

RAPPORT D'ETUDE
DRA-14-141532-06227C

29/09/2014

**BENCHMARK
STATIONS-SERVICE HYDROGENE**

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

Benchmark stations-service hydrogène

Direction des Risques Accidentels

Liste des personnes ayant participé à l'étude : Valérie DE DIANOUS, Etienne HAVRET, Sylvaine PIQUE, Benno WEINBERGER.

PRÉAMBULE

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies à l'INERIS, des données (scientifiques ou techniques) disponibles et objectives et de la réglementation en vigueur.

La responsabilité de l'INERIS ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées.

Les avis, recommandations, préconisations ou équivalent qui seraient portés par l'INERIS dans le cadre des prestations qui lui sont confiées, peuvent aider à la prise de décision. Étant donné la mission qui incombe à l'INERIS de par son décret de création, l'INERIS n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite. La responsabilité de l'INERIS ne peut donc se substituer à celle du décideur.

Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou sinon de manière objective. Son utilisation sous forme d'extraits ou de notes de synthèse sera faite sous la seule et entière responsabilité du destinataire. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

L'INERIS dégage toute responsabilité pour chaque utilisation du rapport en dehors de la destination de la prestation.







	Rédaction	Relecture		Vérification		Approbation
NOM	E. HAVRET/ S. PIQUE	V. DE DIANOUS	B. WEINBERGER	B. DEBRAY	G. CHANTELAUVE	F. ROUSSEAU
Qualité	Ingénieurs Unité Procédés et Énergies Propres et Sûrs Direction des Risques Accidentels	Responsable Programme DRA-71 Direction des Risques Accidentels	Ingénieur Unité Procédés et Énergies Propres et Sûrs Direction des Risques Accidentels	Responsable Unité Procédés et Énergies Propres et Sûrs Direction des Risques Accidentels	Délégué Appui à l'Administration Direction des Risques Accidentels	Responsable Pôle Substances et Procédés Direction des Risques Accidentels
Visa						

TABLE DES MATIÈRES

1. RESUME.....	11
1.1 Contexte réglementaire et normatif	11
1.1.1 Proposition de directive européenne.....	12
1.1.2 Normalisation internationale	15
1.1.2.1 <u>ISO/TS 20100</u>	15
1.1.2.2 <u>Évolution des normes américaines</u>	15
1.1.3 Réglementations nationales	16
1.1.4 Synthèse des textes	16
1.2 Présentation des mesures de maîtrise des risques	17
1.2.1 Articulation des chapitres.....	17
1.2.2 Clés de lecture du rapport	18
1.2.3 Synthèse des mesures de maîtrise des risques	19
1.3 Présentation des processus d'autorisation d'exploiter	20
1.3.1 Stockage d'hydrogène	20
1.3.2 Production d'hydrogène	20
1.3.3 Délais moyens d'obtention d'une autorisation	21
1.3.4 Site de référence.....	21
2. INTRODUCTION	25
2.1 Contexte de l'étude	25
2.2 Champ des installations concernées.....	27
2.3 Organisation du rapport.....	28
3. STATIONS-SERVICE HYDROGENE.....	29
3.1 Propriétés de l'hydrogène	29
3.1.1 Propriétés fondamentales au niveau sécurité	29
3.1.2 Comparaison avec d'autres carburants	30
3.1.2.1 <u>Comparatifs des apports énergétiques</u>	30
3.1.2.2 <u>Comparatifs des caractéristiques au niveau sécurité</u>	31
3.2 Stations-service hydrogène : développement et fonctionnement	32
3.2.1 Les stations-service en quelques chiffres	32
3.2.1.1 Approvisionnement/ production	32
3.2.1.2 Types de stockage dans la station	33
3.2.1.3 Types de véhicules approvisionnés.....	33

3.2.1.4	Capacités d'approvisionnement	34
3.2.1.5	Statut des stations-service	34
3.2.1.6	Synthèse de l'étude	34
3.2.2	Parallèle avec le rapport issu du DRA-95	35
4.	RETOUR D'EXPERIENCE	37
4.1	L'accidentologie	37
4.2	Les bases de données	37
5.	PRESENTATION DE LA REGLEMENTATION, DES NORMES, GUIDES ET AUTRES DOCUMENTS DE REFERENCE	39
5.1	Présentation de la réglementation, des normes ou guides généraux.....	39
5.1.1	Textes ayant une portée internationale	39
5.1.1.1	<u>Texte général relatif à la sécurité des systèmes à l'hydrogène</u>	40
5.1.1.2	<u>Texte spécifique aux stations-service</u>	40
5.1.1.3	<u>Textes spécifiques à certaines installations de la station-service</u>	40
5.1.1.3.1	<i>Textes spécifiques aux stockages</i>	40
5.1.1.3.1.1	<u>Stockage d'hydrogène cryogénique</u>	40
5.1.1.3.1.2	<u>Stockage sous forme gaz</u>	42
5.1.1.3.2	<i>Textes spécifiques a la distribution</i>	42
5.1.2	Textes spécifiques en Europe	43
5.1.2.1	<u>Directives</u>	43
5.1.2.1.1	<i>Directives générales</i>	43
5.1.2.1.2	<i>Directive spécifique aux carburants de substitution</i>	44
5.1.2.2	<u>Guides européens</u>	44
5.1.2.2.1	<i>Guides de l'union européenne</i>	44
5.1.2.2.2	<i>Guides professionnels européens</i>	45
5.1.2.2.2.1	<u>Guide général</u>	45
5.1.2.2.2.2	<u>Guide spécifique au stockage cryogénique</u>	45
5.1.3	Textes spécifiques aux États-Unis	45
5.1.3.1	<u>SAE</u>	45
5.1.3.2	<u>NFPA</u>	46
5.1.4	Textes spécifiques à certains pays	46
5.1.4.1	<u>Textes européens</u>	46
5.1.4.2	<u>Textes d'Amériques du Nord</u>	48
5.2	Textes spécifiques a certaines parties d'une station non traites dans le rapport.....	48

5.2.1 Production sur site	48
5.2.2 Approvisionnement par pipeline	49
5.2.3 Les véhicules terrestres.....	49
5.2.3.1 <u>Règlement européen</u>	49
5.2.3.2 <u>Normes</u>	49
6. ANALYSE DE LA REGLEMENTATION, DES NORMES, GUIDES ET AUTRES DOCUMENTS DE REFERENCE	51
6.1 Analyse comparée des domaines d'application des documents examinés.	51
6.2 Comparaison des aspects couverts par les documents consultés	52
6.3 Présentation de la comparaison entre les prescriptions	54
6.4 Comparaison des prescriptions concernant La conception et construction.	55
6.4.1 Prescriptions générales	55
6.4.1.1 <u>Qualité de l'hydrogène</u>	55
6.4.1.2 <u>Tuyauteries</u>	56
6.4.1.2.1 <i>Raccords</i>	56
6.4.1.2.2 <i>Emplacements</i>	57
6.4.1.2.3 <i>Connexions et déconnexions</i>	57
6.4.1.2.4 <i>Spécificités</i>	57
6.4.1.2.5 <i>Synthèse concernant les tuyauteries</i>	58
6.4.1.3 <u>Ventilation et espaces clos et confinés</u>	59
6.4.1.3.1 <i>Emplacements des installations</i>	59
6.4.1.3.2 <i>Points hauts</i>	59
6.4.1.3.3 <i>Dimensionnement et conception de la ventilation</i>	59
6.4.1.3.4 <i>Détection, alarmes et asservissement</i>	60
6.4.1.3.5 <i>Synthèse concernant la ventilation et espaces clos et confinés</i>	61
6.4.1.4 <u>Suppression</u>	62
6.4.1.4.1 <i>Généralités</i>	62
6.4.1.4.2 <i>Emplacement des mesures de maîtrise des risques</i>	62
6.4.1.4.3 <i>Soupapes et disques de rupture</i>	62
6.4.1.4.3.1 <u>Conception</u>	62
6.4.1.4.3.2 <u>Dimensionnement</u>	62
6.4.1.4.4 <i>Évent et lignes d'évacuation</i>	63
6.4.1.4.4.1 <u>Conception</u>	63
6.4.1.4.4.2 <u>Règles pour les conduites communes</u>	63
6.4.1.4.4.3 <u>Dispositifs sur les lignes d'évacuation et évent</u>	64

6.4.1.4.5	<i>Capteurs</i>	64
6.4.1.4.6	<i>Spécificités</i>	64
6.4.1.4.7	<i>Synthèse concernant la protection de la surpression</i>	65
6.4.1.5	<u>Fragilisation des matériaux par l'hydrogène</u>	66
6.4.1.6	<u>Isolation thermique</u>	66
6.4.1.7	<u>Isolement et arrêt des installations</u>	67
6.4.1.7.1	<i>Isolement de l'installation</i>	67
6.4.1.7.1.1	<u>Emplacement des dispositifs d'isolement</u>	67
6.4.1.7.1.2	<u>Prescriptions techniques</u>	68
6.4.1.7.2	<i>Arrêt d'urgence</i>	68
6.4.1.7.2.1	conception	68
6.4.1.7.2.2	<u>Emplacement des dispositifs d'arrêts d'urgence</u>	68
6.4.1.7.2.3	<u>Fonctions du dispositif</u>	68
6.4.1.7.2.4	<u>Redémarrage de l'installation après arrêt</u>	69
6.4.1.7.3	<i>Centrale de traitement ou relayage</i>	69
6.4.1.7.4	<i>Synthèse concernant l'isolement et l'arrêt des installations</i>	69
6.4.1.8	<u>Détection hydrogène et asservissement</u>	70
6.4.1.8.1	<i>Conception</i>	70
6.4.1.8.2	<i>Emplacements</i>	70
6.4.1.8.3	<i>Seuils de déclenchement</i>	71
6.4.1.8.4	<i>Mesures en cas de détection</i>	71
6.4.1.8.5	<i>Synthèse concernant la détection d'hydrogène et asservissement</i>	72
6.4.1.9	<u>Moyens de protection et prévention contre le risque d'incendie</u>	73
6.4.1.9.1	<i>Comportement au feu des structures</i>	73
6.4.1.9.1.1	<u>Généralités</u>	73
6.4.1.9.1.2	<u>Spécificités pour les murs</u>	73
6.4.1.9.1.3	<u>Spécificités pour le toit et la charpente</u>	73
6.4.1.9.1.4	<u>Spécificités pour les ouvertures (portes, fenêtres...)</u>	74
6.4.1.9.1.5	<u>Spécificités pour les surfaces sous les raccords</u>	74
6.4.1.9.1.6	<u>Spécificités pour certaines installations</u>	74
6.4.1.9.1.7	<u>Synthèse concernant le comportement au feu des structures</u>	75
6.4.1.9.2	<i>Moyens de lutte contre l'incendie</i>	76
6.4.1.9.2.1	<u>Surpression des combustibles</u>	76
6.4.1.9.2.2	<u>Moyens d'extinction</u>	76
6.4.1.9.2.2.1	Installations fixes d'extinction	76

6.4.1.9.2.2.2	Dimensionnement.....	76
6.4.1.9.2.2.3	Extincteur.....	77
6.4.1.9.2.3	Détections incendie.....	77
6.4.1.9.2.4	Spécificité	77
6.4.1.9.2.5	Synthèse concernant les moyens de lutte contre l'incendie.....	78
6.4.1.10	Moyens de protection et prévention contre le risque d'explosion	79
6.4.1.10.1	Agir sur les sources d'ignition	79
6.4.1.10.1.1	D'origine électrique	79
6.4.1.10.1.2	D'origine mécanique	80
6.4.1.10.2	Prévenir l'accumulation d'hydrogène	80
6.4.1.10.3	Moyens de protection.....	80
6.4.1.10.4	Moyens de protection et prévention contre le risque d'explosion. 81	
6.4.1.11	Protection contre les agressions extérieures.....	82
6.4.1.11.1	Protection contre la corrosion	82
6.4.1.11.2	Protection contre les chocs et agressions mécaniques	83
6.4.1.11.3	Malveillance	85
6.4.2	Distance de sécurité.....	86
6.4.2.1	<u>Exigences concernant les distances de sécurité (implantation des différentes installations)</u>	86
6.4.2.2	<u>Comparaison des approches NFPA et ISO pour évaluer les distances de sécurité</u>	89
6.4.3	Prescriptions spécifiques	91
6.4.3.1	<u>Dépotage d'hydrogène</u>	91
6.4.3.2	<u>Capacités de stockage d'hydrogène</u>	92
6.4.3.2.1	Généralités.....	92
6.4.3.2.2	Stockage d'hydrogène liquide	92
6.4.3.2.3	Stockage d'hydrogène gazeux	93
6.4.3.2.3.1	Généralités.....	93
6.4.3.2.3.2	Stockages en bouteilles	94
6.4.3.2.3.3	Stockages enterrés	94
6.4.3.2.3.4	Stockage tampon	94
6.4.3.2.3.5	Synthèse concernant le stockage d'hydrogène gazeux	95
6.4.3.3	<u>Vaporisation de l'hydrogène</u>	96
6.4.3.4	<u>Station de compression hydrogène</u>	97
6.4.3.4.1	Capteurs de surveillance de l'installation	97

6.4.3.4.2	<i>Isolement</i>	97
6.4.3.4.3	<i>Emplacement</i>	97
6.4.3.4.4	<i>Spécificités</i>	98
6.4.3.4.5	<i>Synthèse concernant la station de compression hydrogène</i>	98
6.4.3.5	<u>Poste de refroidissement</u>	99
6.5	Comparaison des prescriptions concernant les mesures organisationnelles et de maintenance.....	100
6.5.1	Prescriptions au niveau des mesures organisationnelles	100
6.5.1.1	<u>Formation des operateurs</u>	100
6.5.1.2	<u>Consignes de sécurité</u>	101
6.5.1.3	<u>Consignes d'exploitation</u>	103
6.5.1.4	<u>Synthèse des prescriptions organisationnelles</u>	105
6.5.2	Prescriptions au niveau maintenance et inspections/contrôles	105
6.5.2.1	<u>Opérations de maintenance</u>	105
6.5.2.2	<u>Vérifications et inspections périodiques</u>	106
6.5.2.2.1	<i>Vérifications et inspections pour garantir la qualité de l'hydrogène</i>	106
6.5.2.2.2	<i>Vérifications et inspections pour les capacités de stockages et équipements</i>	107
6.5.2.2.3	<i>Vérifications et inspections pour les flexibles et tuyauteries</i>	107
6.5.2.2.4	<i>Vérifications et inspections des systèmes de dépressurisation</i>	107
6.5.2.2.5	<i>Vérifications et inspections des systèmes de sécurité</i>	108
6.5.2.2.6	<i>Vérifications et inspections avant mise en service</i>	108
6.5.2.3	<u>Suivi des contrôles</u>	110
6.5.2.4	<u>Propreté des installations</u>	110
6.5.2.5	<u>Synthèse des prescriptions concernant la maintenance et inspections/contrôles</u>	111
6.6	Prescriptions concernant la zone de distribution.....	112
6.6.1	Prescriptions générales	112
6.6.1.1	<u>Isolement et arrêt de la zone de distribution</u>	112
6.6.1.1.1	<i>Emplacement des dispositifs d'isolement</i>	112
6.6.1.1.2	<i>Arrêt d'urgence</i>	114
6.6.1.2	<u>Prévention du risque d'explosion</u>	114
6.6.1.2.1	<i>Généralités</i>	114
6.6.1.2.2	<i>Prévenir de l'accumulation d'hydrogène</i>	114
6.6.1.2.3	<i>Agir sur les sources d'ignition d'origine électrique</i>	115

