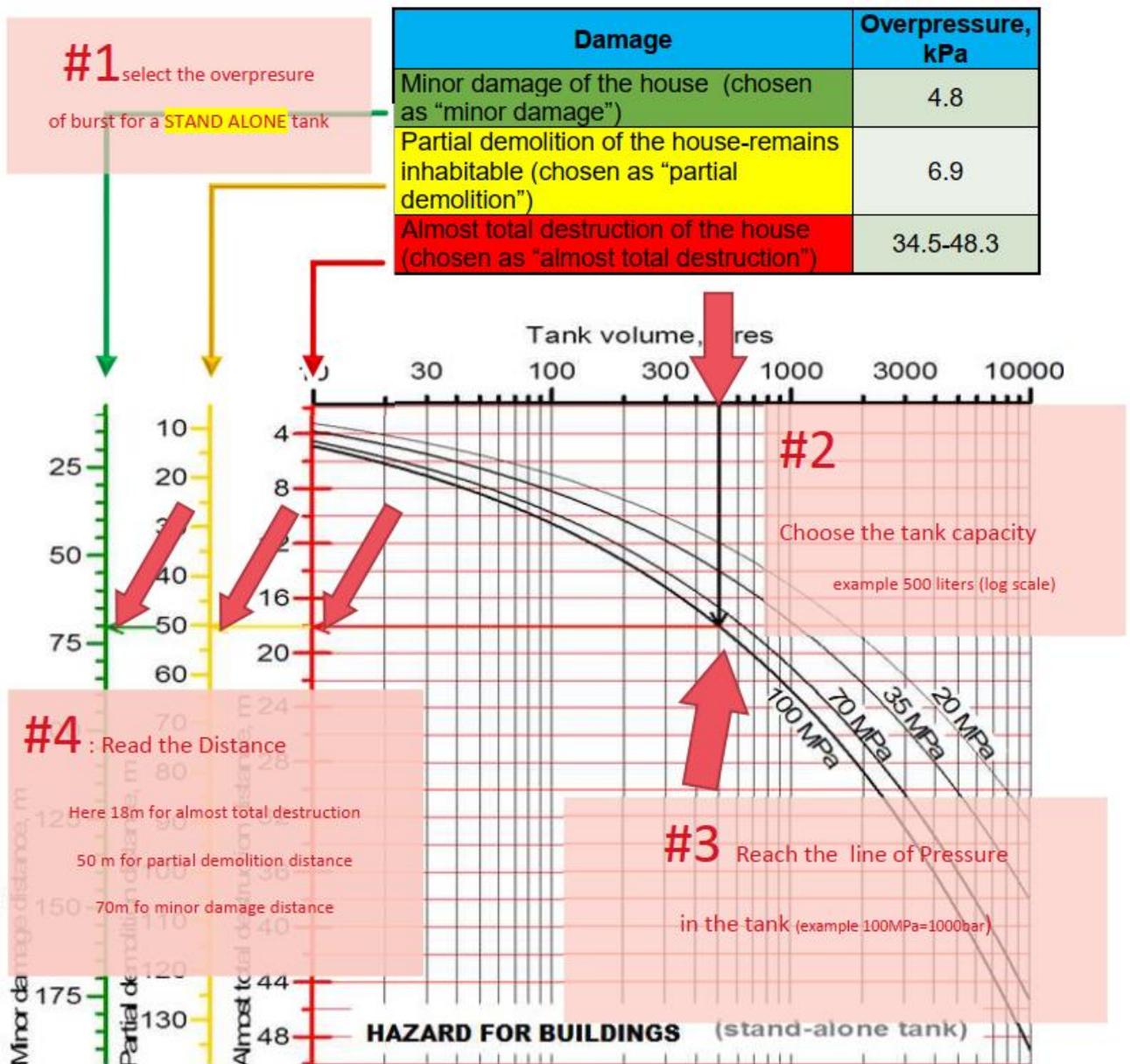


Co-funded by the European Union

COMMENT LIRE LES NOMOGRAMMES



9.2. Danger sanitaire en raison de la rupture d'un réservoir AUTONOME suite à un incendie



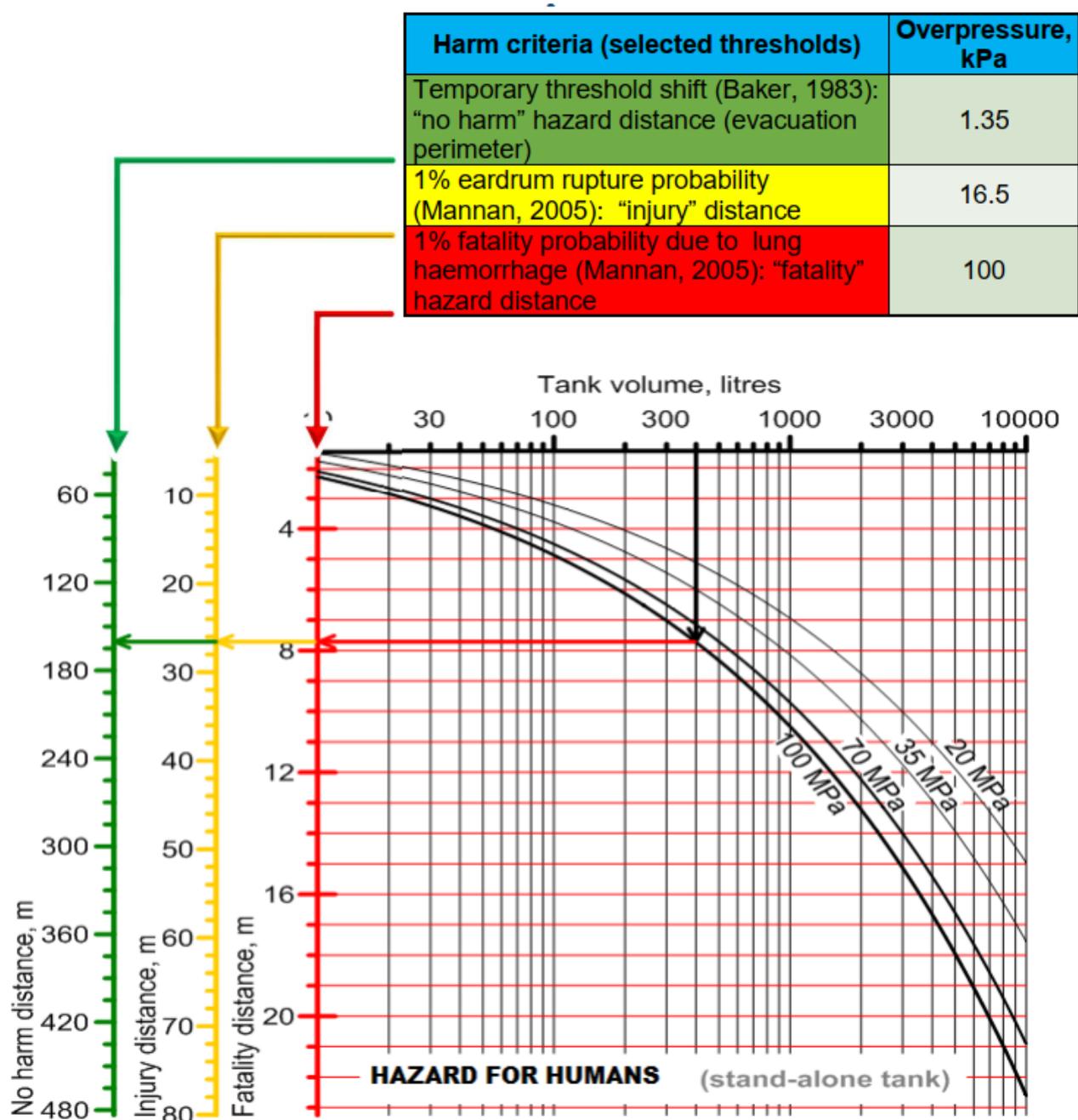


Co-funded by the European Union

ÉVALUATION DES DISTANCES DANGEREUSES (onde de choc/PERSONNES)



10 DANGER SANITAIRE EN RAISON DE LA RUPTURE D'UN RESERVOIR AUTONOME SUITE A UN INCENDIE.



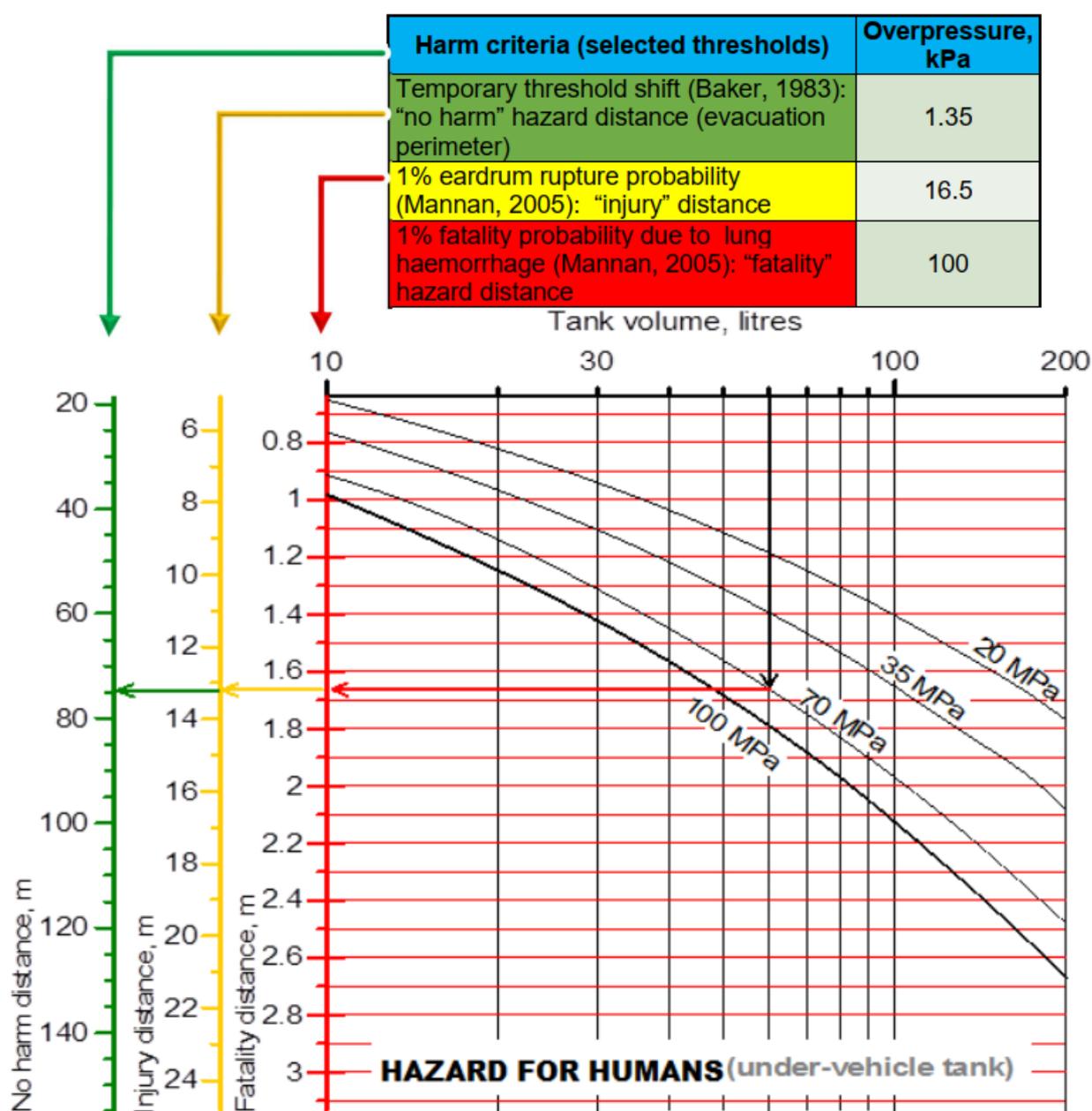


Co-funded by the European Union

ÉVALUATION DES DISTANCES DANGEREUSES (onde de choc/PERSONNES)



11. DANGER SANITAIRE EN RAISON DE LA RUPTURE D'UN RESERVOIR SOUS UN VÉHICULE SUITE A UN INCENDIE



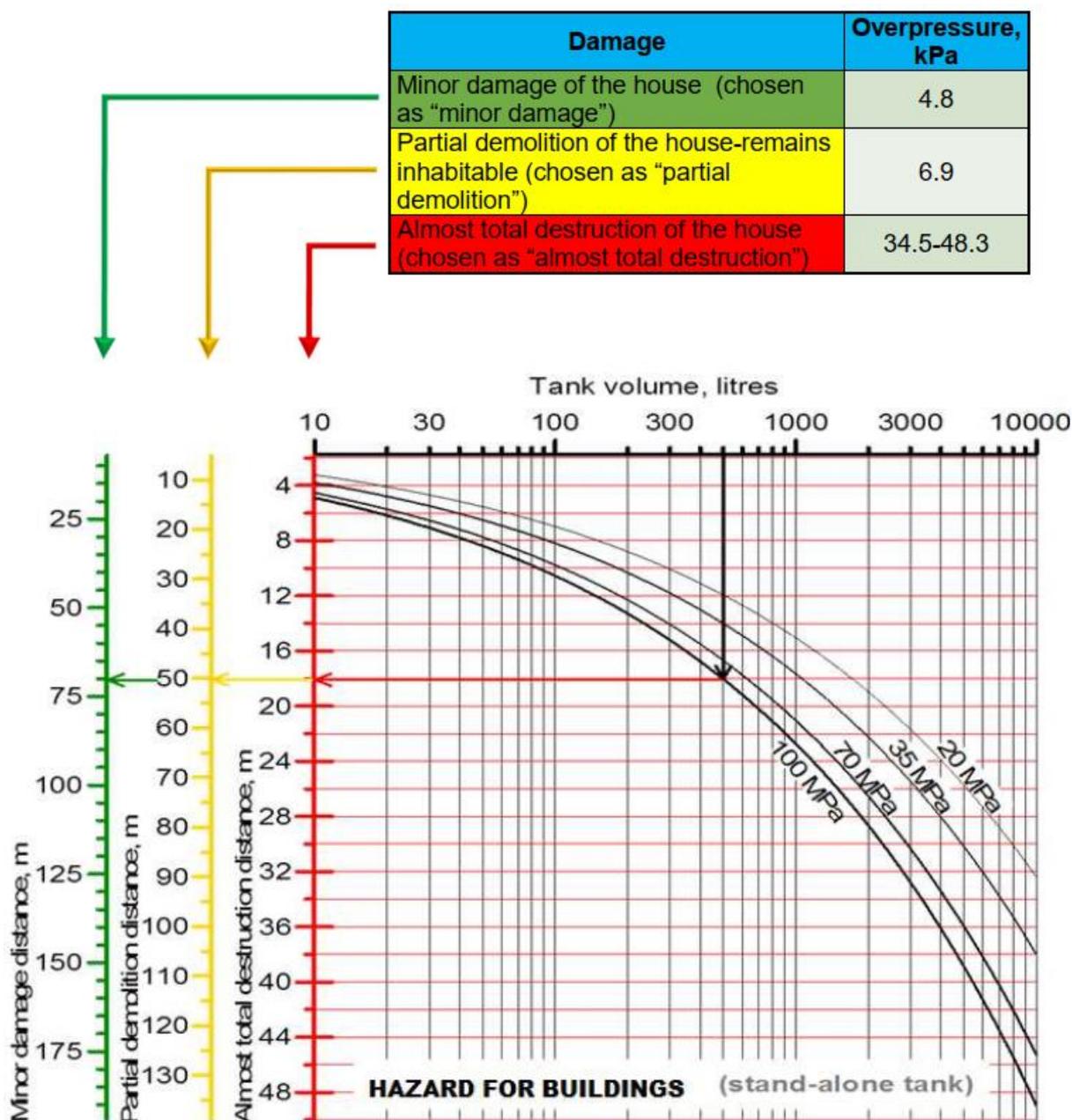


Co-funded by the European Union

ÉVALUATION DES DISTANCES DANGEREUSES (onde de choc/BÂTIMENTS)



12. RISQUE POUR LES BATIMENTS EN RAISON DE LA RUPTURE D'UN RESERVOIR AUTONOME SUITE A UN INCENDIE



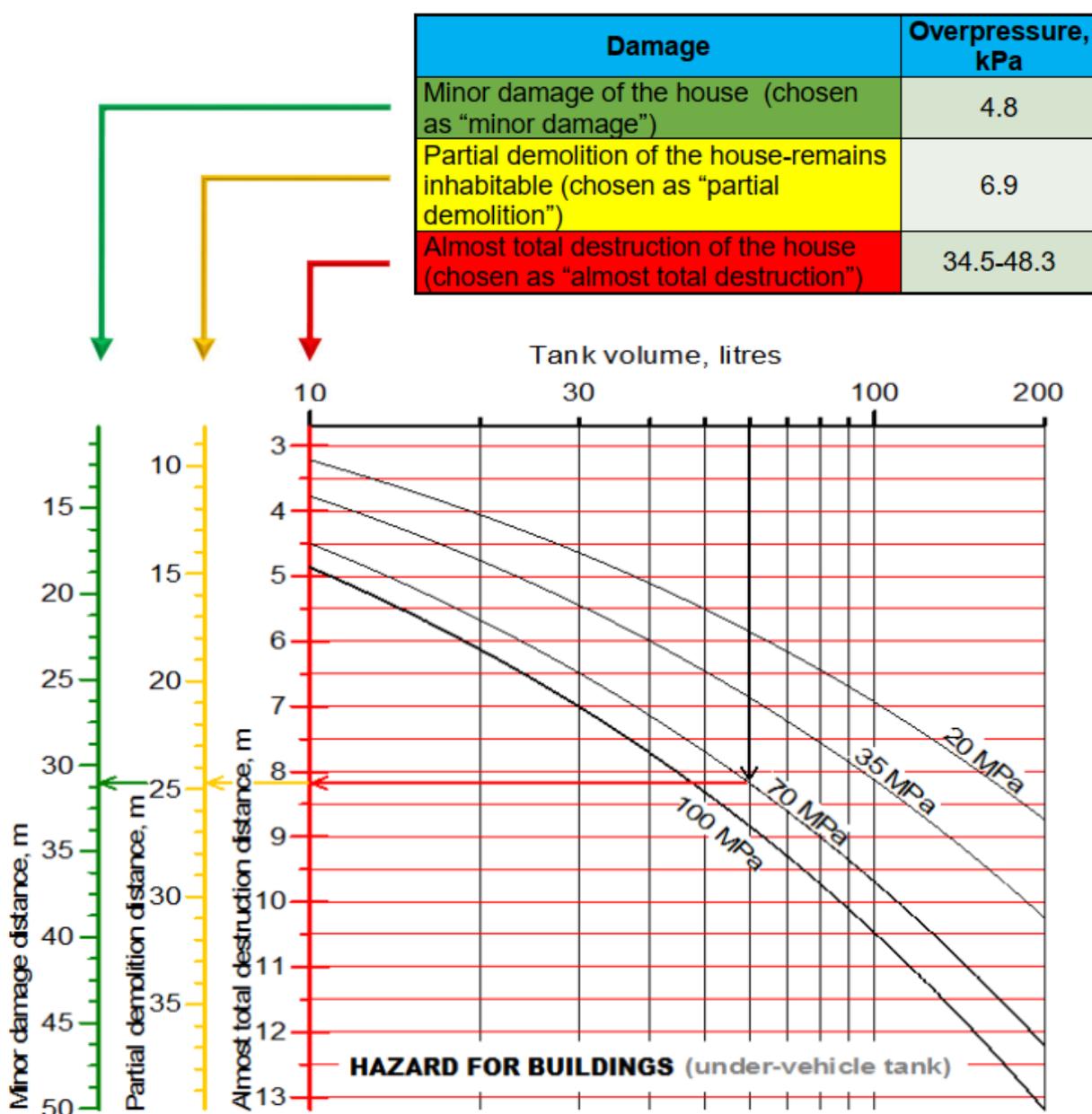


Co-funded by the European Union

ÉVALUATION DES DISTANCES DANGEREUSES (onde de choc/BÂTIMENTS)



13. RISQUE POUR LES BATIMENTS EN RAISON DE LA RUPTURE D'UN RESERVOIR SOUS UN VEHICULE SUITE A UN INCENDIE





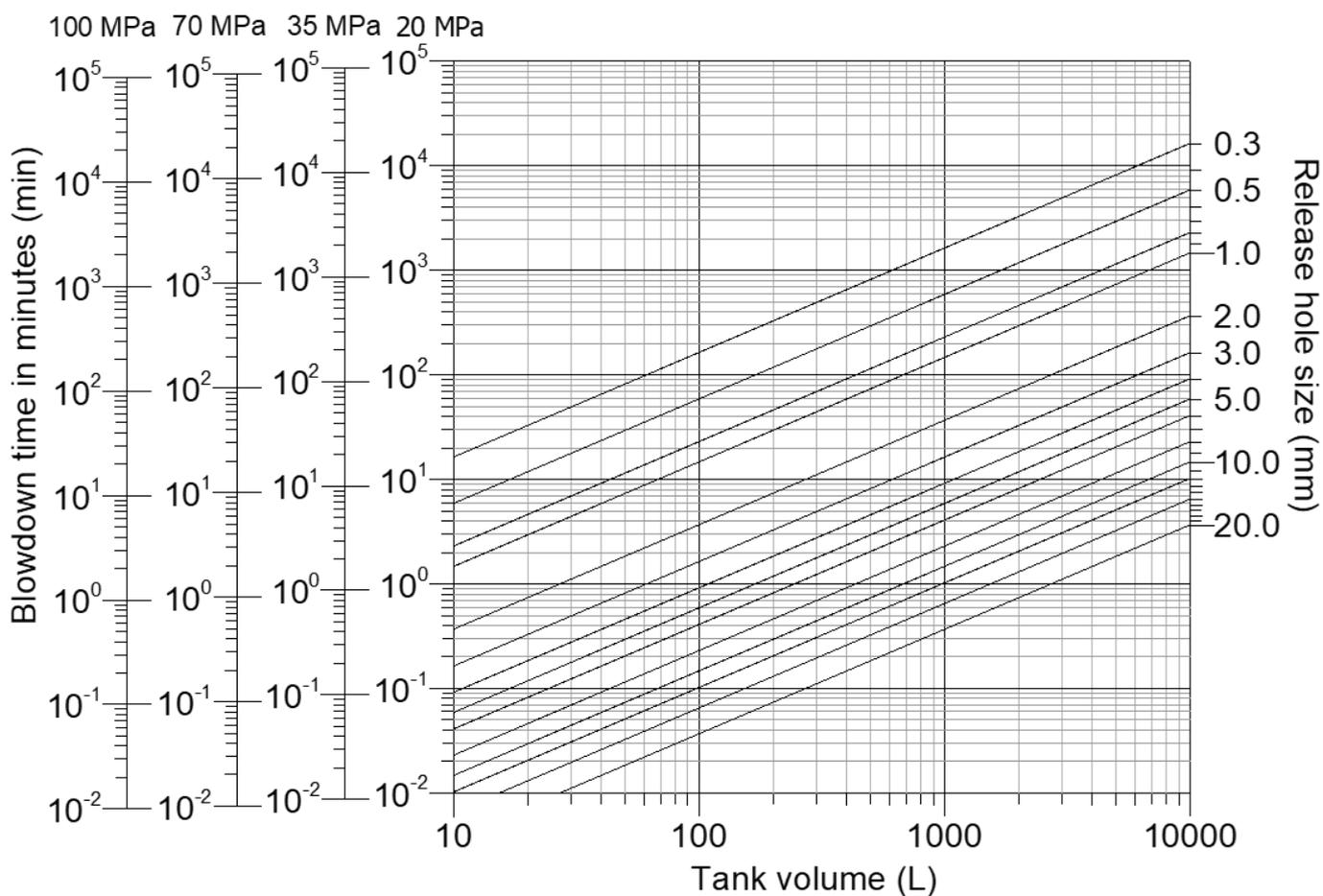
ÉVALUATION DE LA DURÉE DE PURGE SOUS PRESSION



14. DUREE DE PURGE SOUS PRESSION

Ce nomogramme indique en combien de temps un réservoir sous pression se purge, en fonction de son volume, de sa pression et de la taille de l'orifice de purge.

Nomogram for hydrogen tank blowdown to 0.2 MPa





STRATÉGIES ET TACTIQUES



15. STRATÉGIE

15.1. Définition de stratégie

Pour définir votre stratégie de résolution d'incident, répondez à la question :

« Quel est l'objectif que notre organisation souhaite atteindre ? »

En répondant à cette question, vous définissez l'objectif des services de secours et de lutte anti-incendie.

Ces objectifs sont au nombre de trois et sont les mêmes partout dans le monde :

N°1 : Protéger les vies humaines.

N°2 : Protéger la propriété.

N°3 : Protéger l'environnement.

Dans la société, la stratégie est un ensemble de principes stables, décidés au niveau politique en fonction de l'acceptation sociologique du risque. Le choix d'une stratégie pour remédier à un incident est étroitement lié à la notion d'« évaluation des risques ».

15.2. Évaluation des risques

Les trois principaux objectifs (protection de la vie, de la propriété et de l'environnement) doivent être remplis de la façon la moins risquée possible, définie en fonction de l'évaluation des risques propre à chaque incident. L'autorité responsable doit évaluer les risques en mettant en balance les vies humaines, les possessions et la situation environnementale qu'il est possible de préserver avec le personnel de secours disponible au moment de prendre les décisions opérationnelles.

Cependant, la préservation des vies humaines doit prendre le pas sur toutes les autres considérations.

Ainsi, les stratégies peuvent-elles être divisées en deux grandes catégories :

Situations à risque élevé : Si rien n'est entrepris rapidement, l'incident entraînera la perte de vies humaines, la destruction de grandes infrastructures et/ou des dommages environnementaux irréversibles.

Situations à risque faible : L'incident entraînera sous des délais plus longs des effets mineurs sur les personnes et les infrastructures, et/ou des dégâts environnementaux réversibles.

16. TACTIQUE

16.1. Définition de tactique

L'application d'une tactique dépend directement de la stratégie choisie. Alors que la stratégie doit répondre à la question « Quel est l'objectif à atteindre ? », la tactique répond à la question :

« Comment atteindre cet objectif (en toute sécurité) ? »

La tactique est un concept variable décidé au niveau opérationnel, en fonction de la situation actuelle et du futur proche.

En fonction d'une situation définie, la tactique peut être une procédure planifiée étape par étape, décrivant les actions que les premiers secours doivent entreprendre. Cependant, de façon générale, le responsable opérationnel a le droit et le devoir d'adapter la tactique à chaque incident, afin d'y répondre au mieux.

16.2. La théorie de prévention du danger

La théorie de prévention du danger (Perilhon, 2007) a été développée pour décrire comment une source de danger peut empêcher d'atteindre un objectif, par l'intermédiaire d'un flux de danger.

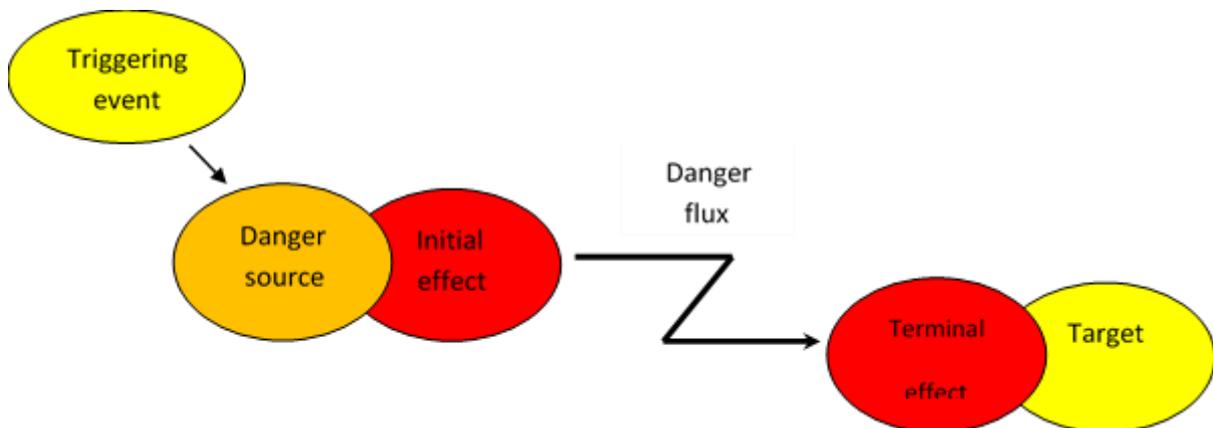


Figure 41 : Processus de danger

Lors d'un incident et lorsque les services de lutte anti-incendie ont été prévenus, l'événement déclencheur s'est déjà produit. Pour empêcher l'effet sur les cibles, les services de lutte contre l'incendie peuvent agir :

- sur les sources de danger, empêchant ainsi les effets initiaux de se produire ;
- sur le flux de danger, empêchant ainsi les effets terminaux de se produire ;
- sur les cibles, pour éviter que les effets ne les affectent.

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	<h2>STRATÉGIES ET TACTIQUES</h2>	

16.3. Tactique offensive et défensive

Deux sortes de tactique sont généralement employées : offensive et défensive.

Tactique offensive : (agir sur les sources du danger)

Cette tactique consiste à agir très rapidement sur l'origine de l'incident pour éviter que ses effets ne se produisent.

Avantages : l'incident se stabilise rapidement, seule une zone restreinte est concernée, la quantité de personnel et d'équipements requis est faible.

Inconvénients : risqué pour les pompiers, qui n'ont qu'une seule chance de réussir.

Tactique défensive : (agir sur le flux de danger et les cibles)

Cette tactique consiste à agir au plus près de l'incident, pour empêcher ses effets d'atteindre une zone qui n'était pas concernée en premier lieu.

Avantages : plus sûr pour les équipes d'intervention.

Inconvénients : nécessite plus de préparation, la résolution de l'incident prend plus de temps, et la zone finalement concernée par l'incident est plus vaste. Spécificités de l'hydrogène en situation d'urgence

--	--	--



STRATÉGIES ET TACTIQUES



17. GESTION DES APPELS D'URGENCE

L'incident commence lorsque l'appel d'urgence parvient à la salle de contrôle. Les personnes qui appellent les services d'urgence sont généralement paniquées ou surexcitées. Cependant, il est essentiel de recueillir certaines informations :

- type d'incident (panne électrique, fuite de gaz, explosion, incendie, etc.) ;
- emplacement de l'incident ;
- nombre de personnes tuées, blessées ou menacées par l'incident.
- Grâce à ces informations, les services d'intervention d'urgence pourront déterminer l'équipement d'urgence le plus proche et fournir des conseils utiles à la personne qui a appelé :

Par exemple, si l'appel d'urgence concerne un véhicule à PC impliqué dans un incendie se produisant dans une rue, il convient de respecter la procédure suivante :

- rechercher les icônes d'identification placées à l'intérieur et à l'extérieur du véhicule pour déterminer si une PC ou de l'hydrogène sont présents ;
- vérifier que tous les passagers peuvent s'extirper du véhicule ;
- couper le contact ;
- assurer les premiers secours aux blessés de la zone ;
- tenter d'éteindre l'incendie à l'aide d'un extincteur, si les flammes sont peu importantes ;
- tenir le public à l'écart du véhicule incendié jusqu'à l'arrivée des pompiers.

Avant de quitter la caserne, le responsable de l'intervention doit choisir un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour se poster face au vent.

18. SÉQUENCE D'INTERVENTION DES ÉQUIPES DE SECOURS ET D'INCENDIE

Chaque opération de secours et de lutte anti-incendie doit suivre la même procédure d'intervention sur le lieu de l'incident.

Ces étapes peuvent être réalisées simultanément, en fonction de la situation sur le terrain.

1. RECONNAISSANCE
2. SECOURS
3. PRÉPARATION
4. RÉOLUTION DE L'INCIDENT
5. PROTECTION
6. DÉGAGEMENT
7. INSPECTION FINALE

18.1.Reconnaissance

Cette étape a pour but de rassembler toutes les informations concernant le lieu de l'incident, afin d'évaluer son ampleur. Le responsable d'intervention doit recueillir les informations suivantes :

- Que s'est-il passé, que se passe-t-il en ce moment ?
- Y a-t-il des morts, des blessés ou des personnes en danger ?
- Une traînée de flamme a-t-elle été vue ? Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu ?
- Quelles sont les ressources d'intervention déjà sur place ?

Pour ce faire, il établira un large cercle autour de la scène d'incident. Si l'incident se produit dans un bâtiment, la reconnaissance doit inclure les étages inférieur et supérieur à la zone d'incident.

Lors de la reconnaissance, une zone de danger est définie en prenant en compte les risques supposés et réels. Le coordinateur des secours peut alors déterminer la procédure la plus sûre, énoncer les objectifs et choisir des angles d'attaque.

18.2.Secours

Si des victimes sont identifiées et localisées, les opérations de secours sont déclenchées immédiatement, avant la fin de la reconnaissance. Les victimes sont extraites de la zone de danger et acheminées jusqu'à l'équipe médicale de premiers secours. Comme indiqué précédemment, la préservation des vies humaines doit prendre le pas sur toutes les autres considérations.

18.3.Préparation

Lors de cette étape, l'équipe d'intervention prépare les outils et accessoires requis pour traiter l'incident (p. ex., tuyaux, bouches d'incendie, caméras thermiques, détecteurs de gaz, etc.). Les outils et accessoires employés dépendent de chaque situation.

18.4.Résolution de l'incident

Grâce aux informations à sa disposition, le coordinateur des secours peut maintenant décider d'appliquer une tactique **offensive** ou **défensive**.

1er exemple :

--	--	--



STRATÉGIES ET TACTIQUES



Une voiture à PCH brûle sur une petite route de campagne. Le conducteur est sauf et hors de danger. Une grande flamme apparaît à la caméra thermique, et un grand bruit de sifflement se fait entendre.

Analyse : Le DDT du réservoir H2 est ouvert et la fuite va permettre la purge complète du réservoir en peu de temps. La flamme ne représente aucun danger.

Choix tactique :

Utiliser une tactique défensive : fermer la route dans les deux sens, attendre la purge du réservoir tout en préparant les tuyaux puis éteindre l'incendie en suivant les procédures propres aux voitures électriques.

2^e exemple :

Une voiture à PCH brûle dans une rue bondée, proche d'un bâtiment de 10 étages. Aucun bruit ne s'est fait entendre, et l'incendie s'est déclenché il y a 2 minutes.

Choix tactique :

Utiliser une tactique offensive : fermer la route dans les deux sens, empêcher tout accès dans un rayon de 100 m autour de la voiture, dérouler deux tuyaux et tenter immédiatement d'éteindre l'incendie avec deux équipes travaillant simultanément sous deux angles de sécurité (voir ci-dessous) avant que le DDT s'ouvre. Une fois le feu éteint, continuer à refroidir les réservoirs.

18.5. Protection

L'étape de protection consiste à éviter tout dommage causé par l'incident (incendie) ou par l'élément utilisé pour l'éteindre (eau).

Par exemple, si un incendie se produit dans un parking de bus, les bus garés tout près du lieu d'incendie sont protégés par des rideaux d'eau, et ceux garés un peu plus loin sont simplement éloignés de la zone d'intervention.

Dans les bâtiments et usines, les jets d'eau et de mousse ignifuge peuvent aussi provoquer des dommages. Le coordinateur des secours ne doit utiliser que la quantité d'eau ou de mousse nécessaire. Lors de cette étape, l'installation de digues peut être nécessaire.

18.6. Dégagement.

À la fin de l'incendie, il est important de dégager le lieu de l'incident, de refroidir et mettre au rebut tous les matériaux calcinés pour s'assurer qu'aucun élément enflammé ne reste sur place.

18.7. Inspection finale

Après avoir éteint l'incendie et résolu l'incident, les premiers secours ne doivent pas quitter le lieu de l'incendie immédiatement.

La température du réservoir incendié doit être contrôlée régulièrement, pour vérifier qu'elle baisse. **UNE REMORQUAGE** inspection finale doit être faite progressivement, jusqu'à ce que tous les risques soient éliminés.

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	STRATÉGIES ET TACTIQUES	

18.8. Tactiques en cas d'incident sur des applications à PCH

18.8.1. Type d'incident

Les situations rencontrées avec les applications PCH sont diverses. Elles peuvent être réparties en 5 grandes catégories :

- 1 SECOURS sur une application PCH
- 2 FUITE D'HYDROGÈNE ENFLAMMÉE
- 3 FUITE D'HYDROGÈNE NON ENFLAMMÉE
- 4 INCENDIE sur une application PCH
- 5 INCENDIE MENAÇANT une application PCH

Les 5 tableaux suivants expliquent les séquences opérationnelles à suivre en fonction des situations correspondantes.

--	--	--



STRATÉGIES ET TACTIQUES



18.9.Secours

Les situations prévues par cette séquence sont :

- Personne blessée dans une application PCH.
- Asphyxie causée par une fuite de H2 dans un espace confiné.
- Électrocution.
- Brûlures causées par une fuite d'hydrogène gazeux ou liquéfié.

La séquence détaillée correspondante figure ci-dessous.

Tableau 1 Séquence opérationnelle pour SECOURS sur une application PCH

Étapes	Actions	Objectifs
RECONNAISSANCE	Identifier	- Contacter le responsable de sécurité de l'installation pour connaître les détails de l'incident. - Prendre en compte le risque d'explosion de l'hydrogène dans les espaces confinés. - Prendre en compte le risque d'appauvrissement en oxygène (anoxie) dans les espaces confinés.
	Interdire	- Interdire toute progression dos au vent. Il est impératif d'établir une zone d'exclusion de 50 m. - Interdire l'utilisation d'appareils électriques ou électroniques non ATEX (téléphones portables, radios, etc.) dans la zone d'exclusion.
	Inspecter	- Actionner les disjoncteurs externes du bâtiment.
SECOURS	Agir Isoler	En cas de fuite d'hydrogène gazeux ou liquéfié dans un espace confiné : - Porter un appareil respiratoire autonome ; - Évacuer les victimes de la zone d'exclusion. En cas de risque d'électrocution ou de victime électrocutée : - Utiliser un équipement de secours électrique pour extraire la victime ; - Éviter tout contact des premiers secours avec des éléments électriques.
PRÉPARATION/ RÉSOLUTION DE L'INCIDENT		- Confirmer ou affiner la zone d'exclusion (50 m) ; - Procéder à des analyses à l'aide d'un explosimètre (de haut en bas de l'installation ou du site de stockage).
PROTECTION		-Actions de prévention du risque d'anoxie : • Fermer les vannes d'alimentation en hydrogène ; • Aérer la zone en facilitant les courants d'air naturels (ne pas utiliser de ventilateur thermique ou électrique). Action en cas de risque électrique : Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'installation (délai de 20 minutes en présence de courant résiduel).
DÉGAGEMENT INSPECTION FINALE		La phase de surveillance cesse dès que le niveau d'oxygène dans la pièce revient à la normale (environ 20,9 % du vol.) Contrôle régulier : • présence d'hydrogène dans l'air ; • le système électrique est sûr et se trouve sous la surveillance d'un technicien.

18.10. Incendie électrique

Cette séquence doit s'appliquer en cas d'incendie des composants électriques d'une application à PCH.

Tableau 2 Séquence opérationnelle pour INCENDIE d'une application PCH

Étapes	Actions	Objectifs
RECONNAISSANCE	Identifier	- Contacter le responsable de sécurité de l'installation pour connaître les détails de l'incident ; - Prendre en compte les risques « basse tension ».
	Interdire	- Interdire toute progression dos au vent et établir impérativement une zone d'exclusion de 50 m ; - Interdire l'utilisation d'appareils électriques ou électroniques non ATEX (téléphones portables, radios, etc.) dans la zone d'exclusion.
	Inspecter	- Actionner les disjoncteurs externes du bâtiment.
SECOURS	Agir Isoler	- En cas de présence d'hydrogène dans un espace confiné : <ul style="list-style-type: none"> • porter un appareil respiratoire ; • Évacuer les victimes de la zone d'exclusion. - En cas de risque d'électrocution ou de victime électrocutée : <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un équipement de secours électrique pour extraire la victime ; • Éviter tout contact des premiers secours avec des éléments électriques.
PRÉPARATION/ RÉSOLUTION DE L'INCIDENT		- Confirmer ou affiner la zone d'exclusion (50 m) (si vous avez entendu une fuite de réservoir sous pression, en fonction des relevés de l'explosimètre, etc.) ; - Éteindre l'incendie, avec un équipement adapté à son intensité : <ul style="list-style-type: none"> • avec un extincteur d'incendie à poudre ou à CO₂ à une distance inférieure à 1 m ; • avec des buses à débit variable et un jet d'attaque à une distance supérieure à 3 m.
PROTECTION		- Actionner le bouton-poussoir d'arrêt d'urgence (délai de 20 minutes en présence de courant résiduel) ; - Prendre en compte le débit d'eau pendant la phase d'arrêt de l'installation (risque électrique) ; - Fermer les vannes d'alimentation en hydrogène ; - Aérer les locaux en facilitant les courants d'air (ouvrir les aérations existantes).
DÉGAGEMENT INSPECTION FINALE		- Rechercher les zones de température élevée de la cuve de stockage à l'aide d'une caméra thermique ; - La phase de surveillance prend fin lorsque la procédure d'extinction d'incendie génère des résultats probants.

18.11. Incendie externe

Cette séquence doit s'appliquer en cas d'incendie menaçant une application PCH ou une cuve de stockage de H₂/LH₂.

Tableau 3 Séquence opérationnelle pour INCENDIE MENAÇANT une application PCH ou un stockage de H₂/LH₂

Étapes	Actions	Objectifs
RECONNAISSANCE	Identifier	- Contacter le responsable de sécurité de l'installation pour connaître les détails de l'incident ; - Prendre en compte le risque d'explosion des cuves d'hydrogène menacées par l'incendie, sachant que les fragments peuvent être projetés à plusieurs dizaines de mètres s'il s'agit de bouteilles, et plusieurs centaines s'il s'agit de remorques.
	Interdire	- Interdire toute progression dos au vent et établir impérativement une zone d'exclusion de 50 m ; - Interdire l'utilisation d'appareils électriques ou électroniques non ATEX (téléphones portables, radios, etc.) dans la zone d'exclusion.
	Inspecter	- Actionner les disjoncteurs externes du bâtiment.
SECOURS		- En cas de présence d'hydrogène dans un espace confiné : <ul style="list-style-type: none"> • Porter un appareil respiratoire ; • Extraire les victimes de la zone d'exclusion ; - En cas de risque d'électrocution ou de victime électrocutée : <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un équipement de secours électrique pour extraire la victime ; • Éviter tout contact avec des composants électriques.
PRÉPARATION/ RÉSOLUTION DE L'INCIDENT	Agir Isoler	- Confirmer ou affiner la zone d'exclusion (cuves ou installations directement menacées par les flammes) ; - Éteindre les incendies ; - Par prévention, assurer le refroidissement des installations et des cuves d'hydrogène en procédant comme suit : <ul style="list-style-type: none"> • Installer une buse de type « queue de paon » ; • Diriger le jet diffusé d'attaque directement sur les cuves d'hydrogène à l'aide de lances à buses à débit variable, à un débit minimum de 250 l/min (en évitant de diriger les jets sur les conduites) ; • installer un jet diffusé d'attaque pour protéger le point sensible (baie d'alimentation...).
PROTECTION		Actionner le bouton-poussoir d'arrêt d'urgence (délai de 20 minutes en présence de courant résiduel) ; - Fermer les vannes d'alimentation en hydrogène ; - Aérer les locaux en facilitant les courants d'air (ouvrir les aérations existantes).



STRATÉGIES ET TACTIQUES



DÉGAGEMENT INSPECTION FINALE	- Rechercher les zones de température élevée de la cuve de stockage à l'aide d'une caméra thermique ; - La phase de surveillance se termine lorsque <ul style="list-style-type: none"> la procédure d'extinction d'incendie donne des résultats probants ; l'eau pulvérisée sur les cuves d'hydrogène ne s'évapore plus au contact des surfaces.
---------------------------------	--

18.12. Fuite d'hydrogène enflammée

Cette séquence doit s'appliquer en cas de fuite de H₂ enflammée.