6.6.1.2.4	<i>Synthèse concernant la prévention du risque d'explosion</i>	115
6.6.1.3	<u>Protection contre la surpression</u>	116
6.6.1.4	<u>Unités de contrôle–commande</u>	117
6.6.1.5	<u>Qualité de l'hydrogène</u>	118
6.6.1.6	<u>Choix des matériaux</u>	119
6.6.1.7	<u>Stations-service sans surveillance sur site</u>	120
6.6.2	Prescriptions concernant l'aire de distribution	121
6.6.2.1	<u>Conception</u>	121
6.6.2.2	<u>Emplacement</u>	121
6.6.2.3	<u>Prévention du risque d'incendie</u>	121
6.6.2.4	<u>Ventilation</u>	121
6.6.2.5	<u>Détection hydrogène</u>	121
6.6.2.6	<u>Moyens de protection et prévention des fuites</u>	122
6.6.2.7	<u>Protection contre les chocs</u>	122
6.6.2.8	<u>Synthèse concernant l'aire de distribution</u>	123
6.6.3	Prescriptions concernant la borne de distribution	124
6.6.3.1	<u>Exigences sur la borne de distribution</u>	124
6.6.3.2	<u>Limites de la distribution</u>	126
6.6.3.3	<u>Arrêt du remplissage</u>	126
6.6.3.4	<u>Protection contre le surremplissage</u>	126
6.6.3.5	<u>Exigences pour le flexible</u>	127
6.6.3.5.1	<i>Généralités</i>	127
6.6.3.5.2	<i>Dimensionnement</i>	128
6.6.3.6	<u>Prévention en cas d'arrachement</u>	129
6.6.3.7	<u>Exigences pour le pistolet et le réceptacle</u>	130
6.6.3.7.1	<i>Généralités</i>	130
6.6.3.7.2	<i>Dimensions</i>	131
6.6.3.8	<u>Communication entre la borne de distribution et le véhicule</u>	132
6.6.4	Instructions concernant le conducteur	133
6.6.5	Tests et contrôles	135
6.7	Bilan sur les mesures de sécurité	136
7.	PROCESSUS D'AUTORISATION D'EXPLOITER	137
7.1	Processus pour autorisation d'exploiter par pays.....	137
7.1.1	Rappel sur le processus d'autorisation d'exploiter en France	137
7.1.2	Allemagne	138

7.1.2.1	<u>Processus d'autorisation</u>	138
7.1.2.2	<u>Textes applicables</u>	141
7.1.2.3	<u>Autorités responsables de la mise en application des textes</u>	142
7.1.3	Danemark	142
7.1.4	Italie	143
7.1.5	États-Unis	143
7.1.6	Canada	143
7.2	Permis	144
7.3	Autorités impliquées.....	144
7.4	Documents requis par les autorités	146
8.	CONCLUSION – SYNTHÈSE	147
9.	LISTE DES ANNEXES	153

1. RESUME

Ce document synthétise une étude comparative des réglementations, guides et normes concernant les stations-service hydrogène en 2014. Il vise à répondre notamment aux interrogations suivantes :

- **Quelles sont les sources de référence (réglementations ou guides), existantes ou en cours de développement, fixant des règles pour la conception et l'exploitation des stations-service hydrogène ? Quelles sont les pratiques issues de ces documents ? En particulier :**
 - **Quelles sont les mesures prises pour prévenir ou réduire les effets d'un incendie ou d'une explosion ?**
 - **Existe-t-il des distances de sécurité sur la localisation des stations-service hydrogènes vis-à-vis d'autres installations ?**
- **Quelles sont les procédures d'autorisation et les organismes en charge du processus ?**

Il est ciblé sur des pays ayant des stations-service en Europe et Amérique du Nord (l'Allemagne et la Californie étant les états les plus avancés). Le champ étudié reprend les installations qui composent une station-service, du poste de dépotage à la zone de distribution. Il ne prend pas en compte la fabrication d'hydrogène, le stockage sous forme d'hydrure, la livraison pipeline et les véhicules. Il a été réalisé à partir d'une analyse des documents issus d'une étude bibliographique et d'informations collectées auprès des autorités compétentes des pays concernés et de membres du réseau HySafe.

1.1 CONTEXTE REGLEMENTAIRE ET NORMATIF

De nombreux textes à portée générale sont applicables aux stations-service sans leur être spécifiques. On peut citer par exemple les directives européennes ATEX, ou relatives aux équipements sous pression, les normes relatives aux réservoirs cryogéniques. Ces textes ont été identifiés mais n'ont pas fait l'objet d'un traitement approfondi.

Cette analyse s'est donc concentrée sur les textes spécifiques, qu'ils traitent de la station-service hydrogène dans son ensemble ou de certains de ses composants. Il identifie un contexte particulier avec une proposition de directive du 24 janvier 2013 (COM (2013) 18) qui prévoit le développement d'une infrastructure pour carburants de substitution dans les Etats membres de l'Union Européenne. Cette proposition de directive prévoit la mise en place d'un cadre normatif associé. Celui-ci ne sera pas à proprement parler nouveau puisqu'il s'appuiera sur un ensemble de normes qui ont été identifiées et détaillées dans ce document. Cependant une partie de ces normes se trouvent en révision et leur publication est prévue pour le deuxième trimestre 2015 (confer paragraphe 2.1.) En ce qui concerne le cadre national spécifique, seule l'Italie a été identifiée comme disposant d'une réglementation très en avance lors de sa sortie en 2004, mais qui n'a pas intégré les dernières évolutions technologiques de la distribution d'hydrogène.

1.1.1 Proposition de directive européenne

Une proposition de directive du 24 janvier 2013 (COM (2013) 18) prévoit le développement d'une infrastructure pour carburants de substitution dans les États membres de l'Union Européenne. Cette proposition de directive reprend les spécifications techniques pour les points de ravitaillement en hydrogène pour véhicules à moteur et impose des normes.

1/ Concernant les points de ravitaillement, la proposition de directive préconise qu'un nombre suffisants de points de recharge en hydrogène ouverts au public, espacé au moins 300 km, soient disponibles au 31 décembre 2020.

Cette proposition de directive semble faire débat entre les états membres. Le débat ne se focalise cependant pas uniquement sur l'hydrogène. Ainsi, un examen par la commission des affaires européennes du Sénat a eu lieu le 21 mars 2013 qui a conclu à: « L'ambition affichée par la Commission européenne est de favoriser la circulation dans l'Union des moyens de transports utilisant des carburants de substitution. La directive vient accompagner les efforts des États membres, dont la France, en faveur de la promotion des énergies alternatives. Cependant **la commission a décidé de ne pas intervenir plus avant sur ce texte**»¹.

L'assemblée nationale a également commenté la directive sur ce point le 11 juin 2013: « **Cet objectif ambitieux, s'agissant d'une source d'énergie secondaire, encore loin d'être mature sur le plan économique, peut susciter certaines interrogations, les constructeurs automobiles n'annonçant pas aujourd'hui la commercialisation massive de ce type de véhicules. Aussi, la date de 2020 apparaît-elle prématurée pour un objectif aussi exhaustif et systématique.** En effet, de nombreux progrès restent encore à accomplir avant d'envisager l'utilisation de véhicules à hydrogène dans des applications automobiles grand public. Considérant le coût de cette technologie, son développement à grande échelle ne peut s'envisager sans la garantie d'une distribution d'hydrogène économiquement avantageuse pour les consommateurs. **Le déploiement initial de cette technologie pourrait par contre s'appuyer sur un réseau privé de points de distribution, destiné à alimenter les véhicules de flottes significatives de collectivités ou d'entreprises**»².

La commission de l'industrie, de la recherche et de l'énergie (ITRE) a émis une série d'amendements le 5 décembre 2013 qui tendent à aller dans le même sens et « souligne **qu'investir dans une infrastructure alors que la technologie correspondante n'est pas encore disponible ou n'a pas encore fait ses preuves risque de s'avérer inefficace et contreproductif.** Les voitures à hydrogène en particulier ne semblent pas encore prêtes à être mises sur le marché » et « propose d'élargir la couverture des points de ravitaillement en hydrogène, en **renforçant le déploiement dans les zones urbaines** »³.

¹ <http://www.senat.fr/ue/pac/E8050.html>

² <http://www.assemblee-nationale.fr/>

³ <http://www.europarl.europa.eu/>

Le 15 avril 2014, les eurodéputés ont confirmé l'accord dégagé entre le Conseil et le parlement européen sur le développement des infrastructures de distribution des carburants de substitution, en adoptant le rapport de l'eurodéputé Carlo Fidanza à une grande majorité. Le texte adopté prévoit que les Etats membres présenteront leurs **plans de déploiement de stations de recharges publiques pour les carburants alternatifs**, tels que le gaz, l'hydrogène ou l'électricité afin de créer un réseau continu dans toute l'Union européenne. Il est prévu aussi que la Commission puisse faire une analyse pour établir si les objectifs nationaux sont suffisants pour fournir une masse critique d'infrastructures ou si des objectifs contraignants doivent être introduits au niveau européen. Les nouvelles règles prévoient **l'établissement de standards communs** et **l'amélioration de l'information aux usagers** pour faciliter l'utilisation et la comparaison des prix pour les différents carburants, sur la base d'une méthodologie que la Commission établira.⁴

"Ces nouvelles règles forment une réponse directe aux appels de l'industrie, des investisseurs, des consommateurs et des autorités nationales pour établir un cadre et une direction clairs en faveur de carburants propres en Europe et pour mettre fin à l'incertitude et permettre aux investissements de suivre", a souligné le commissaire européen en charge du transport, Siim Kallas, par voie de communiqué. "Ce vote envoie le message clair que l'Europe met les carburants propres au cœur de sa politique de transport et met l'impulsion pour développer un système de transport adapté au XXI^e siècle."

2/ Concernant les normes, la proposition de directive se réfère aux normes ISO en attendant la publication de normes EN ad'hoc :

- **ISO/TS 20100** pour la conformité des points de ravitaillement et équipement de remplissage ;
- **ISO 14687-2** pour la conformité de la pureté hydrogène ;
- **ISO 17268** pour la conformité des connecteurs de véhicules.

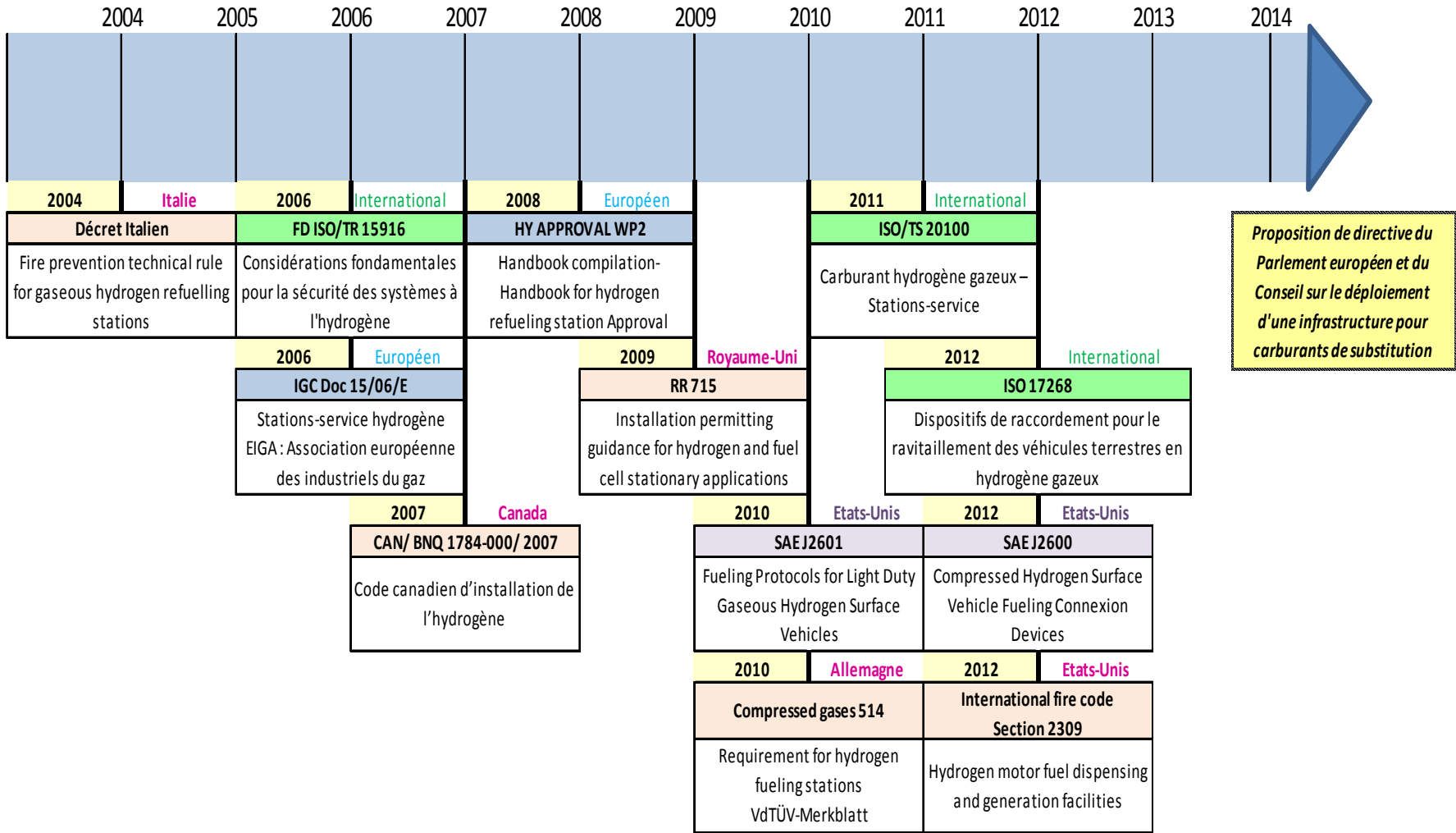
La communauté européenne a demandé au CEN⁵ TC 268 de préparer sous un an des normes EN pour appuyer cette future directive. L'extension du CEN 268 a été actée lors de la réunion du 16 juin 2014. Ce mandat concerne l'adaptation des trois normes précédemment citées et sollicite le groupe de travail GT5. L'élaboration de ces normes, initialement prévue à fin 2014, a été repoussée au 31 décembre 2016.

Au-delà de cette proposition de directive et des normes citées, ce benchmark a identifié d'autres textes spécifiques pertinents. La figure 1 positionne sur un axe chronologique la douzaine de textes applicables aux stations-service hydrogène étudiés. Elle permet de donner une vision globale de l'évolution du cadre réglementaire et normatif. Nous avons inclus dans ce panorama des guides conçus dans un cadre de recherche qui ont servi de références à l'élaboration des référentiels

⁴ <http://www.europaforum.public.lu/fr>

⁵ Comité européen de normalisation

Figure 1 : Présentation chronologique du contexte réglementaire et normatif



1.1.2 Normalisation internationale

1.1.2.1 ISO/TS 20100

Même si le projet de directive prévoit de reprendre uniquement les spécifications techniques de l'ISO/ TS 20100 sur la partie ravitaillement, celle-ci couvre plus largement l'ensemble des installations d'une station-service.

En 2011, la dernière version de la norme est restée à l'état de projet suite à un désaccord entre l'Europe et les Etats-Unis. Les distances de sécurité présentées par ce projet de norme ne sont pas en accord par rapport aux référentiels américains tels que la NFPA 55. Cependant le projet de norme ISO/TS 20100 fait consensus en Europe, sauf l'Angleterre.

Face aux désaccords constatés, un nouveau texte, l'ISO 19880, est actuellement en discussion pour remplacer ISO/TS 20100. Le tableau 1 identifie les différents groupes de travail de l'ISO/AWI 19880.

Norme	Nom de la norme
ISO/AWI 19880-1	Carburant hydrogène gazeux – Stations-service Partie 1 : Exigences générales
ISO/AWI 19880-2	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 2 : Distribution
ISO/AWI 19880-3	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 3 : Soupapes
ISO/AWI 19880-4	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 4 : Compresseurs
ISO/AWI 19880-5	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 5 : Tuyauterie
ISO/AWI 19880-6	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 6 : Raccords

Tableau 1 : Les futures normes ISO/AWI 19880 remplaçant la norme ISO/TS 20100

Compte-tenu du consensus européen sur le projet de norme ISO/TS 20100 explicitement pris comme point de départ pour les travaux du CEN TC 268, nous avons pris ce texte comme référence dans ce document.

1.1.2.2 Évolution des normes américaines

Le projet de directive prévoit de définir les spécifications techniques pour les points de ravitaillement. L'évolution des normes porte actuellement principalement sur cette thématique. L'organisation américaine SAE (société des ingénieurs automobiles) émet des normes qui alimentent les normes ISO/TS 20100 et ISO 17268 pour la partie distribution. Pour cette raison, nous avons considéré important de traiter ces normes dans le présent benchmark.

1.1.3 Réglementations nationales

Il existe peu de textes obligatoires réglementaires et spécifiques aux stations-service hydrogène. Le seul texte qui impose une réglementation est un décret italien écrit en 2004. C'est un texte novateur à sa parution et qui devient contraignant à appliquer avec l'évolution actuelle des stations-service notamment parce qu'il limite la pression de distribution à 350 bar alors que le standard pour les véhicules légers se trouve maintenant à 700 bar.