Tableau 4 Séquence opérationnelle pour une FUIITE D'HYDROGÈNE ENFLAMMÉE

Étapes	Actions	Objectifs
RECONNAISSANCE	Identifier	- Contacter le responsable de sécurité de l'installation pour connaître les détails de l'incident ; - Prendre en considération la dispersion du H ₂ dans les locaux avant son inflammation (risque d'explosion de gaz à l'air libre - UVCE).
	Interdire	- Interdire toute progression dos au vent et établir impérativement une zone d'exclusion de 50 m ; - Interdire l'utilisation d'appareils électriques ou électroniques non ATEX (téléphones portables, radios, etc.) dans la zone d'exclusion ; - Interdire l'extinction des flammes d'hydrogène ; - Interdire toute action sur le système électrique du site en cas de fuite d'hydrogène.
	Inspecter	- Actionner les disjoncteurs externes du bâtiment ; - Confirmer la présence d'une fuite enflammée et sa longueur à l'aide d'une caméra thermique (à la lumière du jour, il est difficile de voir une flamme sur toute sa longueur) ; - Essayer de repérer le bruit fort caractéristique d'une fuite de gaz enflammée.
SECOURS	Agir	- En cas de présence d'hydrogène dans un espace confiné : <ul style="list-style-type: none"> Porter un appareil respiratoire ; Extraire la/les victimes de la zone d'exclusion. - En cas de risque d'électrocution ou de victime électrocutée : <ul style="list-style-type: none"> Utiliser un équipement de secours électrique pour extraire la victime ; Éviter tout contact avec des composants électriques.
PRÉPARATION/ RÉSOLUTION DE L'INCIDENT	Isoler	- Affiner la zone d'exclusion (relevés de l'explosimètre, informations sur la nature de l'incident...) ; - Installer des rideaux d'eau pour empêcher la propagation de l'incendie ; - Si nécessaire, assurer un refroidissement préventif sur les cuves d'hydrogène et les installations environnantes.
PROTECTION		- Fermer les vannes d'alimentation en hydrogène ; - Aérer les locaux en facilitant les courants d'air (ouvrir les aérations existantes).



STRATÉGIES ET TACTIQUES



DÉGAGEMENT INSPECTION FINALE	- Rechercher les zones de température élevée de la cuve de stockage à l'aide d'une caméra thermique ; - Faire des relevés d'explosimètre dans les espaces confinés, en privilégiant les points surélevés ; - Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'installation (délai de 20 minutes en présence de courant résiduel).
------------------------------------	---

18.13. Fuite d'hydrogène/hydrogène liquide non enflammée

Cette séquence doit s'appliquer en cas de fuite de H₂ non enflammée.

Tableau 5 Séquence opérationnelle pour une FUITE D'HYDROGÈNE NON ENFLAMMÉE

Étapes	Actions	Objectifs
RECONNAISSANCE	Identifier	- Contacter le responsable de sécurité de l'installation pour connaître les détails de l'incident ; - Prendre en compte le risque d'explosion.
	Interdire	- Interdire toute progression dos au vent et établir impérativement une zone d'exclusion de 50 m ; - Interdire l'utilisation d'appareils électriques ou électroniques non ATEX (téléphones portables, radios, etc.) dans la zone d'exclusion ; - Interdire toute action sur le système électrique du site en cas de fuite d'hydrogène.
	Inspecter	- Actionner les disjoncteurs externes du bâtiment.
SECOURS		- En cas de présence d'hydrogène dans un espace confiné : <ul style="list-style-type: none"> • Porter un appareil respiratoire ; • Extraire la/les victimes de la zone d'exclusion. - En cas de risque d'électrocution ou de victime électrocutée : <ul style="list-style-type: none"> • Utiliser un équipement de secours électrique pour extraire la victime ; • Éviter tout contact avec des composants électriques.
PRÉPARATION/ RÉSOLUTION DE L'INCIDENT	Agir Isoler	- Affiner la zone de sécurité en fonction des relevés de l'explosimètre (du haut de l'installation vers le bas) ; - Fermer les vannes d'alimentation en hydrogène ; - Aérer les locaux en facilitant les courants d'air (ouvrir les aérations existantes).
PROTECTION		
DÉGAGEMENT INSPECTION FINALE		- La phase de surveillance se termine lorsque tous les risques d'explosion ont été éliminés et que la zone est sûre (purge complète de la cuve ou évacuation complète à l'air libre dans une zone sûre surveillée par un opérateur, aération efficace des locaux) ;

EERG – V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	<h2>STRATÉGIES ET TACTIQUES</h2>	

	- Appuyer sur le bouton d'arrêt d'urgence de l'installation (délai de 20 minutes en présence de courant résiduel).
--	--

Remarque : l'actionnement du bouton-poussoir d'arrêt d'urgence lors de la phase d'inspection finale coupe toutes les sources d'alimentation électrique reliées à l'installation.

--	--	--



STRATÉGIES ET TACTIQUES



19. ÉQUIPE ET ÉQUIPEMENT DE PREMIERS SECOURS HYRESPONDERS

Tous les équipements de lutte anti-incendie utilisés dans le cadre du programme HyResponder doivent être utilisés conformément au document suivant :

« Catalogue des Normes Applicables aux Sapeurs-Pompiers et à la Sécurité civile Direction Générale de la Sécurité Civile et de la Gestion des Crises Sous-direction des ressources, des compétences et de la doctrine d'emploi Bureau de la Formation, des Techniques et des Équipements, Version Éditée le 27 août 2014 » et versions ultérieures.

19.1.Équipe

Généralement, l'équipe participant à une formation HyResponder se compose :

- d'un responsable d'équipement (coordinateur premiers secours),
- d'un chauffeur/opérateur de pompe,
- d'un chef d'équipe 1,
- d'un intervenant premiers secours 1,
- d'un chef d'équipe 2,
- d'un intervenant premiers secours 2,

Chaque intervenant doit porter un équipement ignifuge complet, composé notamment des éléments suivants :

casque avec visière, cagoule, veste ignifugée, pantalon ignifugé, bottes et gants de pompier. Tous les vêtements de protection doivent être portés ensemble.

L'utilisation d'un appareil respiratoire autonome est également obligatoire.

19.2.Équipement anti-incendie

Le véhicule utilisé lors des formations HyResponder est le fourgon-pompe tonne français. Il est conforme aux caractéristiques de la norme européenne EN 1846-1/2/3 et de la norme française NFS 61-515. Pour empêcher les incendies dus à l'hydrogène, des outils supplémentaires sont requis :

- détecteur de gaz inflammables polyvalent ;
- détecteur de H₂ ;
- caméra thermique.
- détecteur d'O₂

19.3.Fiches tactiques spécifiques à certaines applications

En prenant en compte les connaissances existantes sur les incendies d'applications à l'hydrogène, le projet HyResponder propose les « fiches tactiques » suivantes.



STRATÉGIES ET TACTIQUES



Pour chaque application (voiture, bus, chariot élévateur, remorque, station-service, générateur électrique fixe, système de stockage d'énergie à l'hydrogène), nous proposons une approche tactique pour 4 incidents différents :

- Pas de fuite, pas d'incendie
- Fuite de H₂
- Incendie
- Incendie externe menaçant l'application.

Pour chaque situation, nous proposons une séquence détaillée, des informations sur les mesures et les distances de sécurité **en cas de panne des dispositifs de décompression et pour protéger les personnes en cas d'explosion des réservoirs.**

Remarque importante : veuillez garder à l'esprit que les distances spécifiées sont INDICATIVES. Le coordinateur des premiers secours doit agrandir ou réduire le périmètre de sécurité selon la situation, notamment en fonction de la capacité des réservoirs de H₂ (ou O₂) concernés.

Voir la section « Comment lire les nomogrammes ».

EERG – V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



**Véhicules à pile à combustible
Pas de fuite, pas d'incendie**



20. VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE

20.1. Pas de fuite, pas d'incendie

VOITURE À PC/CHARIOT ÉLEVATEUR À PC/BUS À PC/CAMIONS À PC/TRAINS À PC/BATEAUX À PC

Tactique n°1

PAS DE FUITE, PAS D'INCENDIE
(alarme technique, accident de travail, accident de la route)

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Quel est le type de véhicule concerné ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX)

- détecteur d'hydrocarbures gazeux
- détecteur de H2
- détecteur de O2
- caméra thermique.



Véhicules à pile à combustible Pas de fuite, pas d'incendie



ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 50 mètres.
- • Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

• EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ? Des personnes coincées à l'intérieur ?
- Quel est le type de véhicule concerné ?
- Que s'est-il passé ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ? (si une fuite est toujours en cours, reportez-vous à la Tactique n°2 : fuite sans incendie)
- Une partie du véhicule est-elle endommagée ?

Vérifiez les données énergétiques du véhicule impliqué (type de réservoir, pressions, contenances, type de trappe de carburant, carte grise du véhicule, etc.).

- Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Identification du véhicule :

Une voiture à PC peut être identifiée à l'aide de l'icône FCHV (Véhicule hybride à pile à combustible). Voir figure 3. Ou recherchez la fiche de secours du véhicule.

Utilisez le détecteur de H₂.

SECOURS

Déployez les secours comme pour un accident normal (un brouillard d'eau peut être utilisé dans cette situation d'absence d'incendie)

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Le cas échéant, ouvrez les portes et les capots
- Actionnez le frein de stationnement
- Calez le véhicule
- Coupez le contact



Véhicules à pile à combustible Pas de fuite, pas d'incendie



- Appuyez sur le dispositif d'arrêt d'urgence de la pile à combustible (sur les bus et chariots élévateurs) Dans les bus, le dispositif d'arrêt d'urgence se trouve généralement près du siège du chauffeur, du côté gauche. Un autre se trouve dans le compartiment moteur à l'arrière du bus, sur la pile à combustible.
- S'il n'est pas possible de couper le contact, retirez tous les fusibles des boîtes de fusibles, puis coupez le câble négatif de la batterie basse tension (12 ou 24 V) en prenant soin de ne pas créer une étincelle d'inflammation (en coupant l'alimentation électrique générale du véhicule). Faites attention aux cordons et aux batteries à haute tension.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air. En cas de présence de H₂, appliquez la tactique propre aux fuites de H₂.
- Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule en utilisant une caméra thermique (supérieures à 150 °C/302 °F).
- Déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger les équipes d'intervention.
- Écoutez si un jet de fuite d'hydrogène est perceptible.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Si aucune fuite de H₂ n'a été constatée et aucun signe d'incendie n'a été détecté :

- Lancez la procédure de résolution d'incident en suivant les guides d'intervention d'urgence et les fiches de secours.

NE PAS :

- couper ou pincer les conduites de H₂
- couper ou pincer les conduites haute tension (couleur orange)
- endommager la cuve d'hydrogène
- endommager la pile de batteries de traction.

En cas de fuite de H₂, appliquez la tactique n°2 « FUIITE DE H₂ SANS INCENDIE ».

INSPECTION FINALE

- Après avoir vérifié l'absence de H₂ dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par le constructeur du véhicule).



Véhicules à pile à combustible Fuite sans incendie



20.2. Fuite sans incendie

VOITURE À PC/CHARIOT ÉLÉVATEUR À PC

Tactique n°2

FUITE DE H2 SANS INCENDIE

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Quel est le type de véhicule concerné ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent,
- vitesse du vent.

ITINÉRAIRE :

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif,
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée,
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX)

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ :

- Pour une VOITURE ou un CHARIOT ÉLÉVATEUR : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.
- Pour un BUS : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 200 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.



Véhicules à pile à combustible Fuite sans incendie



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS (conduisez les opérations de secours avec l'appui d'un tuyau d'eau chargé).

SI PERSONNE NE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

Répondez aux questions suivantes :

- Quel est le type de véhicule impliqué ?
- Que s'est-il passé ?
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant que les secours arrivent ?

IDENTIFICATION DU VEHICULE :

Une voiture à l'hydrogène peut être identifiée à l'aide de l'icône FCHV (Véhicule hybride à pile à combustible). Voir figure 3.

Confirmez la zone de sécurité à l'aide du détecteur H2.

- Si de l'hydrogène est détecté, affinez la zone de sécurité.
- Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule en utilisant une caméra thermique (supérieures à 150 °C/302 °F). Vérifiez la présence d'une possible source d'inflammation.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération (un brouillard d'eau peut être utilisé dans cette situation de fuite en l'absence d'incendie)

Si une personne est menacée ou concernée par une fuite de gaz :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition (outil d'extraction : utilisez la méthode appliquée dans le pays). Un système à pompe pourrait être plus sûr qu'un système à batterie, cependant la pompe doit se trouver dans un périmètre sûr et respecter la distance par rapport à la voiture.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau pour protéger l'intervention de l'équipe 1, au cas où le nuage de gaz s'enflammerait.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).



Véhicules à pile à combustible Fuite sans incendie



MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire.
- Évacuez les bâtiments alentour.
- Si le véhicule se trouve dans un bâtiment, empêchez l'accumulation de H₂ en aérant au maximum le bâtiment.
- Le cas échéant, ouvrez les portes et les capots.
- Actionnez le frein de stationnement.
- Calez le véhicule
- Coupez le contact.
- Appuyez sur le dispositif d'arrêt d'urgence de la pile à combustible (ou du système à hydrogène en général) (bus et chariots élévateurs).
Dans les bus, le dispositif d'arrêt d'urgence se trouve généralement près du siège du chauffeur, du côté gauche. Un autre se trouve dans le compartiment moteur à l'arrière du bus, sur la pile à combustible.
- N'actionnez pas un autre coupe-circuit pour éviter la formation d'étincelles électriques (pendant l'extraction, faites attention aux hautes tensions).
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air.
- Affinez la zone de sécurité.
- Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule en utilisant une caméra thermique (supérieures à 150 °C/302 °F).

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

- Si la fuite de H₂ persiste après l'étape de protection, fermez la vanne de H₂ la plus proche du réservoir.
- S'il n'est pas possible d'atteindre la vanne de H₂, laissez le gaz s'échapper jusqu'à ce que le réservoir soit vide.
- Déployez un rideau d'eau avec un moniteur.

INSPECTION FINALE

- Après avoir vérifié l'absence de H₂ dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par le constructeur du véhicule).



Véhicule à pile à combustible Incendie



20.3. Incendie

	VOITURE À PC/CHARIOT ÉLÉVATEUR À PC	
Tactique n°3	INCENDIE	
À LA CASERNE		
<p>RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quel est le lieu précis de l'incident ? • Quel est le type de véhicule concerné ? • Que s'est-il passé ? <p>CONDITIONS MÉTÉO</p> <ul style="list-style-type: none"> • direction du vent • vitesse du vent <p>ITINÉRAIRE</p> <p>Choisissez un itinéraire sûr :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ne pas traverser un nuage de gaz explosif • Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée • Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie <p>PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • détecteur d'hydrocarbures gazeux ; • détecteur de H₂ ; • détecteur de O₂ ; • caméra thermique. 		
ARRIVÉE SUR SITE		
<p>ARRIVÉE :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent. • Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle inflammable. • Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche. <p>PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ</p> <ul style="list-style-type: none"> • VOITURE et CHARIOT ÉLÉVATEUR : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres. • BUS : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 200 mètres. • Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse. 		



Véhicule à pile à combustible Incendie



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :
LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS.

Répondez aux questions suivantes :

- Des personnes sont-elles menacées par l'incendie ? Si oui, à quel endroit ?
- Combien de véhicules sont impliqués dans l'incendie ?
- Parmi ces véhicules, combien fonctionnent au H₂ ou à d'autres gaz comprimés inflammables ?
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant l'arrivée des secours ?
- Où la vanne de surpression d'hydrogène peut-elle être située dans le véhicule ?
- Le DDT s'est-il activé ? Une flamme s'est-elle formée ?
- Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Identification du véhicule :

Une voiture à l'hydrogène peut être identifiée à l'aide de l'icône FCHV (Véhicule hybride à pile à combustible).
Voir figure 3.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition (figure 10).
Soyez équipé d'un EPR.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger l'équipe d'intervention 1 afin d'évacuer les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Évacuez les bâtiments alentour
- Empêchez la propagation du feu aux véhicules ou bâtiments non touchés
- Déplacez les véhicules non touchés alentour par tous les moyens à disposition (conduite, treuillage, poussée, etc.)
- Si le véhicule se trouve dans un bâtiment, empêchez l'accumulation de H₂ et des gaz de combustion en aérant au maximum le bâtiment
- Si cela est possible et sans danger :
 - Le cas échéant, ouvrez les portes et les capots
 - Enclenchez le frein de stationnement
 - Calez le véhicule
 - Coupez le contact (pendant l'extinction, faites attention aux hautes tensions).
- Appuyez sur le dispositif d'arrêt d'urgence de la pile à combustible (bus et chariots élévateurs)
Dans les bus, un dispositif d'arrêt d'urgence se trouve généralement près du siège du chauffeur, du côté gauche. Un autre se trouve dans le compartiment moteur à l'arrière du bus, sur la pile à combustible
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air (mesure préventive)
- Affinez la zone de sécurité



Véhicule à pile à combustible Incendie



- Vérifiez régulièrement la température des réservoirs de H2 à l'aide d'une caméra thermique.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

En cas de situation à risque élevé :

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie offensive

Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie (figure 4).
Soyez équipé d'un EPR.

- L'équipe 1 refroidit le réservoir de H2, pour éviter que le dispositif de décompression thermique ne s'active.
- L'équipe 2 essaie d'éteindre l'incendie.

Ce faisant, les équipes évitent de passer par les angles de danger. (figures 5-6-7)

- Notez que l'application d'eau sur des matières brûlantes est susceptible de provoquer des réactions violentes.
- Dès que possible, installez des cales sous le véhicule.
- Notez que l'eau peut être contaminée suite à l'intervention (notamment lorsque la batterie est endommagée).
- Veillez à la confiner avec un équipement adéquat.

En l'absence de risque identifié :

Évaluez la possibilité de laisser le véhicule brûler sans intervenir.

INSPECTION FINALE

- Si aucun point chaud n'est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'épave.
- Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par le constructeur du véhicule).



Véhicules à pile à combustible Incendie externe



20.4. Incendie externe menaçant l'application.

VOITURE À PC/CHARIOT ÉLÉVATEUR À PC

Tactique n°4

INCENDIE EXTERNE MENAÇANT L'APPLICATION

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Quel est le type de véhicule concerné ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H₂ ;
- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- VOITURE et CHARIOT ÉLÉVATEUR : installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.
- BUS : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 200 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.



Véhicules à pile à combustible Incendie externe



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

Répondez aux questions suivantes :

- Y a-t-il des personnes blessées, en danger ou coincées ?
- Que touche l'incendie ?
- Quelle est l'intensité de l'incendie ?
- Quelle est la distance entre l'incendie et le véhicule à PC ?
- Une fuite d'hydrogène s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger l'équipe d'intervention 1.
- Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

Équipe 1 : réduisez la chaleur radiante en installant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et le véhicule à PCH.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie défensive :

Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie.

- Équipe 1 : réduisez la chaleur radiante en installant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et le véhicule à PCH.
- Équipe 2 : éteignez l'incendie en pulvérisant de l'eau, de la mousse ou de la poudre, en fonction des véhicules ou des installations qui brûlent.

S'il est impossible d'éteindre l'incendie, ou si le personnel disponible est insuffisant, tentez de déplacer le véhicule PCH par tous les moyens à disposition (conduire, treuiller, pousser...) pour l'éloigner de l'effet radiant de l'incendie.

INSPECTION FINALE



Véhicules à pile à combustible Illustrations et tableaux



Figure 42 : Préparation à une attaque d'incendie offensive (se raccorder à une bouche d'incendie si



Figure 43 : (en rouge) Angles interdits pour atteindre un véhicule à PCH dont les roues sont en feu. ©Crise-2015

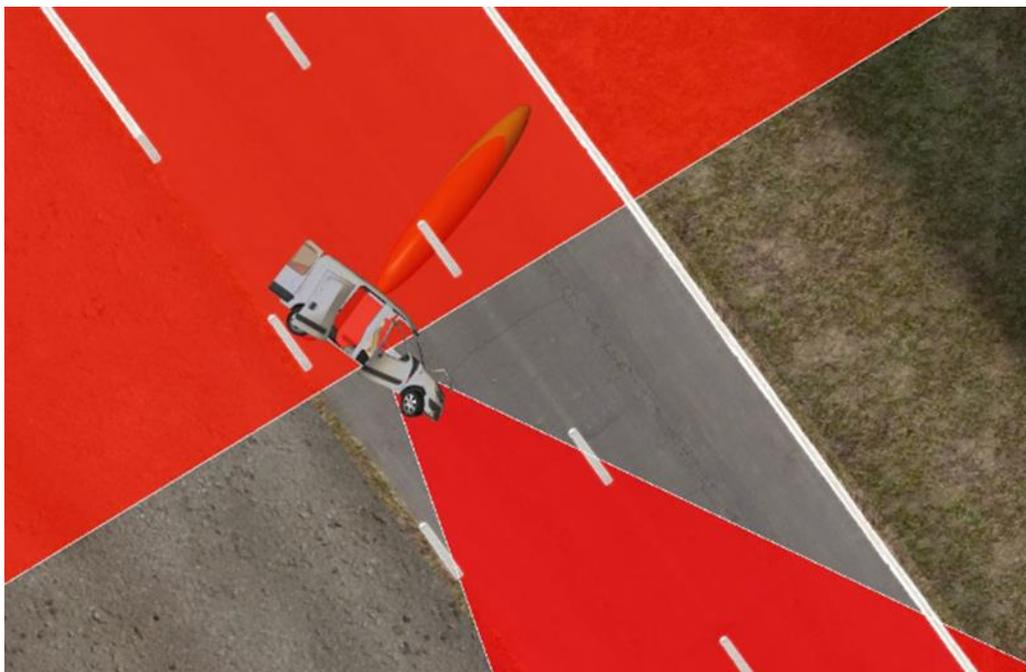


Figure 44 (en rouge) Angles interdits pour atteindre un véhicule PCH dont le côté est en feu (DDT placé sur le toit) ©crise-2015



Figure 45 : (en rouge) Angles interdits pour atteindre un véhicule PCH dont le côté est en feu (DDT placé entre les roues arrière à un angle de 45°) ©crise-2015

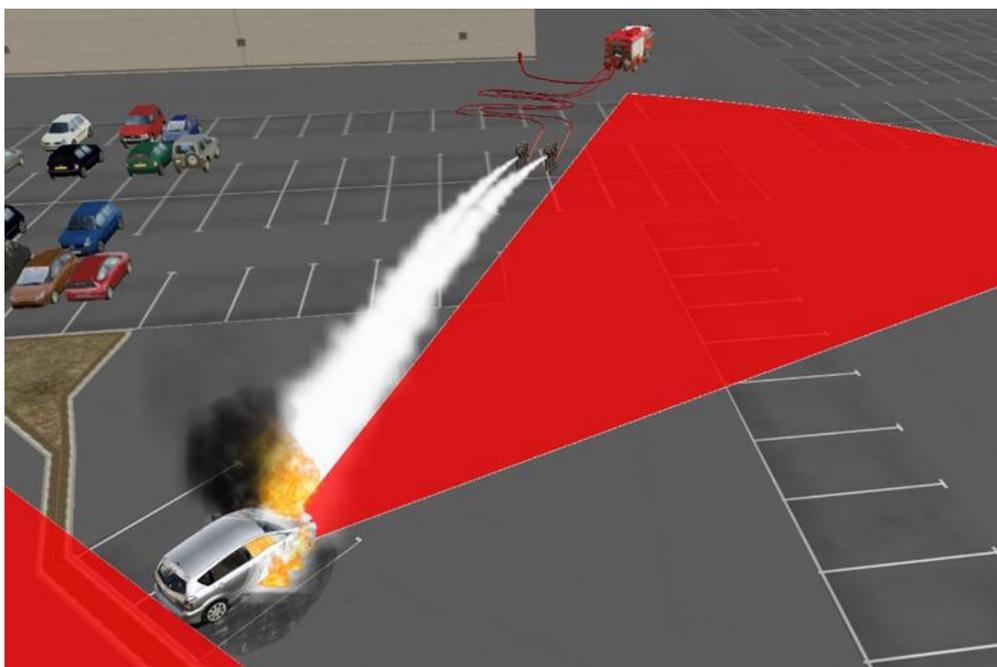


Figure 46 Attaque d'incendie offensive à deux équipes (1ère phase) ©crise-2015



Figure 47 : Attaque d'incendie offensive à deux équipes (2e phase) ©crise-2015



Véhicules à pile à combustible Illustrations et tableaux



Figure 48 : Secours à proximité d'une voiture à PCH en feu. ©crise-2015



Figure 49 : Événement de décompression de H₂ sur chariot élévateur (de chaque côté) ©Air Liquide-2014



Véhicules à pile à combustible Illustrations et tableaux

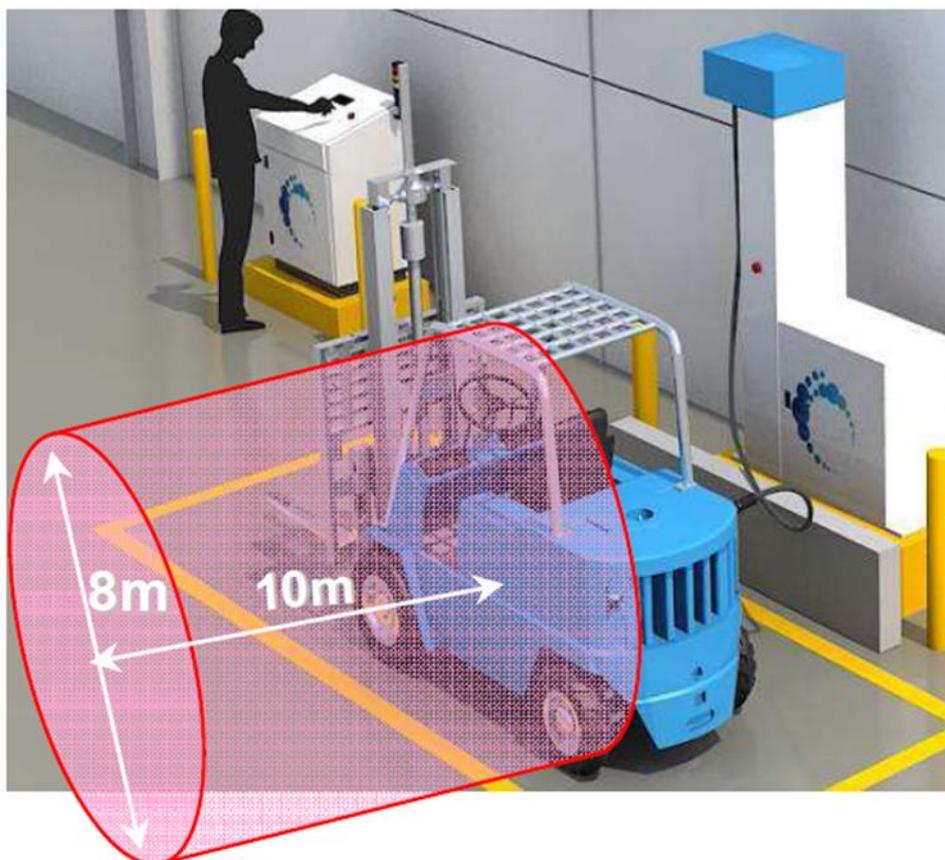


Figure 50 Zone de risque gazeux sur un chariot élévateur lors de l'évacuation de H₂ au niveau du DDT (de chaque côté, pendant 1 minute) ©Air Liquide-2014



Véhicules à pile à combustible Illustrations et tableaux



Figure 51 : Incendie menaçant les chariots élévateurs@crise-2015

Pression dans le réservoir de stockage d'hydrogène, MPa	Diamètre de l'évent du DDT, mm	Distances en m pour 4 % vol.	Distances en m pour 8 % vol.
35	2	15	7
35	3	23	11
35	4	31	15
35	5	38	18
35	6	46	22
70	2	20	10
70	3	30	14
70	4	40	19
70	5	50	24

Tableau 6 Concentrations d'hydrogène dans l'air en fonction de la distance de la fuite (m)



Véhicules à pile à combustible Illustrations et tableaux



Pression dans le réservoir de stockage, MPa	Évent du DDT, mm	Longueur de flamme, m	Distance de sécurité (sans danger), m	Distance de sécurité (seuil de douleur), m	Distance de sécurité (brûlure au 3 ^e degré), m
35	2	5	18	16	10
35	3	8	27	23	16
35	4	10	36	26	18
35	5	13	46	39	26
35	6	16	55	47	31
70	2	7	23	20	13
70	3	10	35	30	20
70	4	13	46	40	27
70	5	17	58	50	33
70	6	20	70	60	40

Tableau 7 Longueur des flammes et distances d'éloignement pour se protéger des projections de flammes issues des réservoirs d'hydrogène embarqués

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Pas de fuite, pas d'incendie



21. BUS À PC, CAMIONS À PC, TRAINS À PC

21.1. Pas de fuite, pas d'incendie

	BUS À PC / CAMIONS À PC / TRAINS À PC	
Tactique n°5	<p>PAS DE FUITE, PAS D'INCENDIE (alarme technique, accident de travail, accident de la route)</p> <p>Wasserstoff - Der Energieträger der Zukunft im ÖPNV NULL Emission</p>	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT

- Quel est le lieu précis de l'incident (peut inclure l'utilisation d'une localisation du véhicule)
- Vous pouvez utiliser le SIG : <https://www.google.com/earth/> ou le code QR pour comprendre rapidement l'environnement :



- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Vous pouvez consulter les flux des médias sociaux (Facebook/Twitter) pour recueillir des informations avant l'arrivée sur site
- Type de véhicule concerné, avec les conseils d'intervention d'urgence du constructeur
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- Direction du vent
- Vitesse du vent
- Appli. météo : <https://www.weather-forecast.com> (consultez la section météo pour drone si vous envisagez d'utiliser un drone).

ITINÉRAIRE, Choisissez un itinéraire sûr

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Pas de fuite, pas d'incendie



- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif.
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée.
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H₂ ;
- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique.

Reliez les dispositifs de mesure disponibles à votre brigade de sapeurs-pompiers.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE

- Entendez-vous une fuite ?
- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'engin de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Seules les forces absolument nécessaires sont présentes sur le site
- Arrêtez l'engin de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident
- Tenir l'engin éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable
- Actionnez la pompe et raccordez l'engin anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 50 à 100 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Quel est le type de véhicule concerné ?
- Que s'est-il passé ?
- Quels sont la taille du réservoir de gaz et son contenu en litres ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ? Avez-vous entendu un sifflement ?
- Une partie du véhicule est-elle endommagée ?

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Vérifiez les données énergétiques du véhicule impliqué (type de réservoir, type de trappe de carburant, carte grise du véhicule, etc.).

Identification du véhicule (une voiture à l'hydrogène peut être identifiée à l'aide de la mention FCHV (Véhicule hybride à pile à combustible))

Utilisez le détecteur de H₂ au-dessus et autour du véhicule.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Pas de fuite, pas d'incendie



SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Déployez les secours comme pour un accident normal avec un soutien matdang.

MESURES DE PROTECTION

Ne déployez que le personnel nécessaire

Le cas échéant, ouvrez les portes et les capots

Enclenchez le frein de stationnement.

Calez le véhicule

Coupez le contact

Appuyez sur le dispositif d'arrêt d'urgence de la pile à combustible

- Dans les bus, le dispositif d'arrêt d'urgence se trouve généralement près du siège du chauffeur, du côté gauche. Un autre se trouve dans le compartiment moteur à l'arrière du bus, sur la pile à combustible.
- Pour les camions, les trains et les bateaux : fiches de données de sécurité ou fiche de secours à bord

S'il n'est pas possible de couper le contact, retirez tous les fusibles des boîtes de fusibles, puis coupez le câble négatif de la batterie basse tension (12 ou 24 V) en prenant soin de ne pas créer une étincelle d'inflammation

Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air. En cas de présence de H₂, appliquez la tactique propre aux fuites de H₂.

Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule (supérieures à 150 °C/302 °F).

Déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger les équipes d'intervention.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Si aucune fuite de H₂ n'a été constatée et aucun signe d'incendie n'a été détecté :

- Lancez la procédure de résolution d'incident en suivant les guides d'intervention d'urgence des fabricants.

NE PAS

- couper ou pincer les conduites de H₂
- couper ou pincer les conduites haute tension (couleur orange)
- endommager la cuve de H₂
- endommager la pile de batteries de traction.

En cas de fuite de H₂, appliquez la tactique n°2 « FUIITE DE H₂ SANS INCENDIE ».

INSPECTION FINALE

EERG - V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



**Véhicules à pile à combustible de
grandes dimensions
Pas de fuite, pas d'incendie**



Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par le constructeur du véhicule). Afin d'éviter le risque d'incendie dû aux batteries, procédez à une vérification avec une caméra thermique.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Fuite de H2 sans incendie



21.2. Fuite de H2 sans incendie.

BUS À PC / CAMIONS À PC / TRAINS À PC



Tactique n°6

FUITE DE H2 SANS INCENDIE

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT

- Quel est le lieu précis de l'incident (peut inclure l'utilisation d'une localisation du véhicule)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Type de véhicule concerné, avec les conseils d'intervention d'urgence du constructeur
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- Direction du vent
- Vitesse du vent

ITINÉRAIRE, Choisissez un itinéraire sûr

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif.
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée.
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'engin de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'engin de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident
- Tenir l'engin éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'engin anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- VOITURE et CHARIOT ÉLÉVATEUR : installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Fuite de H2 sans incendie



- **BUS, camion, train, bateau : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 200 mètres.**
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE : LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS.

SI PERSONNE NE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE : répondez aux questions suivantes :

- Quel est le type de véhicule concerné ?
- Que s'est-il passé ?
- Quels sont la taille du réservoir de gaz et son contenu en litres ?
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant l'arrivée des secours ?

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Identification du véhicule (une voiture à l'hydrogène peut être identifiée à l'aide de la mention FCHV (Véhicule hybride à pile à combustible))

Confirmez la zone de sécurité à l'aide du détecteur H2.

Si de l'hydrogène est détecté, affinez la zone de sécurité.

Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule (supérieures à 150 °C/302 °F).

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Déployez les secours comme pour un accident normal avec un soutien matdang, si une personne est menacée ou concernée par la fuite de gaz.

Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition

Équipe 2 : déroulez un tuyau pour protéger l'intervention de l'équipe 1, au cas où le nuage de gaz s'enflammerait

En fonction de la taille de l'événement et du véhicule touché, adaptez le plan d'action en faisant intervenir des équipes supplémentaires. Rappel : maintenez la stratégie de l'intervention de deux équipes.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Évacuez les bâtiments alentour
- Si le véhicule se trouve dans un bâtiment, empêchez l'accumulation de H2 en aérant au maximum le bâtiment. Si possible, utilisez un souffleur d'air ATEX.
- Le cas échéant, ouvrez les portes et les capots
- Enclenchez le frein de stationnement.
- Calez le véhicule
- Coupez le contact

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions

Fuite de H2 sans incendie



- Appuyez sur le dispositif d'arrêt d'urgence de la pile à combustible
Dans les bus, un dispositif d'arrêt d'urgence se trouve généralement près du siège du chauffeur, du côté gauche. Un autre se trouve dans le compartiment moteur à l'arrière du bus, sur la pile à combustible.
Pour les camions, les trains et les bateaux : fiches de données de sécurité ou fiche de secours à bord
- N'actionnez pas un autre coupe-circuit, pour éviter la formation d'étincelles électriques
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air
- Affinez la zone de sécurité
- Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule (supérieures à 150 °C/302 °F).

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Si la fuite de H2 persiste après « l'étape de protection par rapport à l'exposition », fermez la vanne de H2 la plus proche du réservoir.

S'il n'est pas possible d'atteindre la vanne de H2, laissez le gaz s'échapper jusqu'à ce que le réservoir soit vide.

Dans les zones urbaines, vérifiez le niveau d'hydrogène dans les bâtiments voisins.

INSPECTION FINALE

Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par le constructeur du véhicule).

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Incendie



21.3. Incendie

BUS À PC / CAMIONS À PC / TRAINS À PC



Tactique n°7

INCENDIE

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT

- Quel est le lieu précis de l'incident (peut inclure l'utilisation d'une localisation du véhicule)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Type de véhicule concerné, avec les conseils d'intervention d'urgence du constructeur
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- Direction du vent
- Vitesse du vent

ITINÉRAIRE, Choisissez un itinéraire sûr

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif.
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée.
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H₂ ;
- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'engin de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'engin de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident
- Tenir l'engin éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'engin anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- **VOITURE et CHARIOT ÉLÉVATEUR** : installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.
- **BUS, camion, train, bateau** : **Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 200 mètres.**

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Incendie



- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE, LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS, puis répondez aux questions suivantes :

- Des personnes sont-elles menacées par l'incendie ? Si oui, à quel endroit ?
- Combien de véhicules sont impliqués dans l'incendie ?
- Parmi ces véhicules, combien fonctionnent au H2 ou à d'autres gaz comprimés inflammables ?
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant l'arrivée des secours ?

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Identification du véhicule (une voiture à l'hydrogène peut être identifiée à l'aide de la mention FCHV (Véhicule hybride à pile à combustible))

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération

Déployez les secours comme pour un accident normal avec un soutien matdang, si une personne est menacée ou concernée par l'incendie

Soyez équipé d'un EPR.

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition. Du fait des multiples directions possibles du DDT ou des obstacles qui pourraient dévier la direction naturelle des flammes, il faut avoir identifié un trajet à l'aide d'une caméra thermique.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger l'équipe d'intervention 1.

En fonction de la taille de l'événement et du véhicule touché, adaptez le plan d'action en faisant intervenir des équipes supplémentaires. Rappel : maintenez la stratégie de l'intervention de deux équipes.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Évacuez les bâtiments alentour
- Empêchez la propagation du feu aux véhicules ou bâtiments non touchés
- Déplacez les véhicules non touchés alentour par tous les moyens à disposition (conduite, treuillage, poussée, etc.).
- Si le véhicule se trouve dans un bâtiment, empêchez l'accumulation de H2 et des gaz de combustion en aérant au maximum le bâtiment.
- Le cas échéant, ouvrez les portes et les capots
- Enclenchez le frein de stationnement.
- Calez le véhicule

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Incendie



- Coupez le contact
- Appuyez sur le dispositif d'arrêt d'urgence de la pile à combustible
 - Dans les bus, un dispositif d'arrêt d'urgence se trouve généralement près du siège du chauffeur, du côté gauche. Un autre se trouve dans le compartiment moteur à l'arrière du bus, sur la pile à combustible.
 - Pour les camions, les trains et les bateaux : fiches de données de sécurité ou fiche de secours à bord
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air
- Affinez la zone de sécurité
- Vérifiez régulièrement la température des réservoirs de H2 à l'aide d'une caméra thermique.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

En cas de situation à risque élevé, appliquez une tactique de lutte anti-incendie offensive, chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie

- Équipe 1 essaie de refroidir le réservoir d'hydrogène et d'éviter ainsi que le dispositif de décompression thermique ne s'active.
- Équipe 2 essaie d'éteindre l'incendie.

En fonction de la taille de l'événement et du véhicule touché, adaptez le plan d'action en faisant intervenir des équipes supplémentaires. Rappel : maintenez la stratégie de l'intervention de deux équipes.

Les équipes devraient éviter de passer par les angles de danger (à proximité de la zone de stockage du véhicule : sur le toit pour les bus et les trains / la même que les voitures pour les camions).

Notez que l'application d'eau sur des matières brûlantes est susceptible de provoquer des réactions violentes. Dès que possible, installez des cales sous le véhicule.

Notez que l'eau peut être contaminée suite à l'intervention (notamment lorsque la batterie est endommagée), veillez à la confiner.

En l'absence de risque identifié, évaluez la possibilité de laisser le véhicule brûler sans intervenir. Ayez bien à l'esprit qu'une PCH peut brûler longtemps.

INSPECTION FINALE

- Si aucun point chaud n'est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'épave.
- Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par le constructeur du véhicule).

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS

Co-funded by
the European Union

Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions

Incendie externe



21,4. Incendie externe menaçant l'application

	BUS À PC / CAMIONS À PC / TRAINS À PC	
Tactique n°8	INCENDIE EXTERNE MENAÇANT L'APPLICATION (usine, station d'hydrogène, installation de stockage/production d'hydrogène)	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT

- Quel est le lieu précis de l'incident (peut inclure l'utilisation d'une localisation du véhicule)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Type de véhicule concerné, avec les conseils d'intervention d'urgence du constructeur
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- Direction du vent
- Vitesse du vent

ITINÉRAIRE, Choisissez un itinéraire sûr

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif.
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée.
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H₂ ;
- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'engin de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'engin de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident
- Tenir l'engin éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'engin anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- VOITURE et CHARIOT ÉLÉVATEUR : installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.
- **BUS, camion, train, bateau : Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 200 mètres.**
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Véhicules à pile à combustible de grandes dimensions Incendie externe



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

Répondez aux questions suivantes :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que touche l'incendie ?
- Quelle est l'intensité de l'incendie ?
- Quelle est la distance entre l'incendie et le véhicule à PC ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Déployez les secours comme pour un accident normal avec un soutien matdang.
Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger l'équipe d'intervention 1.

En fonction de la taille de l'événement et du véhicule touché, adaptez le plan d'action en faisant intervenir des équipes supplémentaires. Rappel : maintenez la stratégie de l'intervention de deux équipes.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

Équipe 1 : réduisez la chaleur radiante en installant un jet de pulvérisation de protection entre l'incendie et le véhicule à PCH.

En fonction de la taille de l'événement et du véhicule, des équipes supplémentaires peuvent être ajoutées à cette procédure.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie défensive, chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe de l'équipement anti-incendie

- Équipe 1 : réduisez la chaleur radiante en installant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et le véhicule à PCH.
- Équipe 2 : éteignez l'incendie en pulvérisant de l'eau, de la mousse ou de la poudre, en fonction des véhicules ou des installations qui brûlent.

EERG - V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



Co-funded by
the European Union

**Véhicules à pile à combustible de
grandes dimensions
Incendie externe**



En fonction de la taille de l'événement et du véhicule touché, adaptez le plan d'action en faisant intervenir des équipes supplémentaires. Rappel : maintenez la stratégie de l'intervention de deux équipes.

S'il est impossible d'éteindre l'incendie, ou si le personnel disponible est suffisant, déplacez le véhicule PCH par tous les moyens à disposition (conduire, treuiller, pousser) pour l'éloigner de l'effet radiant de l'incendie.

INSPECTION FINALE

Vérifiez la température du véhicule à PCH à l'aide d'une caméra thermique.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Remorque H2 Pas de fuite, pas d'incendie



22. REMORQUE H2

22.1. Pas de fuite, pas d'incendie

Remorque H2

Tactique n°9

PAS DE FUITE, PAS D'INCENDIE
(alarme technique, accident de travail,
accident de la route)



À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident (peut inclure une localisation du véhicule)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Quel est le type de remorque concerné ? Taille, marchandises ? Est-elle vide ou pleine ? Demandez au constructeur des conseils d'intervention d'urgence
- La marchandise est-elle désattelée ?
- Consultez Twitter, Facebook ou tout autre canal d'information pour trouver une image en temps réel

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent
- Utilisez une appli. météo telle que <https://www.weather-forecast.com>

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire ;
- Vérifiez s'il existe des webcams à proximité.

Ressources supplémentaires : Consultez l'ISO 17840 / ERG 2020 (Guide 115)

ARRIVÉE SUR SITE



Remorque H2

Pas de fuite, pas d'incendie



ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident
- pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.
- Seul le personnel absolument nécessaire est présent sur le site. Explorez les alentours : ex. réservoirs, station d'hydrogène, etc., en pensant à l'effet domino.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 50 à 100 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.
- Vérifiez la présence d'une possible source d'inflammation, prenez en compte l'électricité statique.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Quel est le type de véhicule impliqué ? En cas de disponibilité et si cela n'est pas trop long, utilisez Google Lens pour faciliter l'identification.
- Que s'est-il passé ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Une partie du camion est-elle endommagée ?
- La remorque s'est-elle détachée ? Y a-t-il eu une perte de marchandises ?
- Demandez un soutien supplémentaire au besoin.
- Vérifiez les données énergétiques du véhicule impliqué (type de réservoir, type de trappe de carburant, carte grise du véhicule).
- Une fuite de liquide inflammable existe-t-elle ?
- Utilisez le détecteur de H2.
- Consultez la fiche de données de sécurité (si elle est disponible et si cela n'est pas trop long).