1.1.4 Synthèse des textes

La figure 2 schématise les textes applicables en fonction des parties de l'installation et précise le statut des textes selon la légende ci-dessous.

	Obligatoires (réglementaires)
	Obligatoires mais non réglementaires (imposés par les assureurs, un secteur d'activité...)
	Probablement obligatoires dans les années à venir (textes inclus dans une proposition de directive) Attention l'ISO/TS 20100 ne concerne que la partie borne de distribution. La norme ISO 14687-2 est reprise aussi dans le projet de directive et concerne la qualité de l'hydrogène (cf. chapitre 6.4.1.1)
	Guides ou textes normatifs d'application facultative ou à caractère informatif

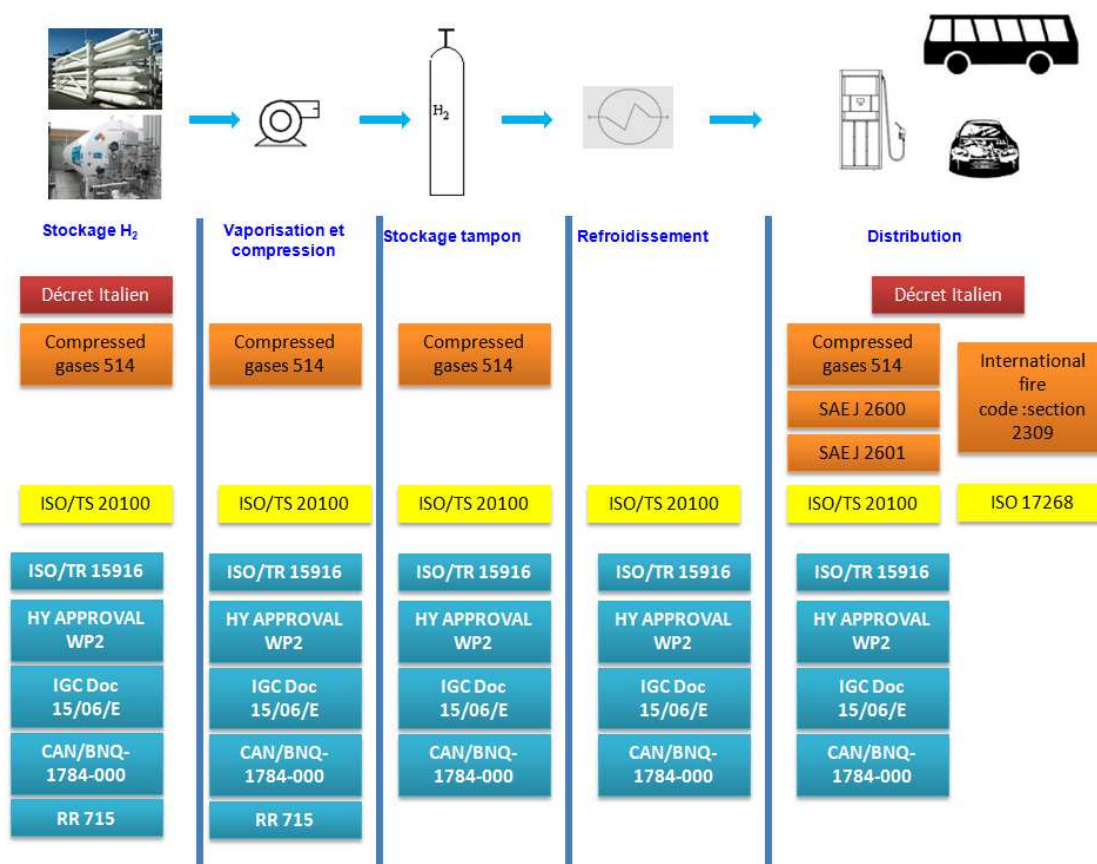


Figure 2 : Présentation thématique des textes réglementaires

1.2 PRESENTATION DES MESURES DE MAITRISE DES RISQUES

1.2.1 Articulation des chapitres

Pour présenter les mesures de maîtrise des risques, il a été choisi de faire un lien entre les chapitres de ce rapport et les chapitres d'un arrêté type pour les installations classées pour la protection de l'environnement:

Arrêté du 07/01/03 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées soumises à déclaration sous la rubrique n° 1413 (Installation de distribution de gaz naturel ou de biogaz) de la nomenclature des installations classées	Benchmark DRA-71	Page
Implantation. - Aménagement.		
2.1. Règles d'implantation	6.4.2 Distance de sécurité	P. 89
2.2. Intégration dans le paysage	/	
2.3. [*]	/	
2.4. Comportement au feu des bâtiments	6.4.1.9.1 Comportement au feu des structures	P. 76
2.5. Accessibilité	/	
2.6. Ventilation	6.4.1.3 Ventilation et espaces clos et confinés	P. 61
2.7. Installations électriques	6.4.1.10 Moyens de protection et prévention contre le risque d'explosion	P. 82
2.8. Mise à la terre des équipements	6.6.1.2 Prévention du risque d'explosion	P. 119
2.9. Rétention des aires et locaux de travail	6.4.3.2 Capacités de stockage d'hydrogène	P. 95
2.10. [*]	/	
2.11. [*]	/	
2.12. Implantation des appareils de distribution et de remplissage	6.4.2 Distance de sécurité 6.6 Prescriptions concernant la zone de distribution	P. 89 P. 116
Exploitation. - Entretien.		
3.1. Surveillance de l'exploitation	6.5.1.3 Consignes d'exploitation	P. 107
3.2. Contrôle de l'utilisation des appareils de distribution et de remplissage	6.5.2 Prescriptions au niveau maintenance et inspections/contrôles 6.6.5 Tests et contrôles	P. 109 P. 139
3.3. Connaissance des produits - Etiquetage	6.5.1.1 Formation des opérateurs	P. 104
3.4. Propreté	6.5.2.4 Propreté des installations	P. 114
3.5. Etat des stocks de liquides inflammables	6.4.3.2 Capacités de stockage d'hydrogène	P. 95
3.6. Vérification périodique des installations électriques	6.5.2.2 Vérifications et inspections périodiques 6.6.5 Tests et contrôles	P. 110 P. 139
3.7. [*]		
3.8. Surveillance des équipements de sécurité relatifs au gaz naturel et au biogaz	6.5.2.2 Vérifications et inspections périodiques 6.6.5 Tests et contrôles	P. 110 P. 139
Risques.		
4.1. Protection individuelle	6.5.1.2 Consignes de sécurité	P. 105
4.2. Moyens de secours contre l'incendie	6.4.1.9.2 Moyens de lutte contre l'incendie	P. 79
4.3. Localisation des risques	6.5.1.2 Consignes de sécurité 6.6.4 Instructions concernant le conducteur	P. 105 P. 137
4.4. Compatibilité des matériaux.	6.4.1.5 Fragilisation des matériaux par l'hydrogène	P. 68
4.5. Interdiction des feux	6.5.1.2 Consignes de sécurité 6.6.4 Instructions concernant le conducteur	P. 105 P. 137
4.6. Plan de prévention - Permis de feu	6.5.2.1 Opérations de maintenance	P. 109
4.7. Consignes de sécurité	6.5.1.2 Consignes de sécurité	P. 105
4.8. Consignes d'exploitation	6.5.1.3 Consignes d'exploitation	P. 107
4.9. Aménagement et construction des appareils de distribution et de remplissage	6.4.1.1 Qualité de l'hydrogène 6.4.2 Distance de sécurité 6.6 Prescriptions concernant la zone de distribution	P. 57 P. 89 P. 116
4.9.1. Accès	6.4.2 Distance de sécurité 6.6.2 Prescriptions concernant l'aire de distribution	P. 89 P. 116
4.9.2. Appareils de distribution	6.6.3 Prescriptions concernant la borne de distribution 6.6.5 Tests et contrôles	P. 128 P. 139
4.9.3. Les flexibles	6.6.3.5 Exigences pour le flexible 6.6.5 Tests et contrôles	P. 131 P. 139
4.9.4. Dispositifs de sécurité	6.6.3 Prescriptions concernant la borne de distribution	P. 128
4.10. Réservoirs et canalisations	6.4.1.2 Tuyauteries 6.4.1.6 Isolation thermique 6.4.3.2 Capacités de stockage d'hydrogène	P. 58 P. 69 P. 95
4.11. Installations de compression du gaz naturel et du biogaz	6.4.1.4 Surpression 6.4.1.7 Isolement et arrêt des installations 6.4.3.4 Station de compression hydrogène	P. 64 P. 69 P. 100
Eau.		
Air - odeurs.		
Déchets.		
Bruit et vibrations.		
Remise en état en fin d'exploitation.		

Figure 3 : Liens entre les chapitres du benchmark station-service et les chapitres de l'arrêté du 07/01/2003 concernant les installations de distribution de gaz naturel ou de biogaz

1.2.2 Clés de lecture du rapport

Dans ce rapport, nous avons identifié et commenté les prescriptions formulées dans les documents de référence analysés. Nous décrivons ici comment sont présentées les prescriptions et notre analyse dans la suite de ce rapport. Celles-ci sont réparties en trois catégories :

- Les prescriptions relatives à la station-service dans sa globalité et les équipements hors zone de distribution ;
- Les distances de sécurité ;
- Les prescriptions spécifiques à la distribution.

Pour chaque chapitre, les mesures de maîtrise des risques sont identifiées par une numérotation spécifique et un code alphabétique.

6.4.1.4 Surpression

Pour la protection de la surpression, plusieurs aspects concernant les emplacements, les soupapes, les disques de rupture, les événements, les capteurs sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.4.1 Généralités

- a) Des moyens suffisants doivent être mis en place pour tester et décharger les équipements sous pression.
- b) Limiter la pression maximale de distribution à 350 bar et la quantité par stockage à 2000 Nm³.

Figure 4 : Exemple de numérotation

L'ensemble des mesures sont ensuite assemblées dans un tableau récapitulatif permettant de faire le lien avec les normes et guides dont elles sont issues. Les sources sont présentées selon leur domaine d'application : international, européen, américain et national. Important : les normes et guides qui ne sont référencés sur les prescriptions identifiées par un code alphabétiques ne sont pas listés.

Qualité de l'hydrogène		a	b	c
Application internationale				
Comité technique/ Norme ISO	FD ISO/TR 15916		x	
Comité technique/ Norme ISO	ISO/TS 20100	x	x	
Application européenne				
Commission européenne/ Handbook	HY APPROVAL WP2	x	x	x
EIGA	IGC Doc 15/06/E		x	

Tableau 2 : Exemple de tableau

Une synthèse reprend les points clés en identifiant les mesures reprises dans plusieurs standards et en mettant en relief les barrières reprises dans les normes ISO.

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des mesures de maîtrise du risque de surpression.

Un premier point est l'obligation d'installer des soupapes et/ou des disques de rupture aux emplacements où de l'hydrogène gaz peut être piégé ou en cas de dilatation thermique. Ces dispositifs doivent être dimensionnés en fonction des équipements/composants présents sur la ligne et prendre en compte les dysfonctionnements de l'installation.

Figure 5 : Extrait d'une synthèse

1.2.3 Synthèse des mesures de maîtrise des risques

Parmi les orientations principales pour les divers composants d'une station-service hydrogène :

Concernant les installations de déchargement, stockage, de compression, de refroidissement, les recommandations formulées par les référentiels étudiés s'apparentent aux mesures de sécurité habituellement adoptées sur des sites industriels manipulant l'hydrogène.

Elles visent en particulier à maîtriser les risques de fuite et d'inflammation de l'hydrogène ainsi que de surpression. Elles font souvent références aux cadres réglementaires et normatifs associés aux directives ATEX, équipements sous pression...

Certaines recommandations sont plus spécifiquement liées aux propriétés de l'hydrogène. Ainsi sont traités le risque de fragilisation ou la nécessité d'éviter le confinement.

Concernant les distances de sécurité, il ressort de l'analyse que les scénarios et les critères pris en compte sont extrêmement variés. Aucun ensemble cohérent de distances de sécurité n'apparaît à partir des divers textes étudiés. Cependant le projet de norme ISO/TS 20100 semble faire consensus en Europe et présente une méthodologie pour calculer les distances de sécurité qui servira de base aux travaux initiés par le CEN TC 268. Elle pourra être une alternative à des distances issues d'une analyse de risques spécifique de chaque installation.

Enfin la zone de ravitaillement fait l'objet d'une attention particulière qui conduit à un développement de mesures de maîtrise des risques innovantes et spécialement adaptées à la distribution d'hydrogène. Par exemple la borne de distribution est munie d'un dispositif anti-arrachement, un arrêt d'urgence qui déclenche en cas de collision... Le protocole de distribution est défini de manière très précise avec un suivi des paramètres clés (la température, la pression...) et repose sur une interface de communication entre le véhicule et la borne de distribution. La charge du réservoir, la température et la pression sont communiquées et vérifiées en permanence par un système de régulation qui optimise les débits et interrompt le chargement automatiquement.

1.3 PRESENTATION DES PROCESSUS D'AUTORISATION D'EXPLOITER

Les réglementations applicables et les processus d'autorisation des stations-service dans les différents pays divergent. L'Allemagne est le seul pays parmi ceux étudiés qui décrit de manière précise dans un guide le processus à suivre pour obtenir l'autorisation d'exploiter d'une station-service hydrogène. Bien qu'écrit spécifiquement pour les stations-service hydrogène, ce guide présente en fait le déroulé général d'un processus d'autorisation et les démarches à suivre. Il permet notamment d'identifier les démarches spécifiques à diverses régions d'Allemagne.

En Allemagne, selon le « Genehmigungsleitfaden für Wasserstoff-Stationen », la Directive IED a été transposée au travers de la Loi Fédérale sur le Contrôle des Pollutions (Bundesimmissionsschutzgesetz - BImSchG). Ce texte et les ordonnances associées définissent les conditions selon lesquelles une installation est soumise à autorisation. Le processus de demandes d'autorisation d'exploiter dépend de la quantité d'hydrogène et de l'existence ou non de production d'hydrogène sur site.

1.3.1 Stockage d'hydrogène

Deux niveaux (haut et bas) définissent trois régimes :

- Sous le niveau bas, les installations ne sont pas soumises à un régime d'autorisation ; un permis de construire et le respect de la réglementation relative aux équipements (exemple : Équipement sous Pression) sont requis.
- Au-delà du niveau bas, les installations sont soumises à une autorisation simplifiée (proche du régime de l'enregistrement), pour lequel une enquête publique n'est pas requise ;
- Au-delà du niveau haut, les installations sont soumises à une autorisation avec procédure complète (incluant enquête publique).

Les installations de stockage d'hydrogène sont listées dans la BImSchG (sous le N° 9.22) :

- Niveau bas : 3 tonnes à 30 tonnes ;
- Niveau haut : 30 tonnes ou plus.

Pour les stations-service sans production d'hydrogène, la procédure dépend donc de la quantité d'hydrogène stockée (**pas d'autorisation, autorisation simplifiée ou autorisation avec procédure complète**) et non des débits.

1.3.2 Production d'hydrogène

Sont également listées les installations de production d'hydrogène gazeux par transformation chimique à échelle industrielle (N°4.1). Les installations sont classées d'office en **régime d'autorisation selon la procédure complète**.

1.3.3 Délais moyens d'obtention d'une autorisation

Selon un industriel en Allemagne, les délais moyens d'obtention d'une autorisation selon les installations sont :

- Borne de distribution et réservoir d'hydrogène liquide de moins de 3 tonnes :
 - Permis de construire (selon le Baugesetzbuch – BauGB : environ 2 mois ;
 - Conformité des équipements (selon le Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV) : environ 4 à 5 mois ;
- Borne de distribution et réservoir d'hydrogène liquide de 3 tonnes à moins de 30 tonnes : autorisation simplifiée (selon BImSchG) : environ 3 mois ;
- Borne de distribution et réservoir liquide de 30 tonnes ou plus : autorisation complète (selon BImSchG) : environ 7 mois ;
- Borne de distribution, réservoir hydrogène avec électrolyseur : autorisation complète (selon BImSchG) : environ 7 mois ;
- Borne de distribution, réservoir hydrogène et reformeur vapeur (Steam-Reformer) : autorisation complète (selon BImSchG) : environ 7 mois ;
- Si la quantité d'hydrogène dépasse 5 tonnes : soumis au Störfall-Verordnung (StörfallV).

1.3.4 Site de référence

Un site internet consacré au processus d'autorisation d'exploiter en donnant les contacts par Land est mis en place en Allemagne <http://www.h2-genehmigung.de>.