SECOURS

Déployez les secours comme pour un accident normal. Adaptez et déployez les secours en respectant les tactiques nationales et européennes normales.

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Enclenchez le frein de stationnement
- Calez le véhicule
- Coupez le contact
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air. En cas de présence de H2, appliquez la tactique propre aux fuites de H2.
- Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule (supérieures à 150 °C/302 °F).
- Déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger les équipes d'intervention.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Remorque H2 Pas de fuite, pas d'incendie



- En cas de disponibilité, préférez l'utilisation d'outils ne produisant pas d'étincelles.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

- Vérifiez et fermez toutes les vannes de H2 présentes sur la remorque avec la protection d'un tuyau armé.
- Si aucune fuite de H2 n'a été constatée et aucun signe d'incendie n'a été détecté :
- Poursuivez et agissez comme pour un accident de la route classique et en respectant les recommandations de désincarcération. En permanence, maintenez active la mesure de l'hydrogène.

NE PAS :

- couper ou pincer les conduites de H2
- endommager la cuve de H2

En cas de perte de marchandises ou si la remorque est endommagée, inspectez visuellement chaque cuve. Contactez l'assistance de la société de transport pour évacuer les bombonnes en toute sécurité.

INSPECTION FINALE

Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par la société de transport).

Sécurisez l'environnement : si possible, éloignez les réservoirs et les autres camions-citernes de la zone d'activité.

Envisagez et organisez les précautions de sécurité nécessaires lors du sauvetage et du treuillage.



Remorque H2

Fuite de H2 sans incendie



22.2. Fuite de H2 sans incendie

	Remorque H2	
Tactique n°10	FUITE DE H2 SANS INCENDIE	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Que s'est-il passé ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Quel est le type de remorque concerné ? Taille, marchandises ? Est-elle vide ou pleine ?
- La marchandise est-elle désattelée ? Ou y a-t-il eu une perte de marchandises ?

CONDITIONS MÉTÉO

- Direction du vent
- Vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie.

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.



Remorque H2

Fuite de H2 sans incendie



- Vérifiez la présence d'une possible source d'inflammation, prenez en compte l'électricité statique.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS.

SI PERSONNE NE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Quel est le type de véhicule impliqué ? (figure 22)
- Que s'est-il passé ?
- La remorque s'est-elle détachée ? Y a-t-il eu une perte de marchandises ?
- Demandez un soutien supplémentaire au besoin.
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant l'arrivée des secours ?
- Contrôlez la présence éventuelle d'hydrogène dans les espaces confinés
- Confirmez la zone de sécurité à l'aide du détecteur H2. Si de l'hydrogène est détecté, affinez la zone de sécurité.
- Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule (supérieures à 150 °C/302 °F).

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Si une personne est menacée ou concernée par une fuite de gaz :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : ~~déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger~~ l'intervention de l'équipe 1 au cas où le nuage de gaz s'enflammerait avec le tuyau armé.

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Enclenchez le frein de stationnement.
- Calez le véhicule
- Coupez le contact
- Vérifiez si des zones de fortes températures existent au niveau du véhicule (supérieures à 150 °C/302 °F).
- ~~Déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger les équipes d'intervention~~ Maintenez le tuyau en service en permanence.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Soyez à l'écoute des bruits anormaux.

Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air (mesure préventive).

Vérifiez et fermez toutes les vannes de H2 présentes sur la remorque avec la protection d'un tuyau armé. Évaluez s'il est sûr de laisser la fuite d'hydrogène perdurer dans l'environnement, prenez les précautions nécessaires.

INSPECTION FINALE

- Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par la société de transport).

EERG – V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



**Remorque H2
Fuite de H2 sans incendie**



- Envisagez et organisez les précautions de sécurité nécessaires au sauvetage et au treuillage.



Remorque H2 INCENDIE



22.3. Incendie

Remorque H2

Tactique n°11

INCENDIE



À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?
- Quel est le type de remorque concerné ? Taille, marchandises ? Est-elle vide ou pleine ?
- La marchandise est-elle désattelée ? Ou y a-t-il eu une perte de marchandises ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire ;

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité pour une première attaque.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Remorque H2 INCENDIE



PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS.

SI PERSONNE NE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Quel est le type de véhicule impliqué ?
- Que s'est-il passé ?
- La remorque s'est-elle détachée ? Y a-t-il eu une perte de marchandises ?
- Demandez un soutien supplémentaire au besoin.
- Une cuve est-elle concernée par l'incendie ?
- Inspectez le lieu de l'incendie à l'aide d'une caméra thermique :
- La cuve est-elle la cause de la fuite d'hydrogène enflammée ?
- Une cuve est-elle entourée par les flammes ?

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par une fuite de gaz :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : protégez l'intervention de l'Équipe 1 avec le tuyau armé.

MESURES DE PROTECTION

- Évacuez les bâtiments alentour
- Empêchez la propagation du feu aux véhicules ou bâtiments non touchés
- Déplacez les véhicules non touchés alentour par tous les moyens à disposition (conduite, treuillage, poussée) (mesure).

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

En cas de situation à risque élevé :

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie offensive :

Chaque équipe doit préparer 80 à 100 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie.

- L'équipe 1 essaie de refroidir les réservoirs d'hydrogène pour éviter qu'ils montent en pression (en cas de disponibilité, envisagez l'utilisation de moniteurs d'eau autonomes pour refroidir les réservoirs).

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Co-funded by
the European Union

Remorque H2 INCENDIE



- L'équipe 2 essaie d'éteindre l'incendie. Notez que la mousse peut être utilisée pour éteindre un camion ou un tracteur, alors que l'eau est recommandée pour refroidir les cuves sur remorque. Veillez à ne pas rincer la mousse avec de l'eau.

LE COORDINATEUR DES SECOURS DOIT ÉVALUER LA POSSIBILITÉ DE BOUCHER LES FUITES DÈS QUE LA PRESSION NE MONTE PLUS, EN DÉTERMINANT LA MARCHÉ À SUIVRE.

- Si l'incendie concerne une fuite de H2 enflammée, la seule façon d'éteindre l'incendie en toute sécurité est de fermer la vanne adéquate.
- N'éteignez l'incendie que lorsque vous pouvez boucher la fuite, sinon laisser l'hydrogène brûler de manière contrôlée.
- Au préalable, le coordinateur des secours doit avoir pris les mesures requises pour empêcher toute hausse de pression dans les cuves, et vérifié leur efficacité.
- Notez que l'application d'eau sur des matières brûlantes est susceptible de provoquer des réactions violentes.
- Dès que possible, installez des cales sous le véhicule.
- Essayez de contenir l'eau polluée.
- Veillez à la confiner.
- Évaluez s'il est sûr de laisser le véhicule brûler, prenez les précautions nécessaires. Ayez bien à l'esprit qu'une PCH peut brûler longtemps.
- Notez que les bombonnes et les bouteilles ne sont pas équipées d'un dispositif de décompression, et explosent si elles montent en pression.

INSPECTION FINALE

- Si aucun point chaud n'est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'épave.
- Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par la société de transport).
- Envisagez et organisez les précautions de sécurité nécessaires lors du sauvetage et du treuillage.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Remorque H2
Incendie externe



22.4. Incendie externe menaçant l'application

Remorque H2

Tactique n°12

INCENDIE EXTERNE MENAÇANT
L'APPLICATION



À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?
- Quel est le type de remorque concerné ? Taille, marchandises ? Est-elle vide ou pleine ?
- La marchandise est-elle désattelée ? Ou y a-t-il eu une perte de marchandises ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire ;

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident (en raison d'un éventuel effet BLEVE), pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Remorque H2 Incendie externe



PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

Répondez aux questions suivantes :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que touche l'incendie ?
- Quelle est l'intensité de l'incendie ?
- Quelle est la distance entre l'incendie et la remorque de H2 ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : ~~déroulez un tuyau anti-incendie~~ protégez l'Équipe d'intervention 1 avec le tuyau armé.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

Équipe 1 : tentez de minimiser le rayonnement en installant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et la remorque de H2.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie défensive :

Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie.

- Équipe 1 : tentez de minimiser le rayonnement en fournissant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et la remorque de H2.
- Équipe 2 : éteignez l'incendie en pulvérisant de l'eau, de la mousse ou de la poudre, en fonction des véhicules ou des installations qui brûlent.

S'il est impossible d'éteindre l'incendie, déplacez la remorque de H2 par tous les moyens à disposition (conduire, treuiller) pour l'éloigner de l'effet radiant de l'incendie.

Notez que les bombones et les bouteilles ne sont pas équipées d'un dispositif de décompression, et explosent si elles montent en pression.

INSPECTION FINALE

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Remorque H2 Incendie externe



- Vérifiez la température de la remorque de H2 à l'aide d'une caméra thermique.
- Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que le véhicule ou l'épave est évacué(e) par du personnel autorisé (idéalement, par la société de transport).
- Envisagez et organisez les précautions de sécurité nécessaires lors du sauvetage et du treuillage.



Figure 52 : Remorque de H2 ©Air Liquide-2014



Figure 53 : Vanne de bombonne individuelle sur une remorque de H2.

©Air Liquide-2014

<p>EERG - V15</p>	<p>GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS</p>	
 <p>Co-funded by the European Union</p>	<p>Remorque H2 Incendie externe</p>	

--	--	--



Remorque H2 Incendie externe



Figure 54 : Remorque de H2 avec des porte-bouteilles verticaux. © Areva/ENSOSP 2015



Figure 55 : Porte-bouteilles de H2 © Areva/ENSOSP 2015



Figure 56 Vanne principale de remorque de H2 (vue extérieure) © Areva/ENSOSP 2015



Remorque H2 Incendie externe



Figure 57 : Vanne principale de remorque de H2 (vue intérieure) ©
Areva/ENSOSP 2015



Figure 58 : Vannes sur un porte-bouteilles de H2 © Areva/ENSOSP 2015

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Station-service
Fuite de H2 sans incendie



23. STATION-SERVICE

23.1. Pas de fuite, pas d'incendie

STATION-SERVICE

Tactique n°13

PAS DE FUITE, PAS D'INCENDIE
(alarme technique, accident de travail,
accident de la route)



À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Un véhicule est-il impliqué dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 50 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.



Station-service

Fuite de H2 sans incendie



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DE LA STATION-SERVICE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Un véhicule est-il toujours connecté à une pompe de la station ? (si oui, appliquez une tactique propre aux véhicules à PCH).
- Vérifiez les données énergétiques du véhicule impliqué (type de réservoir, type de trappe de carburant, carte grise du véhicule).
- Utilisez le détecteur de H2.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Les dispositifs d'arrêt d'urgence de la station-service ont-ils été activés ?

SECOURS

- Déployez les secours comme pour un accident normal.
- Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.
- Au besoin, transportez les personnes blessées jusqu'à des cliniques spécialisées (pour brûlures, brûlures chimiques).

MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air. En cas de présence de H2, appliquez la tactique propre aux fuites de H2.
- Déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger les équipes d'intervention.
- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Si la pompe a été physiquement endommagée, fermez les vannes placées entre la zone de stockage et la pompe.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Si aucune fuite de H2 n'a été constatée et aucun signe d'incendie n'a été détecté :

- Déclenchez la procédure de résolution d'incident en appliquant les techniques classiques.

Si un véhicule à PCH est raccordé à la pompe de carburant, débranchez-le et éloignez-le.

Si une remorque de H2 est raccordée à la cuve de stockage de la station-service, fermez les vannes placées entre la cuve de stockage et la remorque et appliquez simultanément la tactique propre aux remorques.

De plus, déterminez s'il est nécessaire que soient présents :

- Des conseillers spécialisés / experts ;
- Des sociétés, des transitaires et des organisations dotées d'installations et d'équipements spéciaux (réservoirs-collecteurs, camions-citernes).

NE PAS :

- couper ou pincer les conduites de H2

EERG - V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	Station-service Fuite de H2 sans incendie	

- couper ou pincer les conduites haute tension (couleur orange)
- endommager la cuve de H2

INSPECTION FINALE

Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que la station-service sera contrôlée par du personnel autorisé avant la remise en service.

23.2. Fuite de H2 sans incendie

	STATION-SERVICE	
Tactique n°14	FUITE DE H2 SANS INCENDIE	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Un véhicule est-il impliqué dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

--	--	--



Station-service Fuite de H2 sans incendie



- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident
- pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 100 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS.

SI PERSONNE NE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DE LA STATION-SERVICE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant l'arrivée des secours ?
- Un véhicule est-il toujours connecté à une pompe de la station ? (si oui, appliquez une tactique propre aux véhicules à PCH).
- Vérifiez les données énergétiques du véhicule impliqué (type de réservoir, type de trappe de carburant, carte grise du véhicule).
- Utilisez le détecteur de H2.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Les dispositifs d'arrêt d'urgence de la station-service ont-ils été activés ?

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Si une personne est menacée ou concernée par une fuite de gaz :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau pour protéger l'intervention de l'équipe 1, au cas où le nuage de gaz s'enflammerait.

Évacuez les personnes dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Station-service Fuite de H2 sans incendie



MESURES DE PROTECTION

- Ne déployez que le personnel nécessaire
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air. En cas de présence de H2, appliquez la tactique propre aux fuites de H2.
- Déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger les équipes d'intervention.
- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Si la pompe a été physiquement endommagée, fermez les vannes placées entre la zone de stockage et la pompe.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Fermez les vannes placées entre la pompe et la cuve de stockage de H2.

Si un véhicule à PCH est raccordé à la pompe de carburant, débranchez-le et éloignez-le.

Si une remorque de H2 est raccordée à la cuve de stockage de la station-service, fermez les vannes placées entre la cuve de stockage et la remorque et appliquez simultanément la tactique propre aux remorques.

Empêchez l'accumulation de H2 dans les locaux confinés.

NE PAS :

- couper ou pincer les conduites de H2
- couper ou pincer les conduites haute tension
- endommager la cuve de H2

INSPECTION FINALE

Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air,

la station-service doit être inspectée par du personnel autorisé, les dysfonctionnements et les dommages doivent être réparés, avant la remise en service.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Station-service INCENDIE



23.3. Incendie

	STATION-SERVICE	
Tactique n°15	INCENDIE	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Un véhicule est-il impliqué dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H₂ ;
- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Station-service INCENDIE



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

SI UNE PERSONNE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :
LANCEZ LES OPÉRATIONS DE SECOURS.

SI PERSONNE NE SE TROUVE À L'INTÉRIEUR DE LA ZONE DANGEREUSE :
EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DE LA STATION-SERVICE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Un grand bruit de sifflement a-t-il été entendu avant l'arrivée des secours ?
- Un véhicule est-il toujours connecté à une pompe de la station ? (si oui, appliquez une tactique propre aux véhicules à PCH).
- Vérifiez les données énergétiques du véhicule impliqué (type de réservoir, type de trappe de carburant, carte grise du véhicule).
- Utilisez le détecteur de H₂.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

Les dispositifs d'arrêt d'urgence de la station-service ont-ils été activés ?

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger l'équipe d'intervention 1.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

- Évacuez les bâtiments alentour.
- Empêchez la propagation du feu aux véhicules ou bâtiments non touchés.
- Déplacez les véhicules non touchés alentour par tous les moyens à disposition (conduite, treuillage, poussée).
- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence de la pompe et de la cuve de stockage.
- Fermez les vannes placées entre la zone de stockage et la pompe.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Station-service INCENDIE



RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Deux situations sont possibles :

L'incendie concerne la zone de distribution.

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées de la station-service, à l'aide de rideaux d'eau.
- Éteignez l'incendie.

L'incendie concerne la zone de stockage (situation à haut risque).

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées de la station-service, à l'aide de rideaux d'eau.
- Éteignez l'incendie.

Si l'incendie concerne une fuite de H₂ enflammée, la seule façon d'éteindre l'incendie en toute sécurité est de fermer la vanne adéquate.

Au préalable, le coordinateur des secours doit avoir pris les mesures requises pour empêcher toute hausse de pression dans les cuves, et vérifié leur efficacité.

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie offensive :

Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie.

- L'équipe 1 refroidit les cuves de H₂ pour éviter qu'elles montent en pression.
- L'équipe 2 essaie d'éteindre l'incendie.

Notez que les cuves de stockage sont équipées de dispositifs d'arrêt d'urgence qui peuvent s'ouvrir et se fermer plusieurs fois, en fonction de la pression interne de la cuve.

Notez que l'application d'eau sur des matières brûlantes est susceptible de provoquer des réactions violentes.

Notez que l'eau peut devenir polluée suite à l'intervention.

Veillez à la confiner.

INSPECTION FINALE

- Si aucun point chaud n'est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'épave.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air.

EERG - V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



Co-funded by
the European Union

**Station-service
Incendie externe**



EERG - V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	Station-service Incendie externe	

23.4. Incendie externe menaçant l'application

	STATION-SERVICE	
Tactique n°16	INCENDIE EXTERNE MENAÇANT L'APPLICATION	

À LA CASERNE

RECUEILLEZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident ?
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Un véhicule est-il impliqué dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H₂ ;
- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Actionnez la pompe et raccordez l'équipement anti-incendie à une bouche.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Station-service Incendie externe



DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DE LA STATION-SERVICE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Quelle partie de l'application est concernée par l'incident ? (pompe, stockage, équipement électrique...)
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Que touche l'incendie ?
- Quelle est l'intensité de l'incendie ?
- Quelle est la distance entre l'incendie et la station-service ?
- Le responsable de la station pourrait être en mesure de fournir des informations utiles.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : déroulez un tuyau anti-incendie pour protéger l'équipe d'intervention 1.

Évacuez les personnes dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

Équipe 1 : réduisez la chaleur radiante en installant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et la station-service.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Appliquez une tactique de lutte anti-incendie défensive :

Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie.

- Équipe 1 : réduisez la chaleur radiante en installant un rideau d'eau pulvérisée entre l'incendie et la station-service.
- Équipe 2 : éteignez l'incendie en pulvérisant de l'eau, de la mousse ou de la poudre, en fonction des véhicules ou des installations qui brûlent.

Notez que les cuves de stockage des stations-service sont équipées de dispositifs de décompression. Une fuite de H₂ peut se produire si la cuve subit une montée de température.

INSPECTION FINALE

- Si aucun point chaud n'est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'épave.

EERG - V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	Station-service Incendie externe	

- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air

24. GÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE FIXE

24.1. Pas de fuite, pas d'incendie

	Générateur électrique fixe Système de stockage d'énergie à l'hydrogène	
Tactique n°17	PAS DE FUITE, PAS D'INCENDIE (alarme technique)	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident, quelle est la puissance concernée ?
- Ce générateur d'électricité fixe est-il connu des services de lutte anti-incendie ?
- Un plan de lutte anti-incendie existe-t-il ? Prenez-le avec l'équipement anti-incendie et consultez-le sur le trajet.
- Quelle partie de l'installation est impliquée dans l'incident ? (pile à combustible, stockage H2/O2, panneaux photovoltaïques, éolienne...)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?
- Recherchez la présence de bouches d'incendie à l'intérieur et autour de l'unité.

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe Pas de fuite, pas d'incendie



- détecteur de O₂ ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez le camion d'incendie de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident.
- Si une éolienne est concernée, arrêtez la progression de l'équipement à une distance équivalente à deux fois la hauteur de l'éolienne
- pour la tenir éloignée d'une fuite potentielle de liquide inflammable (distance de sécurité).
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez le camion d'incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

Si une cuve de H₂/O₂ est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.

Si une éolienne est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon correspondant à deux fois la hauteur de l'éolienne.

Si une pile à combustible ou des appareils électriques sont concernés :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon compris entre 50 et 100 mètres.

Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DU GÉNÉRATEUR/STOCKAGE D'HYDROGÈNE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Quelle partie de l'application est concernée par l'incident ? (pile à combustible, stockage H₂/O₂, panneaux photovoltaïques, éolienne...)
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ? À quel endroit ?
- Le système génère-t-il encore de l'électricité ? Si tel est le cas, quelle est la puissance produite ?
- Un technicien se trouve-t-il sur place ?

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe Pas de fuite, pas d'incendie



- Contrôlez la présence éventuelle d'hydrogène dans les espaces confinés.
- Recherchez le plan d'évacuation et de secours incendie.
- Localisez les zones dangereuses, les dispositifs d'arrêt d'urgence et les vannes.
- Évaluez la quantité de gaz comprimés présents dans les cuves.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

- Déployez les secours comme pour un accident normal.
- Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.
- Pour venir en aide aux victimes en toute sécurité, vérifiez qu'elles ne sont pas sous la menace d'une décharge électrique.
- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence, éloignez les câbles au sol à l'aide d'équipements isolants pour hautes tensions (gants et bottes).

MESURES DE PROTECTION

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence de la zone concernée.
- Isolez les uns des autres les générateurs d'énergie (pression, alimentation en gaz, électricité), les piles à combustible et les cuves de stockage.
- Vérifiez et notez chaque dispositif d'arrêt d'urgence ou vanne désactivé sur le plan d'urgence.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air. En cas de présence de H₂, appliquez la tactique propre aux fuites de H₂.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Si aucune fuite de H₂ n'a été constatée et aucun signe d'incendie n'a été détecté :

- Finalisez et résolvez l'incident.

NE PAS :

- couper ou pincer les conduites de H₂/O₂
- couper ou pincer les conduites haute tension (couleur orange)
- endommager la cuve de H₂/O₂

En cas de fuite de H₂, appliquez la tactique n°2 « FUIITE DE H₂ SANS INCENDIE ».

Notez que les panneaux photovoltaïques produisent toujours de l'énergie haute tension lorsqu'ils sont exposés à la lumière du jour différents types de lumière.

INSPECTION FINALE

Après avoir vérifié l'absence de H₂ dans l'air, assurez-vous que l'unité sera contrôlée par du personnel autorisé avant la remise en service.

EERG - V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	<h2 style="text-align: center;">Générateur électrique fixe</h2> <h3 style="text-align: center;">Fuite de H2 sans incendie</h3>	

24.2. Fuite de H2 sans incendie

<h3>Générateur électrique fixe</h3> <h3>Système de stockage d'énergie à l'hydrogène</h3>		
Tactique n°18	FUITE DE H2 SANS INCENDIE	
À LA CASERNE		
<p>RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quel est le lieu précis de l'incident, quelle est la puissance concernée ? • Ce générateur d'électricité fixe est-il connu des services de lutte anti-incendie ? • Un plan de lutte anti-incendie existe-t-il ? Prenez-le avec l'équipement anti-incendie et consultez-le sur le trajet. • Quelle partie de l'application est impliquée dans l'incident ? (pile à combustible, stockage H2/O2, panneaux photovoltaïques, éolienne...) • Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ? • Que s'est-il passé ? • Recherchez la présence de bouches d'incendie à l'intérieur et autour de l'unité. <p>CONDITIONS MÉTÉO</p> <ul style="list-style-type: none"> • direction du vent • vitesse du vent <p>ITINÉRAIRE</p> <p>Choisissez un itinéraire sûr :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ne pas traverser un nuage de gaz explosif • Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée • Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie <p>PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • détecteur d'hydrocarbures gazeux ; • détecteur de H2 ; • détecteur de O2 ; • caméra thermique. 		



Générateur électrique fixe Fuite de H2 sans incendie



- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.
- Si une éolienne est concernée, arrêtez la progression de l'équipement à une distance équivalente à deux fois la hauteur de l'éolienne
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez le camion d'incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

Si une cuve de H2/O2 est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.

Si une éolienne est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon correspondant à deux fois la hauteur de l'éolienne.

Si une pile à combustible ou des appareils électriques sont concernés :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon compris entre 50 et 100 mètres.

Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DU GÉNÉRATEUR/STOCKAGE D'HYDROGÈNE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Quelle partie de l'application est concernée par l'incident ? (pile à combustible, cuve de stockage de H2/O2, ...)
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Le système génère-t-il encore de l'électricité ?
- Un technicien se trouve-t-il sur place ?
- Contrôlez la présence éventuelle d'hydrogène dans les espaces confinés.
- Recherchez le plan d'évacuation et de secours incendie.
- Localisez les zones dangereuses, les dispositifs d'arrêt d'urgence et les vannes.
- Évaluez la quantité de gaz comprimés présents dans les cuves.



Générateur électrique fixe Fuite de H2 sans incendie



Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : protégez l'intervention de l'Équipe 1 avec le tuyau armé.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION

Un générateur d'électricité fixe est censé produire de l'électricité dès qu'il n'est plus alimenté par le réseau électrique.

Il est donc nécessaire d'interrompre la production d'électricité du générateur avant toute intervention, en actionnant les dispositifs d'arrêt d'urgence.

- Isolez les uns des autres les générateurs d'énergie (pression, alimentation en gaz, électricité), les piles à combustible et les cuves de stockage.
- Vérifiez et notez chaque dispositif d'arrêt d'urgence ou vanne désactivé sur le plan d'urgence.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Si aucune fuite de H2 n'a été constatée et aucun signe d'incendie n'a été détecté :

- Finalisez et résolvez l'incident.

NE PAS :

- couper ou pincer les conduites de H2/O2
- couper ou pincer les conduites haute tension (couleur orange)
- endommager la cuve de H2/O2

Les services de lutte anti-incendie ne sont pas censés ouvrir le compartiment de la pile à combustible.

Recherchez précisément l'origine de la fuite de H2.

- Si elle se trouve dans un bâtiment, aérez au maximum tous les locaux concernés.
- En fonction des informations figurant dans les plans d'urgence et des recommandations des techniciens (le cas échéant), fermez les vannes et les dispositifs d'arrêt d'urgence adéquats.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air.
- Notez que les panneaux photovoltaïques produisent toujours de l'énergie haute tension lorsqu'ils sont exposés à la lumière du jour.
- Notez que les cuves de stockage de H2 et O2 sont équipées de dispositifs d'arrêt d'urgence qui peuvent s'ouvrir et se fermer plusieurs fois, en fonction de la pression interne de la cuve.

INSPECTION FINALE

EERG - V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



Co-funded by
the European Union

**Générateur électrique fixe
Fuite de H2 sans incendie**



Après avoir vérifié l'absence de H2 dans l'air, assurez-vous que l'unité sera contrôlée par du personnel autorisé avant la remise en service.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe INCENDIE



24.3. Incendie

Générateur électrique fixe Système de stockage d'énergie à l'hydrogène

Tactique n°19

INCENDIE



À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident, quelle est la puissance concernée ?
- Ce générateur d'électricité fixe est-il connu des services de lutte anti-incendie ?
- Un plan de lutte anti-incendie existe-t-il ? Prenez-le avec l'équipement anti-incendie et consultez-le sur le trajet.
- Quelle partie de l'application est impliquée ? (pile à combustible, stockage H2/O2, panneaux photovoltaïques, éolienne)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?
- Recherchez la présence de bouches d'incendie à l'intérieur et autour de l'unité.

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée (si possible, arriver dos au vent)
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe INCENDIE



- Si une éolienne est concernée, arrêtez la progression de l'équipement à une distance équivalente à deux fois la hauteur de l'éolienne. Procédez à un contrôle complet de l'environnement à l'aide d'une caméra thermique.
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez le camion d'incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

Si une cuve de H₂/O₂ est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.

Si une éolienne est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon correspondant à deux fois la hauteur de l'éolienne.

Si une pile à combustible ou des appareils électriques sont concernés :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon compris entre 50 et 100 mètres.

Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DU GÉNÉRATEUR/STOCKAGE D'HYDROGÈNE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Quelle partie est concernée par l'incident ? (pile à combustible, stockage H₂/O₂, panneaux photovoltaïques, éolienne...)
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ? À quel endroit ?
- Le système génère-t-il encore de l'électricité ?
- Un technicien se trouve-t-il sur place ?
- Contrôlez la présence éventuelle d'hydrogène dans les espaces confinés.
- Recherchez le plan d'évacuation et de secours incendie.
- Localisez les zones dangereuses, les dispositifs d'arrêt d'urgence et les vannes.
- Évaluez la quantité de gaz comprimés présents dans les cuves.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : protégez l'intervention de l'Équipe 1 avec le tuyau anti-incendie armé.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Co-funded by
the European Union

Générateur électrique fixe INCENDIE



MESURES DE PROTECTION

- Évacuez les bâtiments alentour.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux bâtiments non concernés.

Un générateur d'électricité fixe est censé produire de l'électricité dès qu'il n'est plus alimenté par le réseau électrique. Il est donc nécessaire d'interrompre la production d'électricité du générateur avant toute intervention, en actionnant les dispositifs d'arrêt d'urgence.

- Isolez les uns des autres les générateurs d'énergie (pression, alimentation en gaz, électricité), les piles à combustible et les cuves de stockage.
- Vérifiez et notez chaque dispositif d'arrêt d'urgence ou vanne désactivé sur le plan d'urgence.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

3 situations sont possibles si un risque est identifié

L'incendie concerne une zone dotée de panneaux photovoltaïques ou d'une éolienne.

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées du site, à l'aide de rideaux d'eau.
- Éteignez l'incendie.

L'incendie concerne le compartiment de la pile à combustible.

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées du site, à l'aide de rideaux d'eau.
- N'ouvrez pas le compartiment de la PC.

L'incendie concerne la zone de stockage (situation à haut risque).

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées du site, à l'aide de rideaux d'eau.
- Éteignez l'incendie à l'aide d'une tactique offensive :
- Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés au camion d'incendie.
- L'équipe 1 refroidit les cuves de H₂ pour éviter qu'elles montent en pression.
- L'équipe 2 essaie d'éteindre l'incendie.

Si l'incendie concerne une fuite de H₂ enflammée, la seule façon d'éteindre l'incendie en toute sécurité est de fermer la vanne adéquate.

L'action principale du coordinateur des secours consiste à empêcher toute hausse de pression dans les cuves, il vérifie également l'efficacité du refroidissement.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

Générateur électrique fixe
INCENDIE



- Notez que les cuves de stockage de H2 sont équipées de dispositifs d'arrêt d'urgence qui peuvent s'ouvrir et se fermer plusieurs fois, en fonction de la pression interne de la cuve.
- Notez que l'application d'eau sur des matières brûlantes est susceptible de provoquer des réactions violentes.
- Notez que l'eau peut devenir polluée suite à l'intervention.
- Essayez de contenir l'eau polluée.

En l'absence de risque identifié :

Évaluez s'il est sûr de laisser l'unité brûler, prenez les précautions nécessaires.

INSPECTION FINALE

Dès qu'un point chaud est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'unité.

Vérifiez régulièrement la concentration de H2 dans l'air.

Prenez les précautions nécessaires pour éviter la reprise de l'incendie : établissez une surveillance régulière de l'unité (pare-feu).

EERG - V15	GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS	
 Co-funded by the European Union	Générateur électrique fixe Incendie externe	

24.4. Incendie externe menaçant l'unité

Générateur électrique fixe Système de stockage d'énergie à l'hydrogène		
Tactique n°20	INCENDIE EXTERNE MENAÇANT L'UNITÉ	

À LA CASERNE

RECUEILLENZ des informations UTILES SUR L'INCIDENT :

- Quel est le lieu précis de l'incident, quelle est la puissance concernée ?
- Ce générateur d'électricité fixe est-il connu des services de lutte anti-incendie ?
- Un plan de lutte anti-incendie existe-t-il ? Prenez-le avec l'équipement anti-incendie et consultez-le sur le trajet.
- Quelle partie de l'application est impliquée ? (pile à combustible, stockage H2/O2, panneaux photovoltaïques, éolienne...)
- Des personnes sont-elles impliquées dans l'incident ?
- Que s'est-il passé ?
- Recherchez la présence de bouches d'incendie à l'intérieur et autour de l'unité.

CONDITIONS MÉTÉO

- direction du vent
- vitesse du vent

ITINÉRAIRE

Choisissez un itinéraire sûr :

- Ne pas traverser un nuage de gaz explosif
- Ne pas atteindre le lieu de l'incident en montée
- Anticiper le besoin d'une bouche d'incendie

PRÉVOYEZ LES OUTILS SUIVANTS (en cas de disponibilité, utilisez un drone UAV – utilisez un dispositif ATEX) :

- détecteur d'hydrocarbures gazeux ;
- détecteur de H2 ;
- détecteur de O2 ;
- caméra thermique ;
- Portez un équipement de protection complet, incluant un appareil respiratoire.

ARRIVÉE SUR SITE

ARRIVÉE :

- Choisissez un parcours sûr pour arriver sur le lieu de l'incident, pour éviter que l'équipement de lutte anti-incendie ne traverse un nuage de gaz inflammable, et pour vous poster face au vent.
- Arrêtez l'équipement de lutte anti-incendie entre 50 et 100 mètres avant l'incident, pour le tenir éloigné d'une fuite potentielle de liquide inflammable.

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe Incendie externe



- Si une éolienne est concernée, arrêtez la progression de l'équipement à une distance équivalente à deux fois la hauteur de l'éolienne
- Approchez-vous des objets en tenant compte d'une éventuelle inflammation de la fuite d'hydrogène.
- Actionnez la pompe et raccordez le camion d'incendie à une bouche.
- Déployez et armez un tuyau par sécurité ou pour une première attaque.

PÉRIMÈTRE DE SÉCURITÉ

Si une cuve de H₂/O₂ est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon de 500 mètres.

Si une éolienne est concernée :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon correspondant à deux fois la hauteur de l'éolienne.

Si une pile à combustible ou des appareils électriques sont concernés :

- Installez un périmètre de sécurité pour interdire l'accès au public dans un rayon compris entre 50 et 100 mètres.
- Veillez à ce que les personnels non autorisés/non formés ne pénètrent pas dans la zone dangereuse.

DÉFINISSEZ LE PÉRIMÈTRE DE LA SCÈNE

EN INTERROGEANT LES TÉMOINS ET LE PERSONNEL TECHNIQUE DU GÉNÉRATEUR/STOCKAGE D'HYDROGÈNE, ET EN OBSERVANT LA SCÈNE, RÉPONDEZ AUX QUESTIONS SUIVANTES :

- Y a-t-il des blessés ? Des personnes en danger ?
- Que s'est-il passé ?
- Quelle partie de l'application est concernée par l'incident ? (pile à combustible, stockage H₂/O₂, panneaux photovoltaïques, éolienne...)
- Une fuite s'est-elle produite ? Une fuite est-elle toujours en cours ?
- Le système génère-t-il encore de l'électricité ?
- Un technicien se trouve-t-il sur place ?
- Contrôlez la présence éventuelle d'hydrogène dans les espaces confinés.
- Recherchez le plan d'évacuation et de secours incendie.
- Localisez les zones dangereuses, les dispositifs d'arrêt d'urgence et les vannes.
- Évaluez la quantité de gaz comprimés présents dans les cuves.

Demandez un soutien supplémentaire au besoin.

SECOURS

Le secours aux personnes doit être prioritaire sur toute autre considération.

Soyez équipé d'un EPR.

Si une personne est menacée ou concernée par l'incendie :

- Équipe 1 : évacuez la/les victimes de la zone de danger par tous les moyens à disposition.
- Équipe 2 : protégez l'intervention de l'Équipe 1 avec le tuyau armé.

Évacuez les passagers dans la direction opposée au vent (ou dans le pire des cas, dans la mesure du possible, dans la direction du vent).

MESURES DE PROTECTION



Générateur électrique fixe Incendie externe



- Évacuez les bâtiments alentour.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux bâtiments non concernés.

Un générateur d'électricité fixe produit de l'électricité dès qu'il n'est plus alimenté par le réseau électrique. Il est nécessaire d'interrompre la production d'électricité du générateur avant toute intervention, en actionnant les dispositifs d'arrêt d'urgence.

- Isolez les uns des autres les générateurs d'énergie (pression, alimentation en gaz, électricité), les piles à combustible et les cuves de stockage.
- Vérifiez et notez chaque dispositif d'arrêt d'urgence ou vanne désactivé sur le plan d'urgence.
- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air.

RÉSOLUTION DE L'INCIDENT

Deux situations sont possibles :

L'incendie menace le compartiment de la pile à combustible, des panneaux photovoltaïques ou une éolienne.

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées du site, à l'aide de rideaux d'eau.
- Éteignez l'incendie.
- N'ouvrez pas le compartiment de la PC.

L'incendie concerne la zone de stockage (situation à haut risque).

- Actionnez les dispositifs d'arrêt d'urgence.
- Empêchez la propagation de l'incendie aux zones non concernées du site, à l'aide de rideaux d'eau.
- Éteignez l'incendie à l'aide d'une tactique offensive :
- Chaque équipe doit préparer 80 m de tuyaux directement connectés à la pompe à incendie.
- L'équipe 1 refroidit les cuves de H₂ pour éviter qu'elles montent en pression.
- L'équipe 2 essaie d'éteindre l'incendie.

Si l'incendie concerne une fuite de H₂ enflammée, la seule façon d'éteindre l'incendie en toute sécurité est de fermer la vanne adéquate.

L'action principale du coordinateur des secours consiste à empêcher toute hausse de pression dans les cuves, il vérifie également l'efficacité du refroidissement.

- Notez que les cuves de stockage sont équipées de dispositifs d'arrêt d'urgence qui peuvent s'ouvrir et se fermer plusieurs fois, en fonction de la pression interne de la cuve.
- Notez que l'application d'eau sur des matières brûlantes est susceptible de provoquer des réactions violentes.
- Notez que l'eau peut devenir polluée suite à l'intervention.
- Essayez de contenir l'eau polluée.

EN L'ABSENCE de risque identifié : Évaluez s'il est sûr de laisser l'unité brûler, prenez les précautions nécessaires.

INSPECTION FINALE

- Dès qu'un point chaud est repéré par la caméra thermique, refroidissez l'unité.

EERG - V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



**Générateur électrique fixe
Incendie externe**



- Vérifiez régulièrement la concentration de H₂ dans l'air.
- Prenez les précautions nécessaires pour éviter la reprise de l'incendie : établissez une surveillance régulière de l'unité (pare-feu).

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

Générateur électrique fixe
Incendie externe



Figure 59 : Disjoncteur principal d'urgence © Areva/ENSOSP 2015



Générateur électrique fixe
Incendie externe



Figure 60 : Exemple de plan d'urgence (1) ©areva

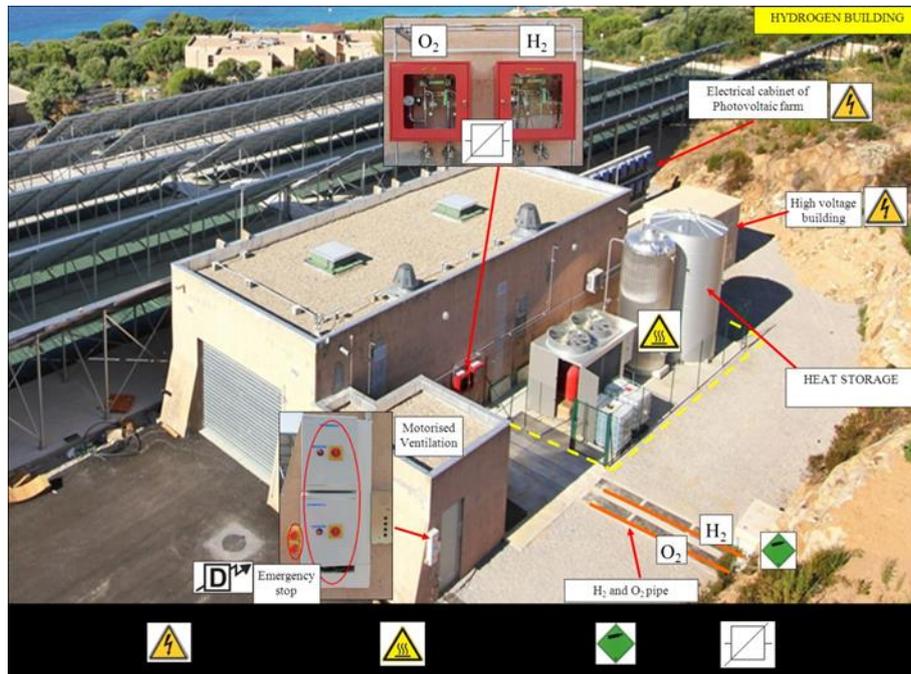


Figure 61 : Exemple de plan d'urgence (2) ©areva

EERG - V15

**GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS**



Co-funded by
the European Union

**Générateur électrique fixe
Incendie externe**



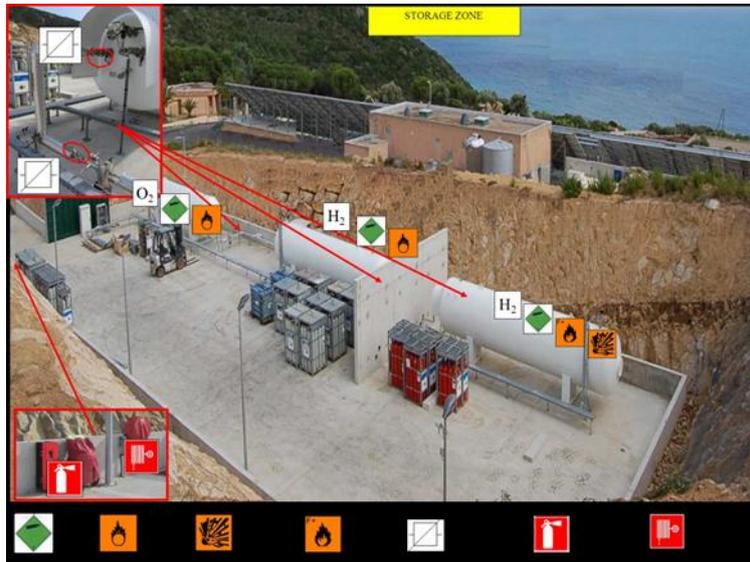


Figure 62 : Exemple de plan d'urgence (3) ©areva

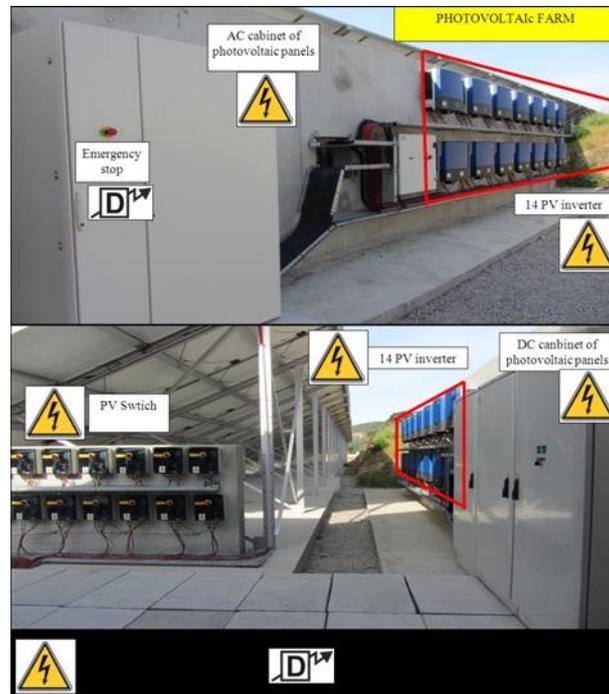


Figure 63 : Exemple de plan d'urgence (4) ©areva

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe
Incendie externe



Figure 64 : Vue globale du système de secours Areva ©AREVA/ENSOSP 2015



Figure 65 : Système de secours Areva (compartiment de la pile à combustible)
©AREVA/ENSOSP 2015

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS SECOURS



Générateur électrique fixe
Incendie externe



Figure 66 : Système de secours Areva (cuves de stockage H2 et O2) ©AREVA/ENSOSP 2015



Générateur électrique fixe Incendie externe



Figure 67 : Système de secours Areva (dispositifs de décompression) ©AREVA/ENSOSP 2015



Figure 68 : Système de secours Areva (détail du dispositif de décompression)
©AREVA/ENSOSP 2015



Figure 69 : Figure 35 Système de secours Areva (détails du réseau H2 et O2 avec vannes)
©AREVA/ENSOSP 2015

EERG - V15

GUIDE D'INTERVENTION D'URGENCE POUR PREMIERS
SECOURS



Co-funded by
the European Union

Générateur électrique fixe
Incendie externe



Figure 70 : Dispositif d'arrêt d'urgence et vannes H2/O2 sur la Greenenergy Box d'AREVA

©AREVA/ENSOSP 2015

ANNEXES (UU)

Annexe 1. Distances de sécurité (à titre informatif) en cas de jets d'hydrogène sans réaction

La figure A1.1 [5] est un nomogramme permettant d'évaluer la baisse de concentration en hydrogène dans les jets d'hydrogène confinés dominés par l'inertie, en fonction de la loi de similitude et de la théorie du jet confiné sans pertes. Ce nomogramme comporte 4 graphiques, désignés comme suit : « Fraction volume-masse », « Loi de similitude », « Choisir le diamètre de fuite » et « Choisir la densité à la sortie de buse », ainsi qu'un dernier graphique « Calculer la densité à la sortie de buse en fonction de la pression et de la température de la cuve de stockage » (en fonction des calculs basés sur la théorie des jets confinés sans pertes).