GLOSSAIRE ET DEFINITION

Binôme : Système associant, dans les manœuvres dangereuses, une personne chargée d'accomplir une tâche requise à un observateur à l'abri dans une zone sécurisée.⁶

Borne de distribution : Installation d'une station-service qui délivre du gaz pressurisé au véhicule.⁴

Clapet anti-retour : Clapet réagissant à la pression différentielle et permettant l'écoulement dans une seule direction.⁶

Confinement : Isolement physique qui suffit à influencer le processus de combustion.⁶

Cryogénique : Condition impliquant une très basse température (inférieure au point d'ébullition dans l'atmosphère et d'environ 120K).⁶

Dispositif anti-arrachement : Dispositif installé sur le flexible de distribution qui se dissocie quand une tension donnée est exercée et arrête l'approvisionnement en hydrogène pour prévenir les fuites de gaz et protéger la borne de distribution des dégâts provenant du redémarrage d'une voiture.⁴

Espace mort : Volume qui manque au remplissage de liquide dans un récipient de stockage.⁶

Dispositif de protection contre les surpressions : Dispositif élémentaire de sécurité destiné, dans un système à empêcher la pression de dépasser la pression de service maximale admissible⁶

Flexible : Dispositif connecté au système de distribution du carburant qui permet une connexion et déconnexion rapide au système d'approvisionnement du carburant vers le véhicule ou le réservoir de stockage.⁷

Fragilisation par l'hydrogène : Modifications indésirables et nuisibles, des propriétés physique d'un métal qui peuvent être induites par de l'exposition à l'hydrogène.⁶

Hydrure : Composé dans lequel l'hydrogène est combiné à d'autres éléments.⁶

Pression de service maximale autorisée : Pression manométrique maximale admissible dans un récipient de stockage (à sa partie supérieure) ou un réseau de tuyauteries, pour une température donnée.⁶

Réceptacle : Dispositif connecté à un véhicule ou un système de stockage qui reçoit le flexible de distribution et permet le transfert de carburant.⁸

⁶ ISO/TR 15916 Considérations fondamentales pour la sécurité des systèmes à l'hydrogène

⁷ ISO 17268 Dispositifs de raccordement pour le ravitaillement des véhicules terrestres en hydrogène gazeux

⁸ SAE J2799 Surface vehicle standard

Refroidissement : Procédé qui refroidit l'hydrogène avant la distribution. ⁴

Réservoir tampon : Réservoir pressurisé qui peut être positionné entre un générateur d'hydrogène et un compresseur alimenté à flux constant de gaz ou entre le compresseur et la borne de distribution pour accumuler le gaz pressurisé à fournir au véhicule. ⁹

Surpression : - Dans une onde de choc, pression supérieure à la pression atmosphérique.

- Dans une structure de confinement, pression supérieure à la pression de service maximale admissible de la structure de confinement. ⁶

Système de distribution : Système comprenant tous les équipements nécessaires pour réaliser l'alimentation du véhicule, en aval du système fournissant l'hydrogène. ⁴

Système pour purifier l'hydrogène : Équipement qui permet le retrait d'oxygène, d'humidité et autres impuretés contenu dans l'hydrogène. ⁴

TPN : Température égale à 293.15 K et pression absolue de 101,325 kPa. ⁶

⁹ ISO/TS 20100 Carburant hydrogène gazeux – Stations-service

2. INTRODUCTION

2.1 CONTEXTE DE L'ETUDE

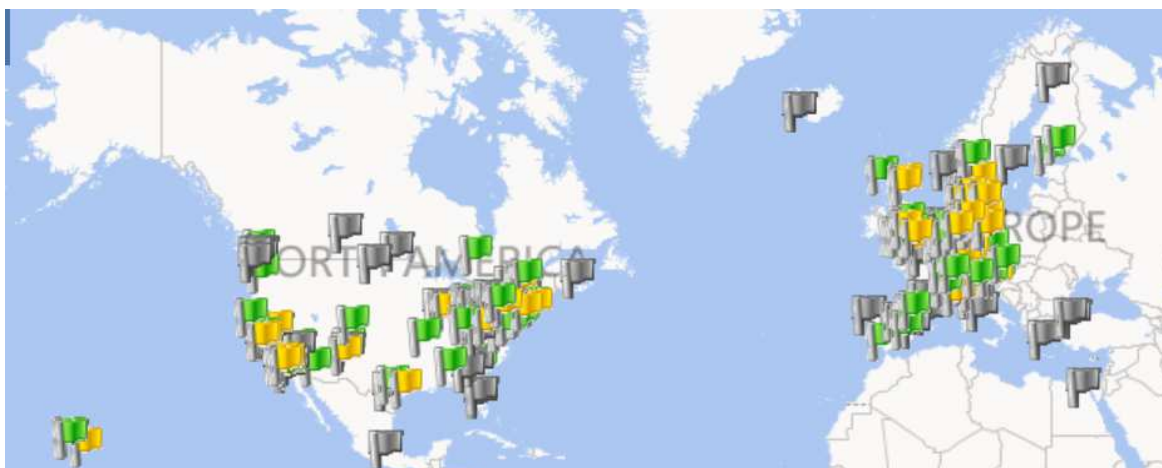
L'INERIS réalise, pour divers secteurs d'activité, des études comparatives des réglementations, guides professionnels et normes applicables dans d'autres pays. L'objectif est la mise en évidence des pratiques des autres pays dans le domaine de la prévention ou limitation des accidents majeurs sur les installations étudiées.

Le présent rapport concerne les stations-service hydrogène et vise à répondre notamment aux interrogations suivantes :

- **Quelles sont les sources de référence (réglementations ou guides), existantes ou en cours de développement, fixant des règles pour la conception et l'exploitation des stations-service hydrogène ? Quelles sont les pratiques issues de ces documents ? En particulier :**
 - **Quelles sont les mesures prises pour prévenir ou réduire les effets d'un incendie ou d'une explosion ?**
 - **Existe-t-il des distances de sécurité sur la localisation des stations-service hydrogènes vis-à-vis d'autres installations ?**
- **Quelles sont les procédures d'autorisation et les organismes en charge du processus ?**

Le benchmark est ciblé sur des pays ayant déjà des stations-service hydrogène et une réglementation associée :

- les USA (la Californie) ;
- le Royaume-Uni;
- l'Allemagne;
- l'Italie;
- le Canada;
- la Suède;
- le Norvège;
- le Danemark;
- l'Espagne.



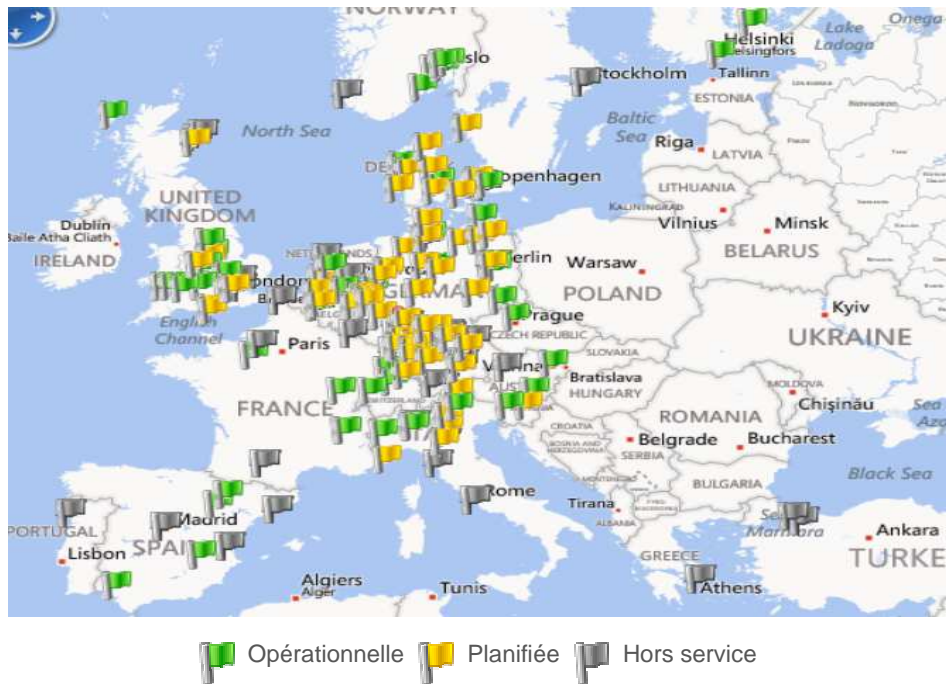


Figure 6 : Cartes des stations-service hydrogène présentes sur l'ensemble de la zone étudiée par le benchmark et en Europe¹⁰

Les informations figurant dans ce rapport sont issues :

- d'une analyse bibliographique de documents réglementaires, de normes et de guides professionnels dans les neuf pays ;
- d'informations collectées au cours d'une enquête réalisée sur la base d'un questionnaire envoyé à des contacts :
 - du réseau Hysafe (International Association for Hydrogen Safety) ;
 - des autorités compétentes dans les différents pays ;
 - des industriels exploitants et fournisseurs de stations-service.

Le questionnaire diffusé aux différents contacts est disponible en Annexe 1 (Réf : INERIS-DRA-14-141532-03037A). Des retours de 7 pays et un retour d'un consortium industriel en Allemagne appelé le CEP (Clean Energy Partnership) ont été obtenus. L'Allemagne est le pays ayant majoritairement répondu.

Le présent rapport ne garantit pas l'exhaustivité des sources documentaires. Il présente cependant un panorama assez large des sources existantes comme l'ont confirmé les réponses au questionnaire.

¹⁰ www.netinform.net

2.2 CHAMP DES INSTALLATIONS CONCERNEES

Le champ des installations étudié concerne les composants suivants:

- le poste de déchargement des camions ;
- le stockage d'hydrogène comprimé ou liquéfié (le stockage peut être fixe ou être constitué de semi-remorques) ;
- le poste de compression ;
- le stockage tampon haute pression ;
- le poste de refroidissement ;
- la zone de distribution pour les véhicules (bus ou véhicules).

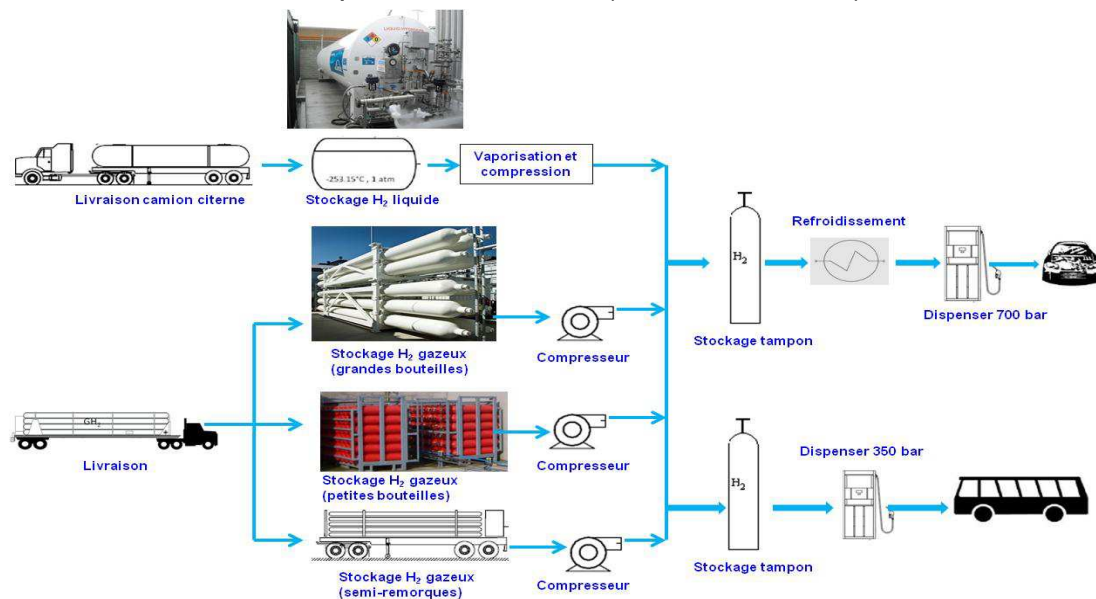


Figure 7: Les différents types de configurations d'hydrogène de la station-service

Le champ des installations ne prend pas en compte :

- la fabrication d'hydrogène ;
- le stockage sous forme d'hydrure ;
- la livraison en pipeline ;
- les véhicules.

Seules les stations de distribution de gaz sont considérées car la technologie des véhicules alimentés par hydrogène cryogénique ne s'est pas développée.

2.3 ORGANISATION DU RAPPORT

Le rapport présente les résultats de l'étude comparative sous deux formes.

Dans une première partie sont reprises les mesures de maîtrise des risques à la fois techniques et opérationnelles. Cette partie est rédigée pour fournir dans un premier temps l'ensemble des mesures décrites dans les référentiels puis dans un deuxième temps une synthèse des éléments importants.

Dans une seconde partie, sont décrits les processus d'autorisations d'exploiter pour chaque pays.

Le rapport s'emploie donc à :

- Chapitre 3 : décrire la typologie des stations ;
- Chapitre 4 : analyser les retours d'expérience ;
- Chapitre 5/6 : présenter et analyser les prescriptions requises et les pratiques ;
- Chapitre 7 : comparer les démarches pour l'autorisation d'exploiter ;
- Chapitre 8 : conclure et faire une synthèse des prescriptions.

Les annexes suivantes sont présentées :

- Annexe 1 : Présentation du questionnaire
- Annexe 2 : Rappel sur l'élaboration des normes
- Annexe 3: Présentation d'un programme de maintenance type

3. STATIONS-SERVICE HYDROGENE

Dans un premier temps nous présentons les propriétés dangereuses de l'hydrogène. Puis nous comparons ses propriétés aux autres carburants. Enfin nous présentons les différents composants d'une station-service.

3.1 PROPRIETES DE L'HYDROGENE

3.1.1 Propriétés fondamentales au niveau sécurité

Les risques à prendre compte sont principalement liés aux caractéristiques physico-chimiques de ce gaz.

L'hydrogène est un gaz léger, à forte diffusivité, extrêmement inflammable et présentant un domaine d'explosibilité étendu, ce qui en fait un produit réputé dangereux. Dans les conditions normales de température et de pression (15°C et pression atmosphérique), l'hydrogène est gazeux, incolore, inodore et non toxique. Le tableau ci-après rassemble certaines caractéristiques physico-chimiques d'inflammabilité et d'explosivité de l'hydrogène.

Propriété	Valeur
Chaleur de combustion [kJ/g]	119,93 (valeur inférieure), 141,86 (valeur supérieure)
Limites d'explosivité, en fraction volumique, [%] (dans l'air à TPN)	4,0 à 75
Limites de détonabilité, en fraction volumique, [%] (dans l'air à TPN)	18,3 à 59
Composition stœchiométrique dans l'air, en fraction volumique, [%]	29,53
Température d'auto-inflammation, [K]	858
Énergie d'inflammation (minimale) pour une inflammation dans l'air, [MJ]	0,017
Vitesse de combustion dans l'air à TPN ¹¹ , [m/s]	2,65 à 3,25
Vitesse de propagation de la détonation dans l'air à TPN ¹¹ , [m/s]	1480 à 2150
Énergie d'explosion (puissance explosive théorique), [g TNT/g H ₂] [kg TNT/m ³ à TPN de GH ₂]	~ 24 2,02

Tableau 3 : Caractéristiques physiques de l'hydrogène¹²

¹¹ TPN : température égale à 293.15 K et pression absolue de 101,325 kPa.

¹² Veille technologie et évaluation des risques sur les procédés de stockages hydrogène- Rapport d'étude INERIS DRA-13-125497-00405A

3.1.2 Comparaison avec d'autres carburants

3.1.2.1 Comparatifs des apports énergétiques

En comparaison avec d'autres carburants, l'hydrogène a la plus haute densité énergétique massique.