Ci-dessous figure un exemple d'utilisation du nomogramme pour calculer la distance entre la buse (1 mm de diamètre) et 4 % vol. d'hydrogène dans l'air (ligne en pointillés bleus) le long de l'axe d'évacuation d'une cuve de stockage, à une pression de 70 MPa et à une température de 300 K.

1. Tracez une ligne verticale du point de l'axe horizontal « Fraction de volume d'hydrogène », correspondant à la concentration effective (4 % vol. ou 0,04) jusqu'à l'intersection avec la ligne « Fraction volume-masse » (coin supérieur gauche de la figure A1.1).
2. Tracez une ligne horizontale entre ce point d'intersection et la ligne de similitude du graphique « Loi de similitude » en haut à droite de la figure.
3. Tracez une ligne verticale du point d'intersection obtenu sur la « ligne de similitude » jusqu'au croisement avec la ligne correspondant à un diamètre de 1 mm sur le graphique « Choisir le diamètre de fuite » (figure 1). Notez que le graphique « Choisir le diamètre de fuite » comporte huit lignes, chacune correspondant aux diamètres de fuite suivants (de haut en bas) ; 15 mm, 10 mm, 5 mm, 3 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,1 mm). Ces chiffres figurent sur le côté droit du graphique.
4. Calculez la densité à l'aide du graphique supplémentaire « Calculer la densité à la sortie de buse en fonction de la pression et de la température de la cuve de stockage » situé en bas du nomogramme à l'aide de la pression indiquée (70 MPa) sur l'axe des ordonnées et de la température choisie (300 K). Ce chiffre est indiqué par deux grosses flèches grises sur le graphique « Calculer la densité à la sortie de buse en fonction de la pression et de la température de la cuve de stockage ». La densité indiquée par le graphique à la sortie de buse à une pression de 70 MPa et une température de 300 K est d'environ 23 kg/m³.
5. Tracez une ligne horizontale entre le point d'intersection de la ligne « 1 mm » obtenue sur le graphique « Choisir le diamètre de fuite » et le graphique de gauche « Choisir la densité à la sortie de la buse » jusqu'à l'intersection avec une ligne imaginaire correspondant à 23 kg/m³ (située entre les deux lignes 20 kg/m³ et 50 kg/m³ figurant sur le graphique). Notez que ce graphique comporte cinq lignes, correspondant aux densités 1 kg/m³, 3 kg/m³, 10 kg/m³, 20 kg/m³ et 50 kg/m³, de bas en haut. Ces chiffres figurent sur le côté gauche du graphique.
6. Tracez une ligne verticale entre le point d'intersection avec la ligne imaginaire correspondant à 23 kg/m³ et l'axe des abscisses « Distance jusqu'à la concentration voulue » du graphique « Choisir la densité à la sortie de la buse ». La distance indiquée par le graphique entre la sortie de la buse et la concentration d'hydrogène voulue (4 % vol.) est d'environ 7,7 m.

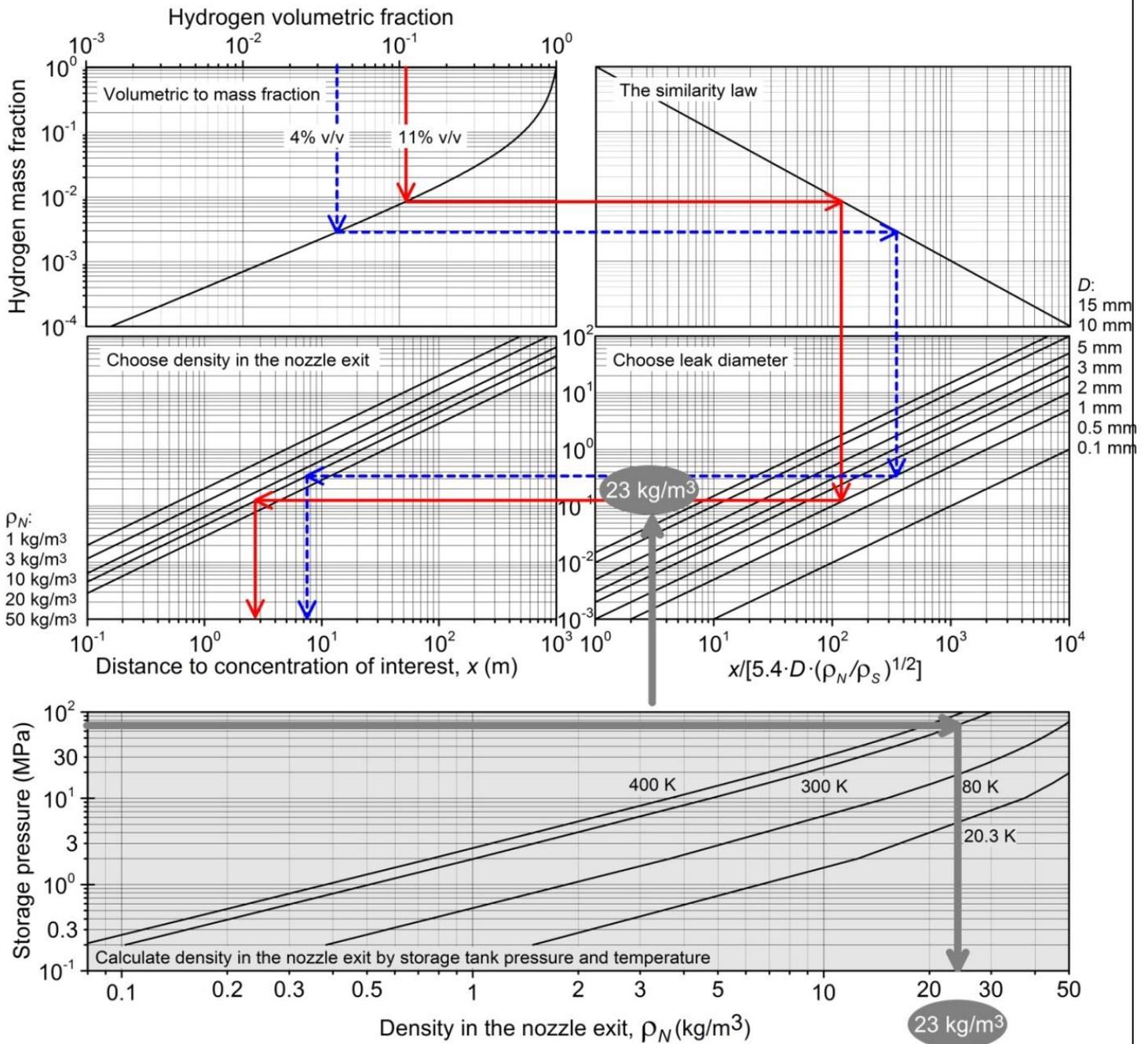


Figure A1.1. Nomogramme pour calculer la baisse de concentration dans des jets non enflammés [5].

En utilisant l'équation (2) de la loi de similitude avec une densité d'hydrogène plus précise au niveau de la buse, calculée à l'aide de la théorie de jet confiné (23,95 kg/m³) et une densité d'air de 1,205 kg/m³ (NTP), on obtient 8,36 m pour 4 % vol. d'hydrogène dans l'air. La marge d'erreur du calcul graphique est acceptable, inférieure à 10 %.

Annexe 2. Distances dangereuses (à titre informatif) des jets d'hydrogène enflammés

Pour prédire les longueurs de flamme à l'aide du nomogramme de la figure A2.1 [5], seules les valeurs réelles de la buse en sortie sont requises. Il est donc inutile de calculer les paramètres de débit théoriques de la buse.

La longueur de flamme sans dimension (L_f/d) augmente pour les flammes laminaires et transitionnelles à turbulentes (flammes-jets classiques, dominées par la flottabilité). Elle est ensuite presque constante en phase transitionnelle et pour les flammes turbulentes entièrement développées (flammes-jets classiques dominées par l'inertie), puis augmente à nouveau pour les jets confinés (flammes-jets confinées dominées par l'inertie). Pour utiliser la dernière partie de la courbe, vous devez appliquer le modèle des jets confinés.

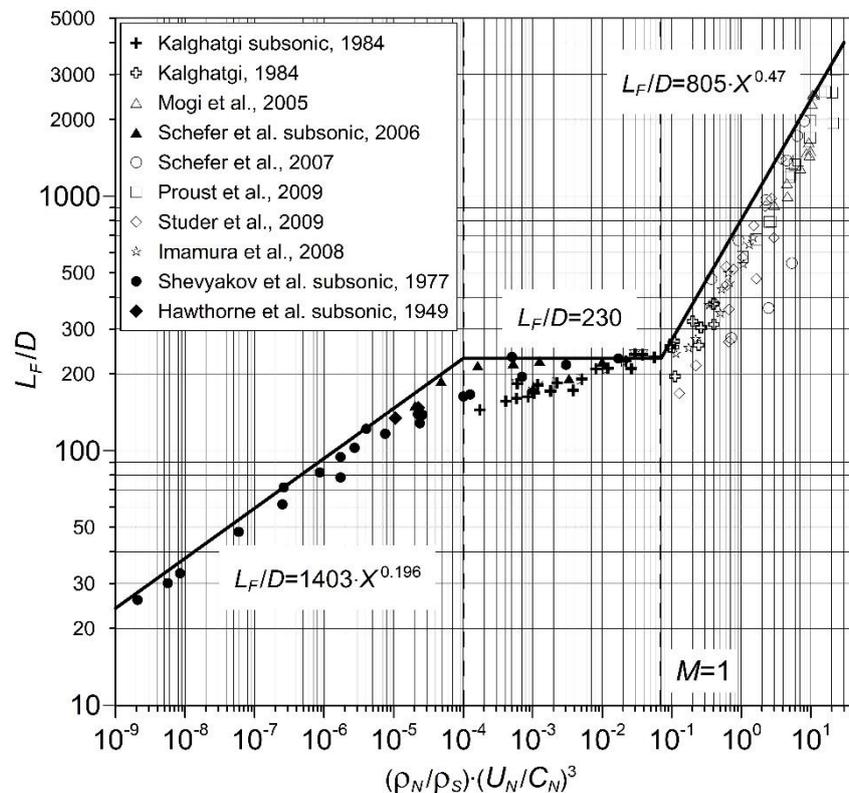


Figure A2.1. Corrélation sans dimension pour la longueur de flamme [5].

Dans la figure A2.1 :

Axe Y : L_f/d_n où L_f - longueur de flamme, m; d_n - diamètre effectif de la buse, m.

Axe X : $(\rho_N/\rho_S)(U_N/C_N)^3$ où

- ρ_N - densité à la sortie de la buse. Peut être calculée pour les jets confinés à l'aide de la théorie des jets confinés [5] ou du graphique inférieur du nomogramme dans la figure A1.1. Pour les jets développés, elle est égale à $0,0838 \text{ kg/m}^3$ à température et pression normales.
- ρ_S - densité de l'air ambiant, égale à $1,205 \text{ kg/m}^3$ à température et pression normales.

- C_N - vitesse du son dans l'hydrogène en fonction des paramètres de la buse de sortie, U_N - vitesse de l'hydrogène à la sortie du jet, $U_N = C_N$ pour les jets soniques et supersoniques. Pour les jets subsoniques :

$$U_N = \sqrt{2 \frac{\Delta P}{\rho}}$$

Les trois distances de sécurité pour les flammes-jets sont définies comme suit :

- « sans danger » : 70 °C quelle que soit la durée (cette distance de sécurité est égale à 3,5 fois la longueur de la flamme $x=3,5 L_f$) ;
- « danger » : 115 °C pendant 5 minutes d'exposition (cette distance de sécurité est égale à 3 fois la longueur de la flamme ; $x=3L_f$) ;
- « danger mortel » : 309 °C, brûlures au 3e degré pendant 20 secondes d'exposition (cette distance de sécurité est égale à 2 fois la longueur de la flamme $x=2L_f$).

Annexe 3. Distances de sécurité (à titre informatif) en cas de rupture accidentelle de réservoir d'hydrogène haute pression dans un incendie

La méthodologie [13] permet de déterminer les distances de sécurité pour les personnes et les bâtiments afin de les protéger contre la rupture des réservoirs d'hydrogène dans un incendie (réservoir autonome ou embarqué). Cette méthodologie a été appliquée pour concevoir les nomogrammes qui permettent de déterminer graphiquement les distances de sécurité en cas de risque de rupture d'un réservoir autonome (figure A3.1) et sous un véhicule (figure A3.2) lors d'un incendie.

La perte temporaire de l'audition décrite par Baker et al. [14] qui se produit en cas de surpression supérieure à 1,35 kPa et d'impulsions supérieures à 1 Pa.s est considérée comme « sans danger » pour les personnes. Les seuils « danger » et « danger mortel » pour les personnes et les seuils relatifs aux bâtiments sont issus de l'étude Mannan [15] et sont représentés dans les tableaux Tableau 6 et 2.

Tableau 6. Seuils de surpression dangereuse pour les personnes (en extérieur)

Effet	Surpression, kPa
1 % de probabilité de rupture du tympan (« danger »)	16,5
1 % de probabilité d'hémorragie pulmonaire mortelle (« danger mortel »)	100

Tableau 7. Seuils de surpression pouvant endommager les bâtiments

Domage	Surpression, kPa
Dommages mineurs du bâtiment [3] (définis comme « dommages mineurs »)	4,8
Démolition partielle du bâtiment - reste habitable [3](définie comme « destruction partielle »)	6,9
Destruction presque totale du bâtiment [3] (définie comme « destruction presque totale »)	34,5-48,3

Les critères de danger pour les personnes et les bâtiments décrits ci-dessus sont exploités dans les nomogrammes afin de déterminer les distances dangereuses en cas de rupture des réservoirs d'hydrogène haute pression autonomes et sous véhicule, en fonction de leur volume et de leur pression.

¹³ V. Molkov and S. Kashkarov, « Blast wave from a high-pressure gas tank rupture in a fire: stand-alone and under-vehicle hydrogen tanks, » vol. 40, no. 36, pp. 12581–12603, 2015

¹⁴ W. E. Baker, P. A. Cox, P. S. Westine, J. J. Kulesz, and R. A. Strehlow, Explosion hazards and evaluation. Elsevier Scientific Publishing Company, 1983

¹⁵ S. Mannan, Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 3rd ed., vol. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005

RUPTURE D'UN RESERVOIR AUTONOME DANS UN INCENDIE

Figure A3.71 comporte deux nomogrammes permettant de déterminer les distances dangereuses en cas de rupture d'un réservoir autonome dans un incendie, pour les personnes (« sans danger », « danger » et « danger mortel ») et pour les bâtiments (« dommages mineurs », « destruction partielle » et « destruction presque totale »).

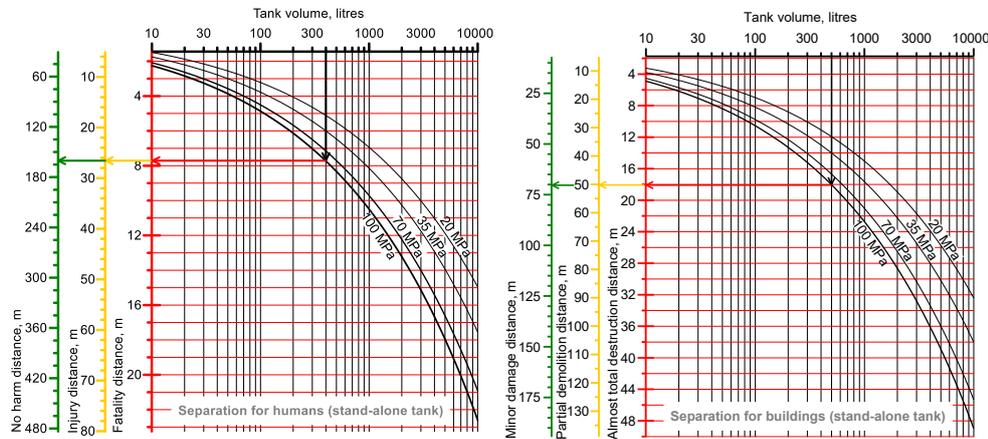


Figure A3.71. Nomogrammes pour déterminer les zones dangereuses en cas de rupture d'un réservoir autonome : distance des personnes (gauche) et des bâtiments (droite).

Pour utiliser le monogramme, procédez comme suit. Par exemple, dans la Figure A3.71 (gauche), choisissons le réservoir d'hydrogène d'une capacité de 500 L et d'une pression interne (voir les courbes) de 100 MPa (flèche noire). Puis, pour trouver la distance « danger mortel », il suffit de suivre la ligne horizontale vers l'axe de gauche (indiqué par la flèche rouge). Le premier axe, en rouge, indique la distance « danger mortel » (7,7 m). Pour trouver les distances « danger » et « sans danger », il suffit de prolonger la ligne horizontale aux axes correspondants, en jaune et en vert. Dans le cas ci-présent, la distance « danger » est de 26,5 m et la distance « sans danger » est de 160 m.

RUPTURE D'UN RESERVOIR SOUS VEHICULE DANS UN INCENDIE

Figure A3.72 comporte deux nomogrammes utilisés pour déterminer les distances de sécurité en cas de rupture d'un réservoir sous véhicule dans un incendie.

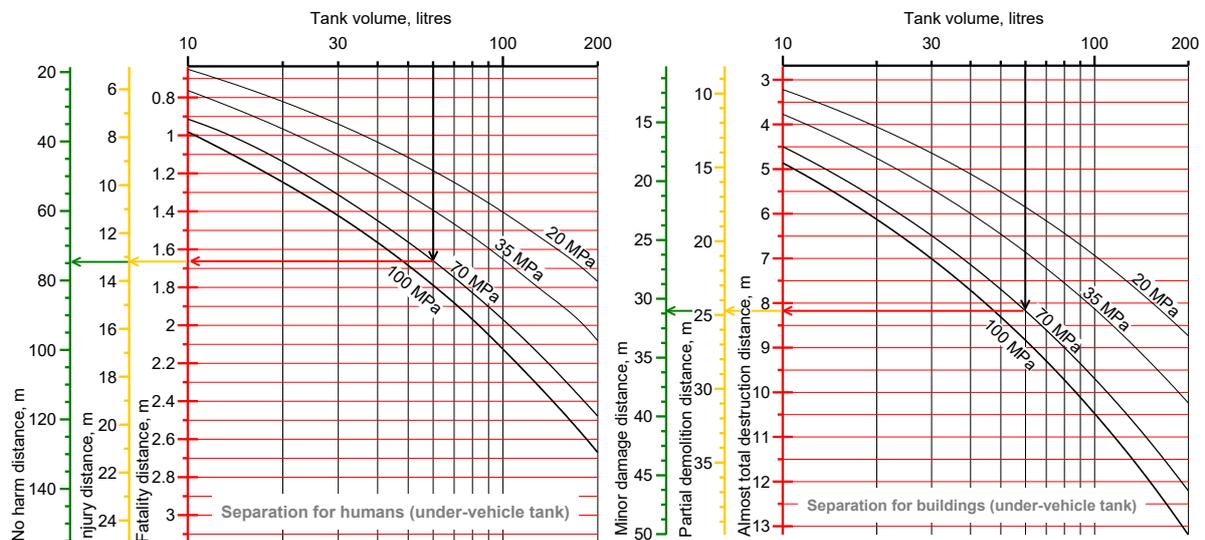


Figure A3.72. Nomogrammes pour déterminer les zones dangereuses en cas de rupture d'un réservoir sous véhicule : distance des personnes (gauche) et des bâtiments (droite).

GLOSSAIRE

Accident : événement ou circonstance imprévu(e).

Critères d'acceptation : conditions de référence permettant d'évaluer les performances d'un équipement ou d'une installation.

Purge sous pression : processus pendant lequel la pression d'un compartiment de stockage décroît avec le temps en raison d'une fuite.

Conséquences : effets attendus en fonction du danger et de sa gravité, généralement mesurés en termes d'atteinte à l'intégrité des personnes, des propriétés et de l'environnement.

Déflagration et détonation : propagation d'une zone de combustion à une vitesse respectivement inférieure et supérieure à la vitesse du son dans un mélange sans réaction.

Étude déterministe : méthodologie basée sur des relations physiques dérivées de théories scientifiques et de résultats empiriques qui, en fonction d'un ensemble de conditions initiales, produit toujours le même résultat.

Arrêt d'urgence : déclenchement d'un système de contrôle, en fonction de paramètres de processus définis, qui interrompt immédiatement le fonctionnement du système de la pile à combustible et toutes ses réactions, afin de protéger l'équipement et/ou le personnel contre tout danger potentiel ¹⁶.

Premier secours : personnels des services d'urgence (pompiers, policiers, personnel médical) susceptibles d'arriver les premiers sur la scène d'un accident/incident afin d'évaluer sa gravité.

Ventilation forcée : déplacement d'air et renouvellement par de l'air frais à l'aide de moyens mécaniques.

Plage d'inflammabilité plage des concentrations entre les seuils d'inflammabilité inférieur et supérieur.

Pile à combustible (PC) : générateur électrochimique qui produit de l'électricité en convertissant de l'énergie chimique en énergie électrique. Dans les piles à combustible alimentées en hydrogène, l'oxygène et l'hydrogène s'associent pour produire de l'électricité, de la chaleur et de l'eau. Une PC se compose de deux électrodes, une positive (cathode) et une négative (anode), immergées dans une solution électrolytique, qui permet la circulation des ions dans les deux directions, pendant qu'un flux similaire d'électrons parcourt un circuit externe afin de fournir de l'électricité.

Incident événement se produisant de façon fortuite suite à un autre événement.

Limite inférieure d'inflammabilité (LII) et **limite supérieure d'inflammabilité (LSI)** : respectivement, concentration la plus élevée et la plus faible d'une substance combustible dans un agent oxydant gazeux qui propage une flamme.

¹⁶ CEI/TS 62282-1. Commission électrotechnique internationale. Caractéristiques techniques. Technologies de pile à combustible. Partie 1 : Terminologie (2010). Édition 2. Genève, Suisse

Ventilation naturelle : déplacement d'air et son renouvellement par de l'air frais grâce au vent et/ou aux écarts de température ¹⁷.

Énergie minimale d'inflammation (EMI) des gaz et vapeurs inflammables : quantité minimale d'énergie électrique, stockée dans le circuit de décharge avec une perte dans les fils aussi faible que possible, qui (par décharge dans un éclateur) enflamme le mélange au repos dans sa composition la plus inflammable.

Pression et température normales : température de 293,15 K et pression de 101,325 kPa.

Dispositif de décompression (DD) : dispositif de sécurité qui protège contre toute défaillance d'un récipient de stockage en vidant partiellement ou complètement le contenu du récipient en cas de température élevée, pression élevée ou les deux.

Étude de probabilité : développement systématique d'hypothèses numériques relatives à des accidents potentiels, pour estimer leur fréquence et/ou leurs conséquences.

Reformage : processus consistant à produire un mélange gazeux riche en hydrogène à partir d'un carburant brut, pour une utilisation dans une pile à combustible ¹⁸.

Risque : association de la probabilité d'un événement et de ses conséquences.

Scénario : ensemble de circonstances sélectionnées destiné à caractériser le déroulement d'un accident.

Distance de sécurité : distance entre la source de danger et la zone où ce danger se manifeste aux personnes, aux équipements ou à l'environnement (selon une échelle de « sans danger » à « danger maximal »)[ISO19880-1]. Cette distance est déterminée par une modélisation physique, numérique, ou une réglementation, et correspond à une valeur du milieu ambiant (généralement, pression ou température).

Stratégie : ensemble de principes stables, décidés au niveau politique, en fonction de l'acceptation sociologique du risque. Le choix d'une stratégie pour remédier à un incident est étroitement lié à la notion d'« évaluation des risques » ¹⁹.

¹⁷- CEI/TS 62282-1. Commission électrotechnique internationale. Caractéristiques techniques. Technologies de pile à combustible. Partie 1 : Terminologie (2010). Édition 2. Genève, Suisse

¹⁸ CEI/TS 62282-1. Commission électrotechnique internationale. Caractéristiques techniques. Technologies de pile à combustible. Partie 1 : Terminologie (2010). Édition 2. Genève, Suisse

¹⁹ TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Introduction to FCH applications and hydrogen safety » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hydrogen properties relevant to safety » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hydrogen fires » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Safety of hydrogen storage » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Harm criteria for people and environment, damage criteria for structures and equipment » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Unignited hydrogen releases, their prevention and mitigation » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hazards of hydrogen use indoors » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Dealing with hydrogen explosions » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Sources of hydrogen ignition and prevention measures » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; A.ZANOTO et al. « Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts » AIR LIQUIDE, Hyresponse Project 2015 ; F.VERBECKE et al., « Detailed scenarios of typical accident for selected FCH systems and infrastructures » AREVA, Hyresponse Project 2015 ; S. S. BERTAU et al., « Operational emergency response strategies and tactic Emergency Response approach » ENSOSP, Hyresponse Project 2015 ; S. BERTAU et al., « Elaboration of multi-level operational exercises » ENSOSP, Hyresponse Project 2015 ; E. MARANNE et al. « Virtual reality educational

Tactique : concept variable décidé au niveau opérationnel, en fonction de la situation actuelle et du futur proche.

Dispositif de décompression thermique (DDT) : permet une libération contrôlée du GH₂ d'un récipient de stockage haute pression, avant que ses parois soient fragilisées par les hautes températures et subissent une rupture accidentelle.

Jet confiné : jet dont la pression au niveau de la sortie de buse est supérieure à la pression atmosphérique.

Électrolyse de l'eau : processus durant lequel les molécules d'eau sont divisées en molécules d'hydrogène et d'oxygène à l'aide d'énergie électrique ²⁰.

exercices » ENSOSP, Hyresponse Project 2015 ; M. GENTILLEAU et al. « Guide opérationnel départemental de référence d'intervention sur véhicules. » SDIS 86, 2015.

²⁰ Document HyResponse 2.1 Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts, 2015

RÉFÉRENCES

- []V. Molkov and S. Kashkarov, "Blast wave from a high-pressure gas tank rupture in a fire: stand-alone and under-vehicle hydrogen tanks," vol. 40, no. 36, pp. 12581–12603, 2015
- []W. E. Baker, P. A. Cox, P. S. Westine, J. J. Kulesz, and R. A. Strehlow, Explosion hazards and evaluation. Elsevier Scientific Publishing Company, 1983
- []S. Mannan, Lees' Loss Prevention in the Process Industries, 3rd ed., vol. 1. Elsevier Butterworth-Heinemann, 2005
- [] CEI/TS 62282-1. Commission électrotechnique internationale. Caractéristiques techniques. Technologies de pile à combustible. Partie 1 : Terminologie (2010). Édition 2. Genève, Suisse
- [] Document HyResponse 2.1 Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts, 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Introduction to FCH applications and hydrogen safety » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hydrogen properties relevant to safety » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hydrogen fires » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Safety of hydrogen storage » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Harm criteria for people and environment, damage criteria for structures and equipment » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Unignited hydrogen releases, their prevention and mitigation » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hazards of hydrogen use indoors » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Dealing with hydrogen explosions » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Sources of hydrogen ignition and prevention measures » Ulster University Hyresponse Project 2015 ; A.ZANOTO *et al.* « Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts » AIR LIQUIDE, Hyresponse Project 2015 ; F.VERBECKE *et al.*, « Detailed scenarios of typical accident for selected FCH systems and infrastructures » AREVA, Hyresponse Project 2015 ; S. BERTAU *et al.*, « Operational emergency response strategies and tactic Emergency Response approach » ENSOSP, Hyresponse Project 2015 ; S. BERTAU *et al.*, « Elaboration of multi-level operational exercises » ENSOSP, Hyresponse Project 2015 ; E. MARANNE *et al.* « Virtual reality educational exercises » ENSOSP, Hyresponse Project 2015 ; M. GENTILLEAU *et al.* « Guide opérationnel départemental de référence d'intervention sur véhicules. » SDIS 86, 2015.

TABLEAU DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Lot V18.....	
Figure 2 : Bouteille 50 litres.....	
Figure 3 Fig 2 : Camion transportant de l'hydrogène cryogénique. Source : Banque d'images Air Liquide	
Figure 4 : Représentation de l'effet BLEVE - Source : Banque d'images Air Liquide.....	23
Figure 5 : Représentation de la Transition de Phase rapide Source : Banque d'images Air Liquide	25
Figure 6 : Libération de LH2 (non enflammée) - Source : Banque d'images Air Liquide.....	25
Figure 7 : Libération de LH2 (enflammée) - Source : Banque d'images Air Liquide.....	26
Figure 8 : Incendie d'un réservoir d'hydrogène (700b) (ENSOSP 2014).....	
Figure 9 : Flamme d'hydrogène sous une maquette de voiture à l'hydrogène (ENSOSP 2016)	28
Figure 10 : Flamme d'hydrogène horizontale sur la plate-forme opérationnelle ENSOSP (uniquement visible avec une caméra thermique).....	28
Figure 11: Principe de la pile à combustible	30
Figure 12 : Principe de fonctionnement de la pile à combustible	30
Figure 13 : EME (Ensemble Membrane Électrode).....	
Figure 14 : Alimentation de secours de la pile à combustible associée au centre de données IP Energy.	
Figure 15 : Principe de l'électrolyseur.....	
Figure 16 : Principe de la MEP	
Figure 17 : Caractéristiques techniques et photo de la pile à combustible MEP de stockage d'énergie AREVA New Stack	
Figure 18: Principe de l'électrolyseur alcalin	
Figure 19 : Électrolyseur alcalin IHT type S-556, 760 Nm ³ /h et 30 bar	
Figure 20: Principe de la voiture à pile à combustible (GTR, Véhicule à hydrogène UNE-ECE 2012).....	35
Figure 21 : Chariot élévateur alimenté en hydrogène Source : Air Liquide (2018).....	36
Figure 22: Principe de bus à pile à combustible.....	36
Figure 23 : Éléments clés de Camion à Hydrogène (44 tonnes)	37
Figure 24: Présentation d'un train à hydrogène (iLint) source : Alstom	37
Figure 25: Emplacement du DDT (Guide Toyota d'intervention en cas d'urgence)	
Figure 26: Trappe de réservoir de Toyota Mirai.	40
Figure 27: Étiquette H2	
Figure 28: Diamants bleus (É.-U.)	
Figure 29: Mention sur le véhicule (Guide d'intervention en cas d'urgence Ix35 Toyota).....	
Figure 30 : Étiquette proposée par CTIF à ISO (projet)	
Figure 31: Diagramme d'une installation HRS	
Figure 32: Station-service (Air Liquide Allemagne)	46
Figure 33: Station-service (Vattenfall Hambourg).....	46
Figure 34: Distributeur pour chariot élévateur (Air Liquide)	47
Figure 35 : Distributeur 700 bar	
Figure 36: Distributeur 350 bar	

Figure 37 : Station-service en intérieur pour chariot élévateur (distributeur).....	
Figure 38 : Station-service à cuve basse pression 200 bar	
Figure 39 : Station-service à cuve haute pression 1 000 bar	
Figure 40 : Dispositif d'arrêt d'urgence de station-service éloigné du distributeur (aéroport de Hambourg)	
Figure 41 : Processus de danger	
Figure 42 : Préparation à une attaque d'incendie offensive (se raccorder à une bouche d'incendie si elle est disponible) ©crise-2015	
Figure 43 : (en rouge) Angles interdits pour atteindre un véhicule à PCH dont les roues sont en feu. ©Crise-2015	
Figure 44 (en rouge) Angles interdits pour atteindre un véhicule PCH dont le côté est en feu (DDT placé sur le toit) ©crise-2015	
Figure 45 : (en rouge) Angles interdits pour atteindre un véhicule PCH dont le côté est en feu (DDT placé entre les roues arrière à un angle de 45°) ©crise-2015	
Figure 46 Attaque d'incendie offensive à deux équipes (1ère phase) ©crise-2015	
Figure 47 : Attaque d'incendie offensive à deux équipes (2e phase) ©crise-2015	
Figure 48 : Secours à proximité d'une voiture à PCH en feu. ©crise-2015	
Figure 49 : Événement de décompression de H2 sur chariot élévateur (de chaque côté) ©Air Liquide-2014.....	
Figure 50 Zone de risque gazeux sur un chariot élévateur lors de l'évacuation de H2 au niveau du DDT (de chaque côté, pendant 1 minute) ©Air Liquide-2014	
Figure 51 : Incendie menaçant les chariots élévateurs©crise-2015	
Figure 52 : Remorque de H2 ©Air Liquide-2014.....	
Figure 53 : Vanne de bombonne individuelle sur une remorque de H2. ©Air Liquide-2014	
Figure 54 : Remorque de H2 avec des porte-bouteilles verticaux. © Areva/ENSOSP 2015.....	
Figure 55 : Porte-bouteilles de H2 © Areva/ENSOSP 2015.....	
Figure 56 Vanne principale de remorque de H2 (vue extérieure) © Areva/ENSOSP 2015.....	
Figure 57 : Vanne principale de remorque de H2 (vue intérieure) © Areva/ENSOSP 2015.....	
Figure 58 : Vannes sur un porte-bouteilles de H2 © Areva/ENSOSP 2015	
Figure 59 : Disjoncteur principal d'urgence © Areva/ENSOSP 2015.....	
Figure 60 : Exemple de plan d'urgence (1) ©areva	
Figure 61 : Exemple de plan d'urgence (2) ©areva.....	
Figure 62 : Exemple de plan d'urgence (3) ©areva	
Figure 63 : Exemple de plan d'urgence (4) ©areva	
Figure 64 : Vue globale du système de secours Areva ©AREVA/ENSOSP 2015	
Figure 65 : Système de secours Areva (compartiment de la pile à combustible) ©AREVA/ENSOSP 2015	
Figure 66 : Système de secours Areva (cuves de stockage H2 et O2) ©AREVA/ENSOSP 2015 ..	
Figure 67 : Système de secours Areva (dispositifs de décompression) ©AREVA/ENSOSP 2015	
Figure 68 : Système de secours Areva (détail du dispositif de décompression) ©AREVA/ENSOSP 2015.....	

Figure 69 : Figure 35 Système de secours Areva (détails du réseau H2 et O2 avec vannes) ©AREVA/ENSOSP 2015
Figure 70 : Dispositif d'arrêt d'urgence et vannes H2/O2 sur la Greenenergy Box d'AREVA ©AREVA/ENSOSP 2015
Figure A3.71. Nomogrammes pour déterminer les zones dangereuses en cas de rupture d'un réservoir autonome : distance des personnes (gauche) et des bâtiments (droite). 171
Figure A3.72. Nomogrammes pour déterminer les zones dangereuses en cas de rupture d'un réservoir sous véhicule : distance des personnes (gauche) et des bâtiments (droite). 172

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières	7
Introduction	1
PARTIE 1 HYDROGÈNE, APPLICATIONS ET RISQUES ASSOCIÉS	3
1. HYDROGÈNE GAZEUX	4
1.1. Identification.....	4
1.2. ADR, IMDG, IATA.....	4
1.3. Classification, Étiquetage, Conditionnement (Règlement CLP)	5
1.4. Caractéristiques fonctionnelles utiles :	6
1.5. Phénomènes dangereux (VOITURES À PC À L'HYDROGÈNE).....	7
1.5.1. Conséquences potentielles	7
1.5.1.1. Libération sans inflammation	7
1.5.1.2. Libération avec inflammation immédiate	8
1.5.1.3. Libération avec inflammation retardée	9
1.5.1.4. Rupture mécanique du réservoir de stockage	11
1.6. Phénomènes dangereux (BUS, TRAINS ET CAMIONS À PC À H ₂ GAZEUX)	12
1.6.1. Conséquences potentielles	12
1.6.1.1. Libération sans inflammation	12
1.6.1.2. Libération avec inflammation immédiate	13
1.6.1.3. Libération avec inflammation retardée	13
1.6.1.4. Rupture mécanique du réservoir de stockage	14
2. HYDROGÈNE LIQUIDE	15
2.1. Identification :	15
2.2. Danger.....	15
2.3. ADR, IMDG, IATA.....	15
2.4. Classification, Étiquetage, Conditionnement (Règlement CLP)	16
2.5. Caractéristiques fonctionnelles utiles :	17
2.6. Phénomènes dangereux.....	18
2.6.1. Conséquences potentielles	18
2.6.1.1. Libération sans inflammation	18
2.6.1.2. Libération avec inflammation immédiate	19
2.6.1.3. Libération avec inflammation retardée	20
2.6.1.4. Rupture mécanique du réservoir de stockage	20
3. DANGERS LIÉS À L'HYDROGÈNE	22
3.1. Asphyxie	22
3.2. Pression.....	22
3.3. Bruit	22
3.4. Fragilisation	22
3.5. Cryogénie.....	22
3.6. Combustion.....	22
3.7. Rappel des événements et phénomènes craints	23

4. OUTILS SPÉCIFIQUES	27
4.1. Équipement d'imagerie thermique	27
4.2. Moniteur monogaz.....	29
5. PILES À COMBUSTIBLE	30
5.1. Principe	30
5.1.1. Pile à Combustible avec Membrane Échangeuse de Protons	30
5.2. Principaux risques associés aux piles à combustible	31
6. ÉLECTROLYSEURS	32
6.1. Principe	32
6.2. ÉLECTROLYSEUR avec membrane échangeuse de protons (MEP).....	32
6.3. Électrolyseur alcalin	33
6.4. Principaux risques associés aux électrolyseurs :.....	34
7. VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE.....	35
7.1. Principe	35
7.2. Types de véhicules à PILE À COMBUSTIBLE	35
7.2.1. Voitures.....	35
7.2.2. Chariots élévateurs.....	35
7.2.3. Bus	36
7.2.4. Camions	37
7.2.5. Trains	37
7.3. Hydrogène embarqué dans les véhicules à pile à combustible.....	38
7.3.1. Stockage de l'hydrogène	38
7.3.2. Alimentation	40
7.4. Risques associés aux véhicules à pile à combustible.....	41
7.5. Identification des véhicules à pile à combustible	42
8. STATIONS-SERVICE	45
8.1. Principe	45
8.2. Exemples de stations-service	46
8.3. Risques associés aux stations-service	50
8.4. Phénomènes dangereux (remorques d'hydrogène gazeux et stations-service)	50
8.4.1. Conséquences potentielles	52
8.4.1.1. Libération sans inflammation	52
8.4.1.2. Libération avec inflammation immédiate	53
8.4.1.3. Libération avec inflammation retardée	54
8.4.1.4. Rupture mécanique du stockage	55
8.5. Phénomènes dangereux (remorques d'hydrogène liquide et stations-service).....	55
8.5.1. Conséquences potentielles	57
8.5.1.1. Libération sans inflammation	57
8.5.1.2. Libération avec inflammation immédiate	58
8.5.1.3. Libération avec inflammation retardée	59
8.5.1.4. Rupture mécanique du stockage	60
PARTIE 2 INTERVENTION D'URGENCE	63

9. LES NOMOGRAMMES	64
9.1. Comment lire les nomogrammes	64
9.2. Danger sanitaire en raison de la rupture d'un réservoir AUTONOME suite à un incendie	65
10 Danger sanitaire en raison de la rupture d'un réservoir AUTONOME suite à un incendie.....	66
11. Danger sanitaire en raison de la rupture d'un réservoir SOUS UN VÉHICULE suite à un incendie	67
12. Risque pour les bâtiments en raison de la rupture d'un réservoir autonome suite à un incendie.....	68
13. Risque pour les bâtiments en raison de la rupture d'un réservoir sous un véhicule suite à un incendie	69
14. Durée de purge sous pression	70
15. STRATÉGIE.....	71
15.1. Définition de stratégie.....	71
15.2. Évaluation des risques	71
16. TACTIQUE.....	72
16.1. Définition de tactique	72
16.2. La théorie de prévention du danger	72
16.3. Tactique offensive et défensive	73
17. GESTION DES APPELS D'URGENCE	74
18. SÉQUENCE D'INTERVENTION DES ÉQUIPES DE SECOURS ET D'INCENDIE	75
18.1. Reconnaissance.....	75
18.2. Secours.....	75
18.3. Préparation.....	75
18.4. Résolution de l'incident.....	75
18.5. Protection.....	76
18.6. Dégagement.	76
18.7. Inspection finale.....	76
18.8. Tactiques en cas d'incident sur des applications à PCH	77
18.8.1. Type d'incident.....	77
18.9. Secours.....	78
18.10. Incendie électrique	79
18.11. Incendie externe.....	80
18.12. Fuite d'hydrogène enflammée.....	81
18.13. Fuite d'hydrogène/hydrogène liquide non enflammée.....	82
19. ÉQUIPE ET ÉQUIPEMENT DE PREMIERS SECOURS HYRESPONDERS.....	84
19.1. Équipe	84
19.2. Équipement anti-incendie	84
19.3. Fiches tactiques spécifiques à certaines applications	84

20. VÉHICULES À PILE À COMBUSTIBLE	86
20.1. Pas de fuite, pas d'incendie	86
20.2. Fuite sans incendie.....	89
20.3. Incendie.....	92
20.4. Incendie externe menaçant l'application.....	95
21. BUS À PC, CAMIONS À PC, TRAINS À PC	104
21.1. Pas de fuite, pas d'incendie	104
21.2. Fuite de H2 sans incendie.....	108
21.3. Incendie.....	111
21,4. Incendie externe menaçant l'application	114
22. REMORQUE H2	117
22.1. Pas de fuite, pas d'incendie	117
22.2. Fuite de H2 sans incendie	120
22.3. Incendie.....	123
22.4. Incendie externe menaçant l'application.....	126
23. STATION-SERVICE	132
23.1. Pas de fuite, pas d'incendie	132
23.2. Fuite de H2 sans incendie	134
23.3. Incendie.....	137
23.4. Incendie externe menaçant l'application.....	141
24. GÉNÉRATEUR ÉLECTRIQUE FIXE.....	143
24.1. Pas de fuite, pas d'incendie	143
24.2. Fuite de H2 sans incendie	146
24.3. Incendie.....	150
24.4. Incendie externe menaçant l'unité.....	154
Annexes (UU).....	166
Annexe 1. Distances de sécurité (à titre informatif) en cas de jets d'hydrogène sans réaction	166
Annexe 2. Distances dangereuses (à titre informatif) des jets d'hydrogène enflammés.....	168
Annexe 3. Distances de sécurité (à titre informatif) en cas de rupture accidentelle de réservoir d'hydrogène haute pression dans un incendie.....	170
GLOSSAIRE.....	173
RÉFÉRENCES	176
TABLEAU DES ILLUSTRATIONS.....	177
TABLE DES MATIÈRES	180

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Introduction to FCH applications and hydrogen safety » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hydrogen properties relevant to safety » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hydrogen fires » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Safety of hydrogen storage » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Harm criteria for people and environment, damage criteria for structures and equipment » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Unignited hydrogen releases, their prevention and mitigation » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Hazards of hydrogen use indoors » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Dealing with hydrogen explosions » Ulster University Hyresponse Project 2015

TRETSIAKOVA-Mc NALLY, D. MAKAROV « Sources of hydrogen ignition and prevention measures » Ulster University Hyresponse Project 2015

A.ZANOTO *et al.* « Description of selected FCH systems and infrastructure, relevant safety features and concepts » AIR LIQUIDE, Hyresponse Project 2015

F.VERBECKE *et al.*, « Detailed scenarios of typical accident for selected FCH systems and infrastructures » AREVA, Hyresponse Project 2015

S. BERTAU *et al.*, « Operational emergency response strategies and tactic “Emergency Response approach » ENSOSP, Hyresponse Project 2015

S. BERTAU *et al.*, « Elaboration of multi-level operational exercises » ENSOSP, Hyresponse Project 2015

E. MARANNE *et al.* « Virtual reality educational exercises » ENSOSP, Hyresponse Project 2015

M. GENTILLEAU *et al.* « Guide opérationnel départemental de référence d'intervention sur véhicules. » SDIS 86, 2015.