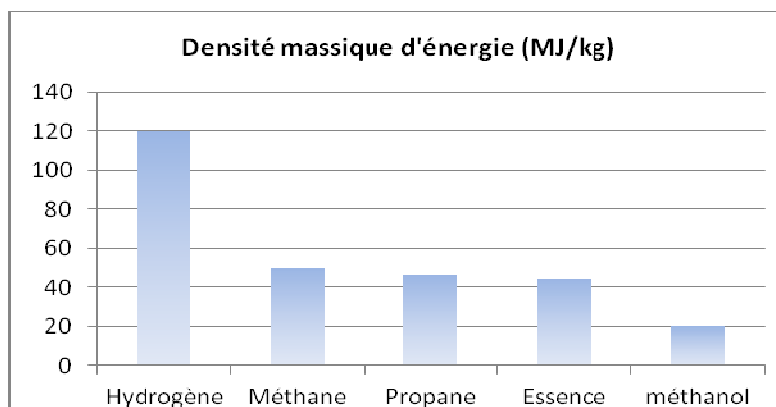


Figure 8: Densité massique d'énergie par carburant¹³

Par conséquent, la masse de carburant requise pour délivrer une énergie donnée est réduite quand l'hydrogène est utilisé. Cette propriété est intéressante dans le domaine aérospatial où il est nécessaire de maîtriser le poids total des équipements. En revanche la densité volumique de l'hydrogène est très faible

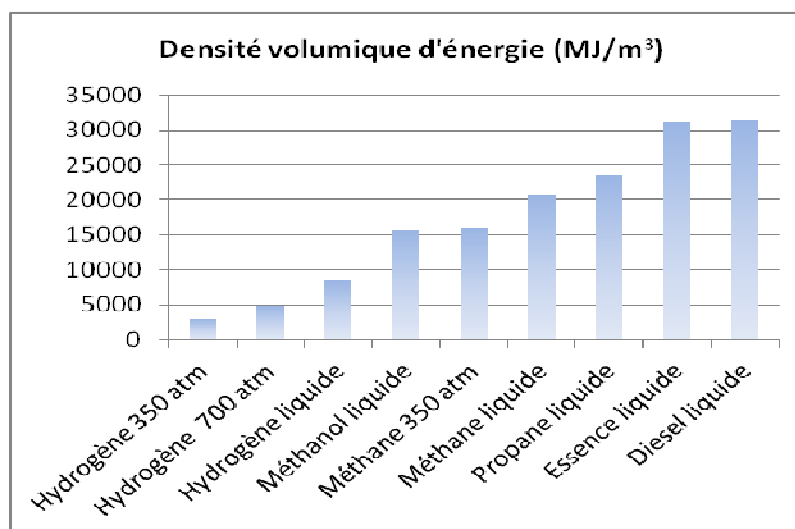


Figure 9 : Densité volumique d'énergie par carburant¹³

Pour mettre ces chiffres en perspectives, 50 litres d'essence est équivalent à 460 litres d'hydrogène comprimé à 350 bar ou à 340 litres de d'hydrogène comprimé à 700 bar ou à 185 litres d'hydrogène liquide.

Dans le futur, l'hydrogène embarqué pourra être adsorbé dans des matériaux solides (ex. hydrures métalliques) afin d'améliorer la densité énergétique et éviter le stockage d'hydrogène à haute pression ou cryogénique.

¹³ WP2 Hyapproval – Handbook for Hydrogen Refuelling Station Approval

3.1.2.2 Comparatifs des caractéristiques au niveau sécurité

Le tableau ci dessous compare les propriétés d'inflammation et de combustion de l'hydrogène à celles d'autres combustibles de type commun.

Propriétés	unités	hydrogène	méthane	propane	essence
Limite inférieure d'inflammabilité (TPN)	% vol.	4,0	5,3	1,7	1,0
Limite supérieure d'inflammabilité (TPN)	% vol.	75,0	17,0	10,9	6,0
Température d'auto-inflammation	°C	585	537	450	215
Énergie minimale d'inflammation dans l'air	mJ	0,017	0,274	0,24	0,24

Tableau 4 : Propriétés d'inflammation et de combustion de mélanges à 25 °C et 101,3 kPa pour certains combustibles¹⁴

Les données disponibles nous indiquent plus particulièrement que:

- l'hydrogène se disperse plus rapidement dans l'air que les combustibles traditionnels (méthane) compte tenu de sa légèreté et de son aptitude à diffuser. Cette propriété peut avoir pour effet (en milieu ouvert) de diluer rapidement le mélange explosif en deçà de la LIE ;
- en raison de sa petite taille moléculaire, l'hydrogène a une viscosité très faible et donc un taux de fuite plus important par rapport des autres gaz inflammables à pression et température égale ;
- l'énergie minimale d'inflammation à la stœchiométrie est nettement plus faible que pour le gaz naturel ou le propane ;
- la flamme d'hydrogène rayonne peu et est quasiment invisible à la lumière du jour,
- la vitesse de la combustion est environ 7 fois plus rapide que celle du méthane et donc la transition d'une déflagration vers une détonation est plus probable pour l'hydrogène ;
- le mélange air-hydrogène s'enflamme plus facilement et tend à former un nuage explosif plus étendu que les autres gaz mais il se dissipe aussi plus rapidement.

¹⁴ Issue de la norme ISO/TR 15916 :2004

3.2 STATIONS-SERVICE HYDROGENE : DEVELOPPEMENT ET FONCTIONNEMENT

Pour introduire les stations-service, nous présentons d'abord quelques données sur les stations-service existantes recensées sur la base de données h2stations.org afin de rappeler le contexte et les installations mises en place. Ensuite, nous proposons un parallèle entre les résultats de ce benchmark et les observations effectuées dans le cadre d'une étude de 3 stations-service utilisées en 2013 dans le cadre du programme DRA-95.

3.2.1 LES STATIONS-SERVICE EN QUELQUES CHIFFRES

Les informations sont issues pour la grande majorité du site h2stations.org. L'étude porte sur 42 stations-service européennes mises en service entre 2010 et 2013. Cette étude n'est pas exhaustive mais permet de dresser un premier état des lieux des stations-service en Europe.

3.2.1.1 APPROVISIONNEMENT/ PRODUCTION

De nos jours, plusieurs modes d'approvisionnement en hydrogène sont couramment utilisés :

- la livraison sous forme liquide ;
- la livraison sous forme gazeuse ;
- la production sur place grâce à une électrolyse ;
- la production sur place grâce à du vaporeformage ;
- l'approvisionnement par pipelines.

En Europe, l'approvisionnement s'établit de manière équitable avec 50% de production et 50% par livraison. Le procédé de production qui se détache est la production par électrolyse avec 47% des modes d'approvisionnement. En ce qui concerne la livraison, une majorité (38% des modes d'approvisionnement) se fait sous forme gaz. Les livraisons sous forme liquide ou par pipeline restent marginales.

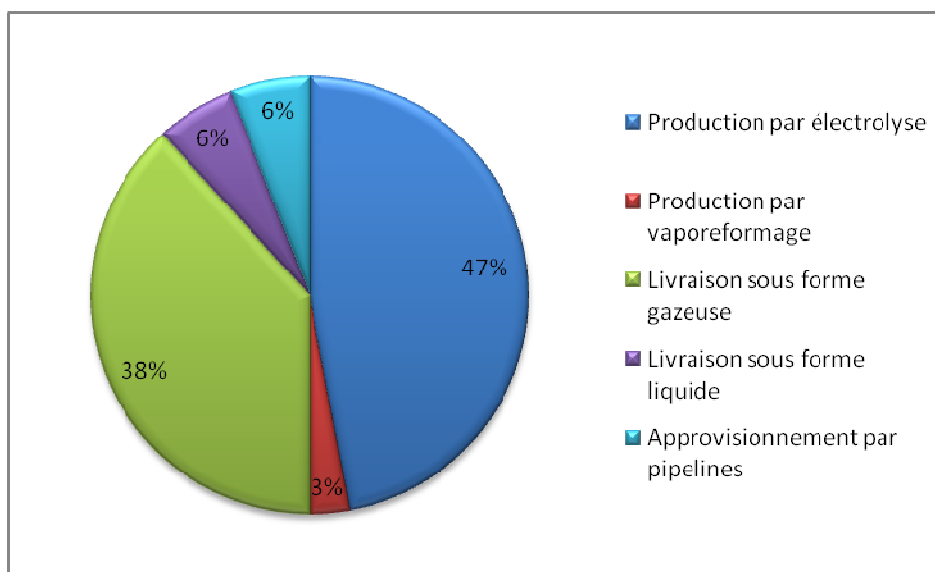


Figure 10 : Répartition des différents modes d'approvisionnement

3.2.1.2 TYPES DE STOCKAGE DANS LA STATION

Après livraison ou production, et avant le remplissage des véhicules, l'hydrogène doit être stocké. Deux solutions sont possibles :

- stocker sous forme liquide
- stocker sous forme gazeuse

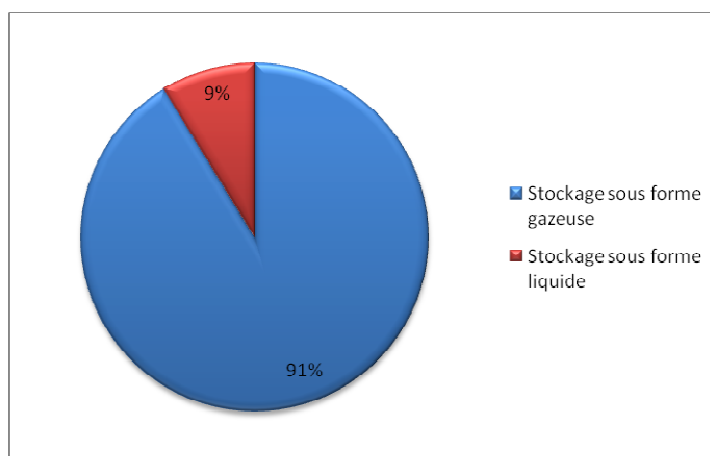


Figure 11 : Répartition du stockage d'hydrogène

La majorité du stockage se fait sous forme gazeuse.

D'autres méthodes sont en théories envisageables, comme le stockage sous forme solide. En 2013, un démonstrateur a été implanté sur l'aéroport Schönefeld de Berlin. Cette technique ne semble pas appelée à se développer pour le stockage en station-service. Ce démonstrateur a comme objectif de montrer la variété des technologies de production de l'hydrogène mais n'est pas viable économiquement dans le domaine des stations-service.

3.2.1.3 TYPES DE VEHICULES APPROVISIONNES

Les stations auxquelles nous nous sommes intéressés peuvent approvisionner deux types de véhicules : les voitures et les bus. Les stations-service approvisionnent soit les voitures, soit les voitures, soit les deux véhicules avec la répartition suivante :

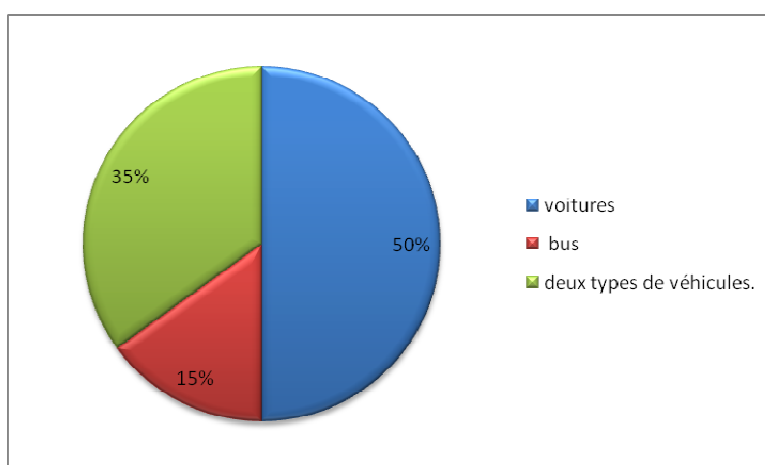


Figure 12 : Répartition des véhicules approvisionnés

3.2.1.4 CAPACITES D'APPROVISIONNEMENT

Les réservoirs présentent des capacités différentes en fonction des véhicules:

- un réservoir de voiture stocke 5 à 6 kg d'hydrogène ;
- un réservoir de bus stocke 40 à 50 kg d'hydrogène.

Les stations-service délivrent des quantités variées pouvant aller de 5 à 1250 kg d'hydrogène par jour.

Les quantités délivrées restent dans l'ensemble faibles avec 46% des stations-service qui délivrent moins de 100kg d'hydrogène par jour. Les stations-service hydrogène sont encore pour une majorité à un stade de pilote.

3.2.1.5 STATUT DES STATIONS-SERVICE

Les stations-service sont soit à caractère public ou privé. La majorité (77% des stations-service) sont publiques.

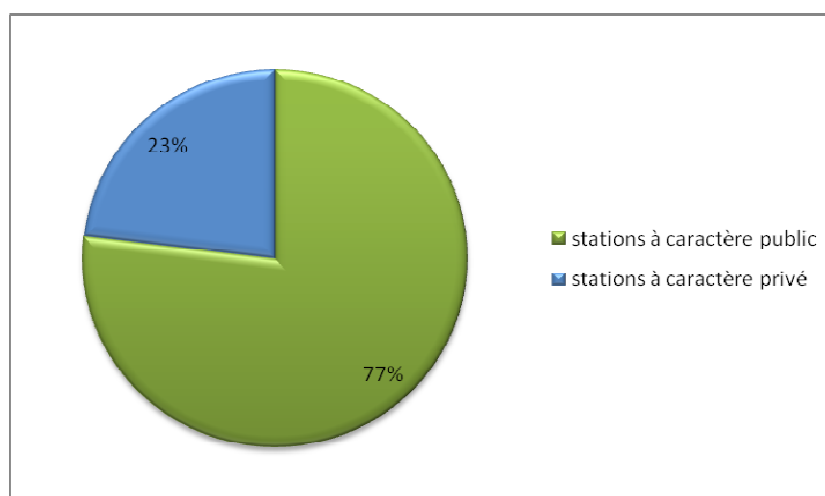


Figure 13 Répartition par statut des stations-service

3.2.1.6 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

Pour l'ensemble des stations d'hydrogène européennes, il est possible de discerner des technologies qui sont très clairement préférées à d'autres par les industriels (principalement pour des raisons de coûts et de faisabilité).

Ainsi, il est courant de produire son propre hydrogène à partir d'une électrolyse, ou de se le faire livrer sous forme de gaz.

Ce sont le plus souvent des voitures qui sont réapprovisionnées par les stations, majoritairement publiques.

Concernant la capacité des stations, il est difficile de généraliser mais il ressort que les quantités délivrées restent faibles et inférieures à 100kg d'hydrogène par jour.

3.2.2 PARALLELE AVEC LE RAPPORT ISSU DU DRA-95

Une précédente étude a été réalisée dans le cadre du programme DRA-95. Le rapport associé est intitulé '**Étude technique sur trois types de stations-service d'hydrogène et analyse préliminaire de risques**' (référence : DRA-14-133553-00739A). Cette étude décrit trois stations-service dont les caractéristiques sont détaillées ci-dessous :

	TOTAL	AIR LIQUIDE	SHELL
Approvisionnement	Camion semi remorque H ₂ G	Camion semi remorque H ₂ G	Camion H ₂ L
Type de stockage sur site	Gazeux en bouteille	Gazeux en bouteille	Liquide en réservoir cryogénique
Quantité d'hydrogène stocké	140 kg à 200 bar	240 kg à 200 bar 150 kg à 420 bar et 850 bar	1,25 tonne
Types de véhicule	Voiture	Voiture et bus	Voiture et bus
Pression de service	700 bar	350 et 700 bar	350 et 700 bar
Capacité de distribution	20 VL/j	50VL/j	200VL/j
Nombre de dispenser	1	2	2

Tableau 5 : Récapitulatif des spécifications des 3 stations-service étudiées (DRA-95)

Les gammes rencontrées sont caractéristiques de ce que l'on est susceptible de trouver en France dans les années à venir. Des capacités supérieures sont possibles en cas de fort développement de la filière.

Ce rapport comporte une analyse des risques de ces stations-service sur les installations suivantes :

- approvisionnement en hydrogène (livraison ou production sur place) ;
- stockage (gaz ou liquide) ;
- système de compression ;
- système de refroidissement ;
- stockage tampon ;
- borne de distribution.

Il comporte également un descriptif de différentes barrières de sécurité rencontrées sur ces stations.

4. RETOUR D'EXPERIENCE

4.1 L'ACCIDENTOLOGIE

Concernant le retour d'expérience, le rapport DRA-14-133553-00739A intitulé '**Étude technique sur trois types de « stations-service d'hydrogène et analyse préliminaire de risques**' réalisé en 2014 a recensé 22 dysfonctionnements sur des stations hydrogène sur les années 2004 à 2013 et a réalisé une analyse détaillée des causes et conséquences de ceux-ci. Les principales conclusions sont:

- près de la moitié des incidents ont pour conséquence principale des **fuites d'hydrogène** ;
- 82% des dysfonctionnements connus n'ont pas eu de conséquence sérieuse sur les infrastructures ou les personnes ;
- les incidents recensés sont dus à des **dysfonctionnements d'équipement** (46% des cas traités) et d'origine humaine ou organisationnelle (54% des cas traités) (**non respect des procédures et erreurs de manipulation ou de design sur les installations**) ;
- 68% des problèmes recensés sont produits sur les **bornes de distribution d'hydrogène** aux consommateurs (en particulier le tuyau et les vannes) ;
- le compresseur est responsable d'environ 15% des dysfonctionnements.

Dans le questionnaire envoyé dans le cadre du présent benchmark, une question traitait également du retour d'expérience. Elle a permis d'identifier un autre accident près de Frankfort. L'accident est dû au choc d'un véhicule sur une borne de distribution. La cause est liée à une erreur de manipulation et de conception sur l'installation (deuxième cause d'accident précédemment identifiée après le dysfonctionnement ou la défaillance d'équipements). Les conséquences sont des dégâts matériels au niveau de la borne mais on notera l'absence d'impact au niveau humain. Cet accident ne remet pas en cause les principaux enseignements tirés du REX du rapport DRA-14-133553-00739A.

4.2 LES BASES DE DONNEES

Concernant les bases de données, les personnes ayant répondu au questionnaire mentionnent la base de données citée dans le rapport DRA-14-133553-00739A qui est le site du **h2incidents.org** et la base de données **HIAD (Hydrogen Incidents and Accidents Database)** établie dans le projet européen Hysafe qui est sur le site <https://odin.jrc.ec.europa.eu>.

Une deuxième base a également été identifiée comme intéressante. Il s'agit de la **base du CEP** (Clean Energy Partnership). Celle-ci a été créée par des industriels fabricants ou utilisateurs de stations-service en Allemagne. Elle a été évoquée dans deux questionnaires. Cette base est néanmoins privée et accessible seulement aux partenaires du consortium.

La base du BARPI n'enregistre pas encore d'accidents sur des stations-service hydrogène.

5. PRESENTATION DE LA REGLEMENTATION, DES NORMES, GUIDES ET AUTRES DOCUMENTS DE REFERENCE

5.1 PRESENTATION DE LA REGLEMENTATION, DES NORMES OU GUIDES GENERAUX

Les textes présentés dans ce chapitre sont issus:

- d'une analyse bibliographique de documents réglementaires, de normes et de guides professionnels;
- d'informations collectées au cours d'une enquête réalisée sur la base d'un questionnaire.

Les exigences concernant les stations-service proviennent de sources variées :

- les réglementations générales telles que des directives européennes (directives concernant les atmosphères explosives, les équipements sous pression...);
- les normes internationales ISO spécifiques aux stations-service et spécifiques à certains composants tels que les réservoirs cryogéniques ou la distribution d'hydrogène ;
- les normes ou guides spécifiques à un pays ou à une association d'industriels.

Le panorama des sources applicables aux stations-service hydrogène est donc très étendu et concerne un grand nombre d'exigences. Il a donc été choisi de prioriser les sources selon deux critères :

- la spécificité des textes par rapport aux stations-service hydrogène ;
- le caractère de référence du texte (ex la ISO/TS 20100 qui est citée dans de nombreux guides ou normes de références).

Les sources détaillées et analysées dans la suite de ce benchmark sont surlignées dans ce chapitre en bleu.

Il a été choisi de présenter dans un premier temps les sources internationales, européennes, nationales et celles issues d'association d'industriels puis les sources spécifiques à un composant de l'installation.

5.1.1 Textes ayant une portée internationale

Différentes normes ont été éditées concernant :

- l'hydrogène ;
- les stations-service ;
- certaines installations de la station-service (réservoirs cryogéniques, distribution).

Ces normes sont principalement internationales avec différentes spécificités (TS/TR/AWI...) qui sont rappelées en Annexe 2. Certaines normes ont été déclinées en version européenne (EN) ou française (NF). Dans ce cas là, seul ces versions sont référencées dans le tableau.

Les tableaux ci-dessous décrivent chaque norme par son numéro d'identification et son libellé.

5.1.1.1 Texte général relatif à la sécurité des systèmes à l'hydrogène

L'organisation internationale de normalisation (ISO) a émis un rapport technique, ISO-15916 :2006 concernant l'utilisation de l'hydrogène en phase gaz et liquide. Il identifie les questions fondamentales relatives à la sécurité et aux risques, et liées à la mise en œuvre de l'hydrogène.

Norme	Nom de la norme
FD ISO/TR 15916 Juin 2006	Considérations fondamentales pour la sécurité des systèmes à l'hydrogène

5.1.1.2 Texte spécifique aux stations-service

Plus spécifiquement pour les stations-service hydrogène, il existe les recommandations techniques de l'ISO/TS 20100 qui seront remplacées par l'ISO 19880 actuellement en discussion ; le tableau ci-dessous identifie les différents groupes de travail et les références de l'ISO/TS 20100 et ISO/AWI 19880:

Norme	Nom de la norme
ISO/TS 20100:2011	Carburant hydrogène gazeux – Stations-service
ISO/AWI 19880-1	Carburant hydrogène gazeux – Stations-service Partie 1 : Exigences générales
ISO/AWI 19880-2	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 2 : Distribution
ISO/AWI 19880-3	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 3 : Soupapes
ISO/AWI 19880-4	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 4 : Compresseurs
ISO/AWI 19880-5	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 5 : Tuyauterie
ISO/AWI 19880-6	Carburant hydrogène gazeux - Stations-service -Partie 6 : Raccords

5.1.1.3 Textes spécifiques à certaines installations de la station-service

5.1.1.3.1 *Textes spécifiques aux stockages*

Concernant le stockage d'hydrogène, les normes se divisent en deux catégories selon qu'elles traitent du stockage d'hydrogène liquide (cryogénique) ou gaz.

5.1.1.3.1.1 Stockage d'hydrogène cryogénique

Plusieurs normes européennes et internationales s'appliquent aux réservoirs cryogéniques. Elles sont harmonisées avec la directive des équipements sous pression.

Ci-dessous un extrait des principales normes :

Norme	Nom de la Norme
<i>Générales</i>	
ISO 21009-1:2008	Réceptacles cryogéniques - Réceptacles isolés sous vide statiques - Partie 1: Exigences de conception de fabrication, d'inspection, et d'essais
ISO 21009-2:2006	Réceptacles cryogéniques - Réceptacles fixes isolés sous vide - Partie 2: Exigences de fonctionnement (projet en cours)
<i>Choix des matériaux</i>	
NF EN 1252-1 :1998	Réceptacles cryogéniques - Matériaux - Partie 1 : exigences de ténacité pour les températures inférieures à moins 80 degrés Celsius
NF EN 1252-2 : 2001	Réceptacles cryogéniques - Matériaux - Partie 2 : exigences de ténacité pour les températures entre -80 °C et -20 °C
<i>Vannes</i>	
NF EN 1626 :2008	Réceptacles cryogéniques - Robinets pour usage cryogénique
<i>Pompe</i>	
ISO 24490 :2005	Réceptacles cryogéniques - Pompes pour service cryogénique
<i>Tuyauteries et flexibles</i>	
ISO 21012:2006	Réceptacles cryogéniques - Tuyaux
<i>Compatibilité entre gaz et matériaux</i>	
NF EN 1797 : 2011	Réceptacles cryogéniques - Compatibilité entre gaz et matériaux
<i>Dispositifs de protection contre les surpressions</i>	
NF EN 13648-1 :2009	Réceptacles cryogéniques - Dispositifs de protection contre les surpressions - Partie 1 : soupapes de sûreté pour service cryogénique
NF EN 13648-2 :2002	Réceptacles cryogéniques - Dispositifs de protection contre les surpressions - Partie 2 : dispositif de sécurité à disque de rupture pour service cryogénique
NF EN 13648-3 :2002	Réceptacles cryogéniques - Dispositifs de protection contre les surpressions - Partie 3 : détermination du débit à évacuer - Capacité et dimensionnement

5.1.1.3.1.2 Stockage sous forme gaz

Les récipients d'hydrogène gaz sous pression tel que le réservoir tampon doivent être fabriqués en suivant la norme:

Norme	Nom de la Norme
ISO 16528-1: 2007	Chaudières et récipients sous pression -Partie 1 exigences de performance

Les dispositifs de sécurité contre la surpression suivent les exigences suivantes:

Norme	Nom de la Norme
NF EN ISO 4126-1: 2013	Dispositifs de sécurité pour protection contre les pressions excessives - Partie 1 : soupapes de sûreté
NF EN ISO 4126-2: 2003	Dispositifs de sécurité pour la protection contre les pressions excessives - Partie 2 : dispositifs de sûreté à disque de rupture

L'ISO/DIS 15399 prend en compte les bouteilles et tubes pour stockage stationnaire.

Norme	Nom de la Norme
ISO/DIS 15399: 2012	Hydrogène gazeux - Bouteilles et tubes pour stockage stationnaire

L'ISO 11114-1:2012 prend en considération les bouteilles à gaz composites, métalliques soudées, métalliques sans soudure et leurs robinets utilisées pour contenir des gaz comprimés, liquéfiés et dissous.

Norme	Nom de la Norme
ISO 11114-: 2012	Bouteilles à gaz - Compatibilité des matériaux des bouteilles et des robinets avec les contenus gazeux - Partie 1: matériaux métalliques

5.1.1.3.2 *Textes spécifiques a la distribution*

L'organisation internationale des standards a émis la norme ISO 17268 :2012 sur la distribution d'hydrogène gaz en évoquant la conception, la sécurité et mise en œuvre du procédé.

Norme	Nom de la norme
ISO 17268 : 2012	Dispositifs de raccordement pour le ravitaillement des véhicules terrestres en hydrogène gazeux

5.1.2 Textes spécifiques en Europe

Les textes spécifiques en Europe se répartissent en deux parties :

- Les directives
- Les guides

5.1.2.1 Directives

5.1.2.1.1 *Directives générales*

En Europe, les concepteurs et exploitants de stations-service doivent s'assurer de l'application des directives européennes. Ces directives ne seront pas détaillées dans ce rapport car elles présentent des mesures génériques. Ce rapport se focalise sur les mesures spécifiques aux stations-service. Ce choix n'enlève néanmoins rien à l'importance et l'obligation d'appliquer ces mesures.

Directive	Nom de la directive
2014/34/UE	Directive 2014/34/UE du 26 février 2014 relative à l'harmonisation des législations des États membres concernant les appareils et les systèmes de protection destinés à être utilisés en atmosphères explosibles
97/23/CE	Directive 97/23/CE du 29 mai 1997 relative au rapprochement des législations des États membres concernant les équipements sous pression
1999/36/CE	Directive 1999/36/CE du 29 avril 1999, relative aux équipements sous pression transportables
1999/92/CE	Directive 1999/92/CE du 16 décembre 1999 concernant les prescriptions minimales visant à améliorer la protection en matière de sécurité et de santé des travailleurs susceptibles d'être exposés au risque d'atmosphères explosives
2004/108/CE	Directive 2004/108/CE du 15 décembre 2004 relative au rapprochement des législations des États membres concernant la compatibilité électromagnétique et abrogeant la directive 89/336/CEE
2006/95/CE	Directive 2006/95/CE du 12 décembre 2006 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives au matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension
2006/42/CE	Directive 2006/42/CE du 17 mai 2006 relative aux machines et modifiant la directive 95/16/CE

La conformité CE est obligatoire en Europe. Les stations-service hydrogène font appel à plusieurs directives notamment les directives machine- 2006/42/CE, basse tension – 97/23/CE les équipements sous pression – 90/396/CEE, équipement ATEX -2014/34/UE citées dans le tableau ci-dessus. Selon la directive concernée, l'examen de mise en conformité relève de l'auto certification ou doit être délivré par un organisme notifié à l'issue du contrôle.

5.1.2.1.2 Directive spécifique aux carburants de substitution

Une proposition de directive prévoit de développer une infrastructure pour carburants de substitution dans les Etats membres de l'Union Européenne. Cette proposition tente de déterminer s'il y a lieu d'instaurer des mesures notamment pour les stations-service hydrogène.

Directive proposée	Nom de la directive
Texte déposé au Sénat le 07/02/2013 Examen par la commission des affaires européennes le 21/03/2013	Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants de substitution

L'article 5 intitulé alimentation en hydrogène pour les transports reprend ainsi des mesures telles que :

- veiller à ce qu'un **nombre suffisant de points de ravitaillement** ouverts au public, espacés au maximum de 300 km, soient disponibles au plus tard le 31 décembre 2020 pour permettre la circulation de véhicules à hydrogène
- la conformité aux spécifications techniques fixées au point 2 de l'annexe III.

Le point 2 de l'annexe III reprend donc les spécifications techniques pour les points de ravitaillement en hydrogène pour véhicules à moteur. Ces spécifications sont :

- la **conformité des points de ravitaillement en hydrogène** à la norme EN correspondante, qui doit être adoptée d'ici 2014, et, en attendant sa publication, avec les spécifications techniques de la spécification **ISO/TS 20100:2008** sur les stations-service distribuant de l'hydrogène gazeux.
- la **conformité de la pureté de l'hydrogène** à la norme EN correspondante, qui doit être adoptée d'ici 2014, et, en attendant sa publication, avec les spécifications techniques incluses dans la norme **ISO 14687-2**.
- **La conformité des algorithmes et équipements de remplissage** à la norme EN correspondante, qui doit être adoptée d'ici 2014, et, en attendant sa publication, avec les protocoles de remplissage pour les véhicules utilitaires légers utilisant de l'hydrogène gazeux de la norme **ISO 20100**.
- **La conformité des connecteurs de véhicules** à la norme EN correspondante, qui doit être adoptée d'ici 2014, et, en attendant sa publication, avec la **norme ISO 17268** relative aux dispositifs de raccordement pour le ravitaillement des véhicules terrestres en hydrogène gazeux.

5.1.2.2 Guides européens

5.1.2.2.1 Guides de l'union européenne

Le projet Hyapproval est un projet financé par l'union européenne. Son objectif était la rédaction d'un guide technique et réglementaire pour assister l'administration, les entreprises et organisations dans la mise en place et la gestion d'une station-service hydrogène. Ce référentiel n'a pas de caractère obligatoire et permet de faire un bilan sur les mesures de maîtrise des risques demandées et les demandes d'autorisations en 2008.

Guide	Nom du guide
HY APPROVAL WP2 04/06/2008	Handbook compilation- Handbook for hydrogen refueling station Approval

5.1.2.2.2 Guides professionnels européens

5.1.2.2.2.1 Guide général

L'association européenne des industriels du gaz (EIGA) a émis un guide IGC Doc 15/06/E sur la sécurité des stations-service hydrogène sous forme gaz. Ce guide reprend notamment les phases de stockage de l'hydrogène gaz, la compression, la purification et la distribution aux consommateurs.

Organisme	Guide	Nom du guide
EIGA : Association européenne des industriels du gaz	IGC Doc 15/06/E 2006	Stations-service hydrogène

5.1.2.2.2.2 Guide spécifique au stockage cryogénique

L'association européenne des industriels du gaz (EIGA) a émis un guide IGC Doc 06/02 sur le stockage, manutention et distribution de liquide hydrogène. Ce référentiel inclut les caractéristiques de conception mais également l'adéquation des équipements. Sont aussi développés les procédés, instructions et informations au client pour faciliter la gestion des situations d'urgence, puis les inspections, les tests, les phases de fonctionnement et maintenance, la formation et protection du personnel.

Organisme	Guide	Nom du guide
EIGA : Association européenne des industriels du gaz	IGC Doc 06/02	Sécurité dans le stockage, la manutention et distribution d'hydrogène liquide

5.1.3 Textes spécifiques aux États-Unis

5.1.3.1 SAE

SAE (société des ingénieurs automobiles) est une organisation de normalisation américaine qui fait évoluer les connaissances sur les véhicules automoteurs et développe des normes telles que :

Organisme	Norme	Nom de la norme
SAE: société des ingénieurs automobiles	SAE J2719 2011	Hydrogen Fuel quality for fuel cell vehicles

La SAE J2719 est une norme sur la qualité d'hydrogène distribué. La SAE a également développé trois normes spécifiques à la distribution qui spécifie les exigences et limites de sécurité concernant la distribution d'hydrogène gaz. Il traite ainsi des températures au niveau du flexible de distribution, de la rampe de montée en pression, de la communication entre le véhicule et la borne de distribution et des critères de performance concernant la station-service. La norme SAE J2601 est orientée sécurité alors que les normes SAE J2600 et SAE J 2799 sont plus orientées conception et performance de l'installation.

Organisme	Norme	Nom de la norme
SAE: société des ingénieurs automobiles	SAE J2601 2010	Fueling Protocols for Light Duty Gaseous Hydrogen Surface Vehicles
	SAE J2600 2012	Compressed Hydrogen Surface Vehicle Fueling Connexion Devices
	SAE J2799 2014	Hydrogen Surface Vehicle to Station Communications Hardware and Software.

5.1.3.2 NFPA

Le standard américain NFPA 55 comprend à la fois les systèmes hydrogène gaz et liquide. Le référentiel couvre l'exploitation et la protection incendie des stations-service hydrogène. Le standard NFPA 55 abroge les NFPA 50A et NFPA 50B qui s'appliquaient respectivement aux systèmes gaz et liquide. Les chapitres 10 et 11 reprennent respectivement les stockages d'hydrogène gaz et liquide.

Pays	Standard	Nom du standard
USA	NFPA 55:2013	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

5.1.4 Textes spécifiques à certains pays

5.1.4.1 Textes européens

Plusieurs pays européens ont mis en place des guides ou normes spécifiques regroupant les exigences ou recommandations concernant les stations-service hydrogène :

Pays	Guide/norme	Nom du guide/norme
Allemagne 2010	Compressed gases 514	Requirement for hydrogen fueling stations VdTÜV-Merkblatt
Italie 2004	FPTRGHRS	Fire prevention technical rule for gaseous hydrogen refuelling stations
Royaume-Uni 06/2009	RR 715 Research Report	Installation permitting guidance for hydrogen and fuel cell stationary applications: UK Versions

Certains pays utilisent également des réglementations ou guides plus généraux (non spécifiques à l'hydrogène) qui sont en lien souvent avec les directives précédemment citées :

Pays	Guide/norme	Nom du guide/norme
Allemagne	Recommandations techniques concernant le stockage sous pression (TRB) pour rester conforme à la loi	TRB 600 Installation of pressure storage TRB 610 Pressure storage equipments and storage of pressurized gases
Allemagne	Recommandations techniques concernant les gaz sous pression (TRG) pour rester conforme à la loi	TRG 400 General considerations on gas refueling stations TRG 401 Installation of gas refueling stations TRG 402 Operation of gas refueling stations
Allemagne	Réglementation technique concernant la sécurité opérationnelle (TRBS) ¹⁵	TRBS 1201 Control of products and installation with necessary surveillance TRBS 2141 Hazard related to Vapor and pressure TRBS 2152 Hazardous explosive atmospheres TRBS 2153 Avoidance of ignition through electrical charge TRBS 2210 Hazard through interactions TRBS 3151 Avoidance of fire, explosion, and pressure hazards on refueling stations
Allemagne	Guide du TÜV	VdTÜV Merkblatt Tankanlage 965: protection of fuel storages against hitting chocs through vehicles
Espagne	Décret royal 2060/2008 du 12 décembre	Règlement pour les équipements sous pression
Espagne	Décret royal 379/2001 du 6 avril	Règlement sur le stockage de produits chimiques
Espagne	Décret royal 2267/2004 du 3 décembre	Règlement pour la sécurité contre l'incendie des équipements industriels
Norvège	Règlement du 8 juin 2009	Règlement concernant le transfert de substances inflammables, réactives et pressurisées

D'autres pays s'appuient également sur les normes ISO et les directives et n'ont pas développé de référentiel spécifique. C'est notamment le cas du Danemark ou de la Suède.

¹⁵ La réglementation technique concernant la sécurité opérationnelle (TRBS) a un statut quasi-obligatoire en Allemagne. Elle est imposée par les assureurs comme la NFPA aux États-Unis.

5.1.4.2 Textes d'Amériques du Nord

Plusieurs pays en Amérique du Nord ont mis en place des guides ou normes spécifiques regroupant les exigences ou recommandations concernant les stations-service hydrogène :

Pays	Guide/norme	Nom du guide/norme
Canada 2007	CAN/ BNQ 1784-000/ 2007	Code canadien d'installation de l'hydrogène
États Unis 2012	International fire code Section 2309	Hydrogen motor fuel dispensing and generation facilities

La Canada utilise également des réglementations ou guides plus généraux (non spécifiques à l'hydrogène):

Pays	Exigence	Nom de l'exigence
Canada	Reg. 212/01	Carburants gazeux
Canada	Reg. 214/01	Gaz comprimés

5.2 TEXTES SPECIFIQUES A CERTAINES PARTIES D'UNE STATION NON TRAITES DANS LE RAPPORT

5.2.1 Production sur site

Concernant la production sur site, des normes ISO ont été éditées spécifiquement pour chaque procédé. Ces normes reprennent les exigences au niveau de la construction ainsi que de la sécurité de chaque procédé. Pour les procédés d'électrolyse de l'eau et de reformage, on trouve des spécificités en fonctions des domaines d'applications industrielles et résidentielles.

Norme	Nom de la Norme
NF ISO 16110-1 :2009	Générateurs d'hydrogène utilisant les technologies de traitement du carburant - Partie 1 : sécurité -
ISO 22734-1:2008	Générateurs d'hydrogène utilisant le procédé d'électrolyse de l'eau -- Partie 1: Applications industrielles et commerciales
ISO 22734-2:2011	Générateurs d'hydrogène utilisant les procédés d'électrolyse à l'eau - Part 2: Applications résidentielles
ISO 14687-2:2012	Hydrogen fuel -- Product specification -- Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles

5.2.2 Approvisionnement par pipeline

Le CGA G-5.4 est un guide américain qui traite de la distribution d'hydrogène gaz. Le guide reprend la liste des équipements de sécurité et l'approvisionnement d'hydrogène à un service client. Les phases concernées sont la conception de l'installation, les vérifications/tests ; l'exploitation, les phases de démarrage, de maintenance et réparation.

L'ASME B31.12 est un standard qui couvre à la fois les pipelines pour l'hydrogène liquide et gaz ainsi que les tuyauteries et systèmes de distribution.

Organisme	Guide	Nom du guide
CGA : Compressed gas association	CGA-5.4 October, 2012	Standard for Hydrogen Piping Systems at Consumer Sites Locations
ASME American Society for Testing and Materials	ASME B31.12	Hydrogen piping and pipelines

5.2.3 Les véhicules terrestres

5.2.3.1 Règlement européen

Afin d'assurer une homogénéité dans l'homologation des véhicules fonctionnant à l'hydrogène et ainsi faciliter leur mise en circulation dans les états, la communauté européenne a adopté la réglementation suivante :

Règlement	Nom du Règlement
79/2009	Règlement (CE) n° 79/2009 du Parlement Européen et du conseil du 14 janvier 2009 concernant la réception par type des véhicules à moteur fonctionnant à l'hydrogène et modifiant la directive 2007/46/CE1.

Nota : Contrairement aux directives européennes qui doivent être transposées dans le droit national, les règlements sont applicables sans transposition.

5.2.3.2 Normes

Les normes en relation avec la recommandation technique ISO/TS 20100 concernant les véhicules sont également en cours de révision. Il s'agit des normes présentées dans le tableau suivant :

Norme	Nom de la norme
ISO/AWI 19881	Hydrogène gazeux - Réservoir de carburant pour véhicules terrestres
ISO/AWI 19882	Hydrogène gazeux - Réservoirs de carburant pour véhicules terrestres - Thermo fusibles
ISO/DIS 19884	Hydrogène gazeux - Bouteilles et tubes pour stockage stationnaire

6. ANALYSE DE LA REGLEMENTATION, DES NORMES, GUIDES ET AUTRES DOCUMENTS DE REFERENCE

6.1 ANALYSE COMPAREE DES DOMAINES D'APPLICATION DES DOCUMENTS EXAMINES

Ce chapitre permet d'identifier les domaines d'applications traités dans les documents analysés :

- la conception/ l'exploitation ;
- le stockage hydrogène : liquide ou gaz;
- les installations concernées (réservoir/ compresseur/ borne de distribution...).

Le statut de la réglementation est repris par le code couleur suivant

	Obligatoires (réglementaires)
	Obligatoires mais non réglementaires (imposés par les assureurs, une profession...)
	Probablement obligatoires dans les années à venir (textes inclus dans une proposition de directive) Attention pour la ISO/TS 20100 ne concerne que la partie borne de distribution. La norme ISO 14687-2 est reprise aussi dans le projet de directive et concerne la qualité de l'hydrogène (cf. chapitre 6.4.1.1)
	Conseillés par les guides ou textes normatifs

Analyse comparée des domaines d'application des documents			Conception	Exploitation	Stockage H2 gaz	Stockage H2 cryogénique	Stockage tampon	Station de compression	Poste de refroidissement	Borne de distribution	Aire de distribution
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	ISO/TR 15916		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISO 17268		X	X						X	
	ISO/ TS 20100		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X	X	X	X	X	X	X	X	X
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X	X	X	X	X	X	X	X	X

Analyse comparée des domaines d'application des documents			Conception	Exploitation	Stockage H2 gaz	Stockage H2 cryogénique	Stockage tampon	Station de compression	Poste de refroidissement	Borne de distribution	Aire de distribution
Application américaine											
SAE	SAE J 2600		X	X						X	X
	SAE J 2601		X	X						X	X
États Unis	International fire code :section 2309		X							X	X
Application nationale											
Allemagne	Compressed gases 514		X	X	X	X	X	X		X	X
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Italie	FPTCGHRS		X	X	X						X
Royaume-Uni	RR 715		X	X	X	X					

Tableau 6 Statut de la réglementation

L'analyse conduit à répartir les documents en trois catégories :

- les documents qui traitent de l'ensemble de l'installation tels que le projet de norme ISO/TS 20100, les référentiels européens HY APPROVAL WP2, EIGA ainsi que le guide Allemand et canadien ;
- les documents qui focalisent principalement sur l'installation d'approvisionnement et le stockage d'hydrogène tels que les guides du Royaume Unis ou le décret Italien ;
- les documents qui se focalisent sur la partie distribution tels que la norme internationale ISO 17268 et les normes américaines SAE J 2600 et 2601.

6.2 COMPARAISON DES ASPECTS COUVERTS PAR LES DOCUMENTS CONSULTÉS

Ce chapitre permet d'identifier si le document traite :

- des barrières techniques ;
- des barrières humaines ;
- de mesures de prévention ;
- de mesures de protection ;
- des distances de sécurité ;
- de l'inspection par les industriels ;
- du contrôle par les autorités ;
- des seuils suivant la quantité ou le débit d'hydrogène stocké et/ou utilisé ;
- d'analyses de risques ;
- du permis d'exploiter.

		Barrières techniques	Barrières humaines	Mesures de prévention	Mesures de protection	Distances de sécurité	Inspection par les industriels	Contrôle par les autorités	Seuils	Analyses de risques	Permis d'exploiter
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X	X	X	X						
	ISO 17268	X	X	X	X						
	ISO/TS 20100	X	X	X	X	X					
Application européenne											
Commission européenne	HY APPROVAL WP2	X	X	X	X		X	X	X	X	X
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X	X	X	X	X					
Application américaine											
États Unis	NFPA 55					X					
États-Unis	International fire code : section 2309	X	X	X	X						
SAE	SAE J 2600	X	X	X	X						
SAE	SAE J 2601	X	X	X	X						
Application nationale											
Allemagne	Compressed gases 514	X	X	X	X	X					
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X	X	X	X	X	X		X		X
Italie	FPTCGHRS	X	X	X	X	X					
Royaume-Uni	RR 715	X	X	X	X				X		X

L'ensemble des normes et guides reprennent les mesures de maîtrise des risques. Les distances de sécurité sont principalement rassemblées dans le projet de norme ISO/TS 20100, la norme canadienne CAN/BNQ-1784-000, le décret Italien FPTCGHRS, le guide allemand Compressed gases 514 et le standard NFPA 55. L'ISO/TS 20100 est le référentiel qui fait référence en Europe. Pour le processus d'autorisation d'exploiter, les principales sources sont le texte européen HY APPROVAL WP2 ainsi que les réponses aux questionnaires envoyés pour le benchmark.

6.3 PRESENTATION DE LA COMPARAISON ENTRE LES PRESCRIPTIONS

Dans les chapitres qui suivent, nous avons identifié et commenté les prescriptions formulées dans les documents de référence analysés. Nous décrivons ici comment sont présentées les prescriptions et notre analyse dans la suite de ce rapport.

Les prescriptions sont divisées entre :

- Les prescriptions générales à l'installation ;
- Les distances de sécurité ;
- Les prescriptions spécifiques à la distribution.

Pour chaque chapitre, les mesures de maîtrise des risques sont identifiées par une numérotation spécifique et un code alphabétique.

6.4.1.4 Surpression

Pour la protection de la surpression, plusieurs aspects concernant les emplacements, les soupapes, les disques de rupture, les événements, les capteurs sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.4.1 Généralités

- Des moyens suffisants doivent être mis en place pour tester et décharger les équipements sous pression.
- Limiter la pression maximale de distribution à 350 bar et la quantité par stockage à 2000 Nm³.

Figure 14 : Exemple de numérotation

L'ensemble des mesures sont ensuite assemblées dans un tableau récapitulatif permettant de faire le lien avec les normes et guides dont elles sont issues. Les sources sont présentées selon leur domaine d'application : international, européen, américain et national. Important : les normes et guides qui ne sont référencés sur les prescriptions identifiées par un code alphabétiques ne sont pas listés.

Qualité de l'hydrogène		a	b	c
Application internationale				
Comité technique/ Norme ISO	FD ISO/TR 15916		x	
Comité technique/ Norme ISO	ISO/TS 20100	x	x	
Application européenne				
Commission européenne/ Handbook	HY APPROVAL WP2	x	x	x
EIGA	IGC Doc 15/06/E		x	

Tableau 7 : Exemple de tableau

Une synthèse reprend les points clés en identifiant les mesures reprises dans plusieurs standards et en mettant en relief les barrières reprises dans les normes ISO.

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des mesures de maîtrise du risque de surpression.

Un premier point est l'obligation d'installer des soupapes et/ou des disques de rupture aux emplacements où de l'hydrogène gaz peut être piégé ou en cas de dilatation thermique. Ces dispositifs doivent être dimensionnés en fonction des équipements/composants présents sur la ligne et prendre en compte les dysfonctionnements de l'installation.

Figure 15 : Extrait d'une synthèse

6.4 COMPARAISON DES PRESCRIPTIONS CONCERNANT LA CONCEPTION ET CONSTRUCTION

6.4.1 Prescriptions générales

6.4.1.1 Qualité de l'hydrogène

Plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides quant à la qualité de l'hydrogène distribué.

- a) Distribuer l'hydrogène gaz de manière à ce qu'il soit conforme aux spécifications ISO 14687 ou SAE J2719. La norme ISO 14687, selon le projet de norme ISO 20100, définit les deux catégories de pureté de gaz suivantes:
- type I Classes A, B ou C telles que définies dans la norme ISO 14687-1 ;
 - type I Classe D telle que définie dans la norme ISO 14687-2.

La classe D n'est utilisée que pour des véhicules qui sont alimentés par des piles à combustibles avec une membrane (PEM). Dans le cadre de la station-service hydrogène publique, autoriser les classe A, B, C seulement si un dispositif de traitement complémentaire est mis en place pour permettre l'approvisionnement des véhicules PEM par ces grades de carburant.

- b) Installer un système pour prévenir l'apparition d'impureté ou humidité dans l'arrivée de gaz tel que des filtres et sécheurs.

Le guide IGC DOC 15/06/E d' EIGA détaille le procédé de purification de l'hydrogène.

Le projet de norme ISO/TS 20100 détaille les données de conception et les emplacements suivants pour les filtres :

- inclure un filtre en aval de tout équipement qui peut être source de particules ;
 - dimensionner les filtres et séparateurs pour un flux maximum d'hydrogène et en fonction des impuretés attendues. Mettre un collecteur suffisant. Autant que possible combiner les filtres et séparateurs en une unité.
- c) Pressuriser en permanence avec de l'hydrogène l'installation pour prévenir l'entrée d'air.

Attention ce dernier point est à appliquer si l'installation n'est pas purgée. En effet, la purge permet de limiter l'entrée d'air dans l'installation avant d'introduire de l'hydrogène.

Qualité de l'hydrogène		a	b	c
Application internationale				
Comité technique/ Norme ISO	FD ISO/TR 15916		x	
Comité technique/ Norme ISO	ISO/TS 20100	x	x	
Application européenne				
Commission européenne/ Handbook	HY APPROVAL WP2	x	x	x
EIGA	IGC Doc 15/06/E		x	

Éléments saillants/ Points clés

Les spécifications de pureté de l'hydrogène pour les stations-service hydrogène publiques sont définies par les normes internationales ISO 14687-1, ISO 14687-2 et par le référentiel américain SAE J 2719.

La proposition de directive du Parlement européen et du Conseil sur le déploiement d'une infrastructure pour carburants de substitution imposera une pureté d'hydrogène conforme à la norme ISO 14687-2.

Pour assurer ces spécifications, l'ensemble des référentiels préconisent, dès la conception l'installation, de mettre en place des systèmes pour purifier l'arrivée d'hydrogène tels que des filtres ou sécheurs (cas des installations avec fabrication d'hydrogène sur place).

6.4.1.2 Tuyauteries

Pour les tuyauteries, plusieurs aspects concernant les raccords, les emplacements et spécificités sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.2.1 Raccords

- a) Minimiser le nombre de liaisons et jonctions en utilisant des longueurs de tuyauteries continues si possible.
- b) Concevoir la tuyauterie et les raccords sans joint si possible ou minimiser leur nombre.
- c) Privilégier le soudage ou le brasage pour les raccords de tuyauterie; mais possibilité de mettre des raccords à brides, filetés, à emboîtement, coulissants ou à compression

De plus les précisions suivantes sont apportées concernant les raccords :

- ne pas utiliser des raccords à brasure tendre (point de fusion bas) lors d'utilisation d'hydrogène (FD ISO/TR 15916) ;
 - pour les raccords à compression, appliquer strictement les instructions du fabricant (IGC Doc 15/06/E) ;
 - pour les brides, mettre un joint métallique ou en matière telle que le graphite (ISO/TS 20100).
- d) Au niveau des raccords, les spécificités suivantes sont apportées en fonction de l'emplacement de l'installation :
 - éviter l'installation d'hydrogène dans un escalier, (un palier), au niveau des gaines de chauffage ou de ventilation sauf si tuyauterie soudée sans raccord (IGC Doc 15/06/E- CAN/BNQ-1784-000) ;
 - Si des tuyauteries d'hydrogène se trouvent dans des gaines ou des tranchées utilisées par des câbles électriques, utiliser le soudage ou le brasage pour les raccords de tuyauterie (IGC Doc 15/06/E) ;
 - pour les tuyauteries enterrées, mettre des tuyauteries soudées en continu avec une protection contre la corrosion extérieure (HY APPROVAL WP2-CAN/BNQ-1784-000) ;
 - éviter les liaisons mécaniques quand les tuyauteries sont confinées dans des gaines ou passes à travers des murs (RR715).

6.4.1.2.2 *Emplacements*

- e) Placer les tuyauteries hydrogène en hauteur par rapport aux autres tuyauteries (liquides/gaz inflammables ou combustibles).
- f) Privilégier les tuyauteries au dessus du sol et éviter les tuyauteries enterrées.
- g) Ne pas cacher la tuyauterie hydrogène dans des murs à double paroi.

6.4.1.2.3 *Connexions et déconnexions*

- h) Minimiser la fréquence connexions et déconnexions.
- i) Privilégier les dépressurisations et vidanges des flexibles. Eviter les déconnexions.

6.4.1.2.4 *Spécificités*

- j) Purger les sections d'hydrogène cryogéniques par de l'hydrogène gaz puis de l'hélium plutôt que par de l'azote lors d'un arrêt ou d'une maintenance. L'azote remplace l'hélium sur des installations hydrogène pour des raisons de coûts. L'hélium est à privilégier pour la purge car ayant des propriétés plus proches de l'hydrogène que l'azote.

Après des travaux ou à la mise en service d'un équipement, purger avec de l'hélium ou de l'hydrogène gaz les tuyauteries d'hydrogène cryogénique.

Si de l'azote est utilisé en remplacement de l'hélium pour retirer l'air dans une section cryogénique, purger l'azote avec de l'hélium ou hydrogène gaz avant de refroidir avec de l'hydrogène cryogénique.

- k) Prendre en compte pour les gaz, les chocs dus aux débits élevés, au niveau des pièces en T ou coudes lors du chargement.
- l) Prévoir la dilatation et la contraction thermiques des matériaux à la conception des tuyauteries.
- m) Utiliser des longueurs et diamètre minimum de tuyauterie appropriée notamment pour les tuyauteries sous pression.
- n) Installer les rétentions sous les tuyauteries et équipements non isolées thermiquement.

6.4.1.2.5 Synthèse concernant les tuyauteries

Tuyauteries		Raccords				Emplacements			Connections		Spécificités				
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
Application internationale															
Comité technique/ Norme ISO	FD ISO/TR 15916			X			X								
Comité technique/ Norme ISO	ISO/TS 20100						X				X				
Application européenne															
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2				X	X	X			X		X	X		X
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X		X	X									
Application nationale															
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X		X			X							
Royaume-Uni	RR 715	X		X	X		X		X		X			X	

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des tuyauteries d'hydrogène.

Un premier point est l'importance de minimiser les raccords entre tuyauteries. Une grande partie des référentiels privilégie au niveau technique les raccords par soudage ou brassage d'autant plus dans les zones de présence humaine ou de confinement possible telles que les gaines, tuyauteries enterrées, les escaliers...

Concernant la soudure raccords, d'autres normes peuvent être sollicitées telles que les normes NF EN ISO 15614-1/A1 (mode opératoire de soudage), la norme NF EN 287-1 (qualification des soudeurs) et la norme NF EN ISO 5817 (niveaux de qualité par rapport aux défauts)

Un second point est le choix des emplacements des tuyauteries. Les guides et normes accordent une préférence au positionnement des tuyauteries au dessus du sol et des autres tuyauteries afin d'éviter l'accumulation d'hydrogène en cas de fuite.

Enfin des mesures sont évoquées de façon plus marginales telles que les purges à l'hélium, les dimensions des tuyauteries, les rétentions, la conception des pièces sur des systèmes à débits élevés et le fait de minimiser les déconnexions et connexions au niveau des flexibles.

6.4.1.3 Ventilation et espaces clos et confinés

Pour la ventilation et espaces clos et confinés, plusieurs aspects concernant les emplacements, points hauts, dimensionnement, conception et détection sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.3.1 *Emplacements des installations*

a) Privilégier les installations d'hydrogène à l'extérieur et la ventilation naturelle lorsque c'est possible. Éviter les espaces confinés.

Pour les emplacements, certains référentiels conseillent de positionner certaines installations en plein air :

- les récipients et tuyauteries d'hydrogène liquide (CAN/BNQ-1784-000) ;
- le réservoir tampon d'hydrogène gaz et ses équipements (ISO 20100).

6.4.1.3.2 *Points hauts*

b) Assurer une bonne ventilation surtout au niveau des points hauts de manière à éviter les accumulations sur des structures avoisinantes (sous les corniches de toitures, dans les locaux ou les armoires abritant des équipements ou à l'intérieur des enveloppes ou des carters des équipements).

De même certains référentiels présentent des mesures quant à la conception des bâtiments :

- installer les installations d'hydrogène dans des bâtiments sur un même niveau sans étage (IGC Doc 15/06/E) ;
- éviter les plafonds suspendus et les alvéoles sous toitures dans les espaces confinés (FD ISO/TR 15916).

6.4.1.3.3 *Dimensionnement et conception de la ventilation*

c) Concernant la conception de la ventilation naturelle, installer les ouvertures d'entrée d'air près du sol afin de prévenir la réintroduction d'air déjà évacué et les ouvertures de sortie en partie supérieure ou sur le toit.

d) Concernant les superficies d'ouvertures, les référentiels apportent plusieurs éléments :

- prévoir une superficie d'ouverture minimale de $1 \text{ m}^2 / 305 \text{ m}^3$ de volume de pièce. Evacuer l'air vers l'atmosphère à au moins 4,5 m au dessus du sol et à 3 m au dessus de tout équipement (CAN/BNQ-1784-000) ;
- mettre en place des ouvertures pour permettre la ventilation naturelle des installations. Prévoir que la somme des ouvertures soit équivalente à au moins 1/10 de chaque local (Italie FPTCGHRS) ;
- pour une ventilation naturelle, prendre 0,5% de la surface de la pièce pour calculer la section libre pour le conduit d'air entrant et sortant (compressed gases 514).

- e) Concernant le taux de renouvellement d'air, les référentiels donnent des valeurs différentes :
- prévoir un taux de renouvellement d'air de six par heure ou de 0,3 m³/min par m² de plancher au niveau des installations contenant de l'hydrogène (CAN/BNQ-1784-000) ;
 - si utilisation d'une ventilation forcée sans détection gaz, installer une ventilation forcée pour prévenir des risques de formation d'atmosphère explosive mais pour produire au moins deux renouvellement d'air par heure (compressed gases 514).
- f) mettre en place des mesures pour prévenir l'accumulation d'eau, glace et autres déchets à l'intérieur des conduits de ventilation.

6.4.1.3.4 *Détection, alarmes et asservissement*

- g) Doter le système de ventilation d'un dispositif d'alarmes sonore et visuelle ayant pour but d'avertir le personnel en cas de défaillance
- h) Asservir le système de ventilation au fonctionnement de l'équipement hydrogène mais également à certaines pression.
- i) Pour les espaces confinés mettre un système de ventilation et équiper l'espace de détecteurs d'hydrogène.
- j) Si utilisation d'une ventilation forcée avec détection gaz, démarrer la ventilation automatiquement quand la concentration d'hydrogène atteint 20% de LIE et déclencher une alarme préliminaire. Activer un arrêt automatique à 40% de la LIE. Déclencher une alarme si défaillance de la ventilation.

6.4.1.3.5 Synthèse concernant la ventilation et espaces clos et confinés

Ventilation et espaces clos et confinés		Emplacements	Points hauts	Dimension conception ventilation				Détection alarmes asservissement			
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Application internationale											
Comité technique/ Norme ISO	FD ISO/TR 15916									X	
Comité technique/ Norme ISO	ISO/TS 20100		X								
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X	X				X				
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X	X	X					X		
Application nationale											
Allemagne	Compressed gases 514			X	X	X					X
Canada	CAN/BNQ-1784-000			X	X	X		X	X		
Italie	FPTCGHRS				X						
Royaume-Uni	RR 715	X									

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la ventilation et du confinement.

Un premier point est d'éviter de mettre les installations hydrogène en espace confiné et de privilégier les installations à l'air libre principalement pour les installations cryogéniques et sous haute pression tel que le stockage tampon.

Un second point reprend le positionnement des ouvertures d'une ventilation naturelle et forcée avec une arrivée en bas et une sortie en haut d'installation. Concernant les superficies d'ouvertures et les taux de renouvellement, les spécifications ne sont pas harmonisées entre les différents référentiels.

Enfin des mesures sont évoquées concernant la détection hydrogène, le déclenchement d'alarme et les asservissements d'équipement. Cette partie sera plus largement détaillée 6.4.1.8.

6.4.1.4 Surpression

Pour la protection de la surpression, plusieurs aspects concernant les emplacements, les soupapes, les disques de rupture, les événements, les capteurs sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.4.1 *Généralités*

- a) Des moyens suffisants doivent être mis en place pour tester et décharger les équipements sous pression.
- b) Limiter la pression maximale de distribution à 350 bar et la quantité par stockage à 2000 Nm³.

Cette dernière exigence a été mise en place en Italie en 2004. Cet arrêté est toujours en vigueur. Il a été précurseur en 2004 mais a limité l'implantation de stations-service hydrogène jusqu'à cette année. Des législations locales ont permis le déploiement de stations-service 700 bar en 2014 sans prendre en compte cet arrêté.

6.4.1.4.2 *Emplacement des mesures de maîtrise des risques*

- c) Les emplacements repris dans les différents référentiels pour installer des mesures de prévention de la surpression sont :
 - les zones où l'hydrogène gaz peut être piégé ou si des dilatations thermiques de celui-ci peuvent entraîner une surpression (HY APPROVAL WP2/ISO20100) ;
 - en aval des détendeurs à haute pression (RR715) ;
 - tout réservoir tampon (ISO 20100) ;
 - sur les flexibles (EIGA IGC DOC15/06).

6.4.1.4.3 *Soupapes et disques de rupture*

6.4.1.4.3.1 Conception

- d) Installer des soupapes de décharges et des disques de rupture, qui déchargent l'hydrogène pressurisé vers un événement.
- e) Concevoir et placer les évacuations des dispositifs de décompression de manière à éviter l'humidité, le gel et autres contaminants.

6.4.1.4.3.2 Dimensionnement

- f) Concernant le dimensionnement, celui-ci est repris dans divers référentiels qui adoptent des formulations différentes quant aux éléments à considérer pour le dimensionnement :
 - Prendre en compte les dysfonctionnements et situations anormales dans les calculs des dispositifs de dépressurisation tels que les cas de feu extérieur sur un réservoir, la perte de vide sur des réservoirs cryogénique et le dysfonctionnement de dispositifs de sécurité (HY APPROVAL WP2).
 - Ne pas excéder 10% de contre-pression pour les gaz d'échappement d'un dispositif de décompression (HY APPROVAL WP2/ISO20100).
 - Ne pas dépasser pour la pression de début d'ouverture des soupapes la pression du composant de l'installation présentant la plus faible pression de calcul (CAN/BNQ-1784-000).

- Sélectionner une consigne de pression pour les équipements de sécurité telle que la pression dans l'installation ne dépasse pas la pression maximum admissible (pression de service) même si l'installation ne fonctionne pas comme prévue (compressed gases 514).

6.4.1.4.4 *Évent et lignes d'évacuation*

6.4.1.4.4.1 Conception

- g) Évacuer les gaz vers des zones sécurisées en plein air et à l'écart dans un emplacement ne pouvant générer de risques pour les personnes et les structures avoisinantes, les domaines dédiés au personnel, les lignes électriques et les domaines où se trouvent toutes sources d'ignition, prise d'air, les ouvertures des bâtiments et surplombs (corniches...) Eviter d'évacuer l'hydrogène vers des endroits où il pourrait s'accumuler et de le rejeter à une température proche de son point d'ébullition pour minimiser la formation d'un nuage proche du sol.
- h) Dédier les conduites d'évacuation des installations d'hydrogène liquide et ne pas raccorder à d'autres conduits pour éviter tout retour dans les conduits. Installer des systèmes d'évacuation distincts pour le cryogénique ou non cryogénique.
- i) Dimensionner les systèmes d'évacuation en fonction de la vitesse en sortie pour que la dispersion des gaz soit optimum. Ne pas installer une tuyauterie vers l'évent de diamètre plus petit qu'en sortie de soupape ou insuffisamment large, pour éviter de dépasser la valeur maximum admissible de chute de pression.
- j) Installer des conduits d'évacuation verticaux dirigés vers le haut, horizontaux ou vers toutes directions entre les positions horizontal et vers le haut. Eviter les colmatages. Incliner légèrement la conduite de sortie vers le bas pour éviter l'entrée d'eau. installer des vannes pour purger l'eau sur le bas de la colonne du circuit d'évacuation.
- k) Prendre en compte pour les tuyauteries des gaz évacués les contractions thermiques (par exemple suite à l'évacuation de vapeurs froides).
- l) Purger avec un gaz inerte les conduits d'évacuation afin de prévenir la pénétration d'air et la formation d'un mélange inflammable.

6.4.1.4.4.2 Règles pour les conduites communes

- m) Privilégier les systèmes d'évacuation séparés pour éviter les accumulations d'hydrogène et éviter que la collecte de plusieurs dispositifs de décompression se fasse sur la même conduite.
- n) Si les fluides en sortie de multiples dispositifs de décompression sont collectés vers un même évent, s'assurer que le déclenchement d'un seul dispositif de surpression n'entrave pas l'écoulement du fluide ou n'influence pas la pression de tarage des autres dispositifs.
- o) Pour la pression dans les conduites communes d'évacuation, ne pas dépasser la pression de travail maximale admissible de la section ayant la pression la plus basse.
- p) Concevoir les jonctions entre plusieurs conduites d'évacuation de manière à être aussi large que le total de l'ensemble des lignes arrivant sur chaque croisement.

- q) Calculer le débit maximum comme la somme des flux en situations normales, les flux prévisibles peuvent être simultanément et le flux le plus élevé généré en situations anormales.

6.4.1.4.4.3 Dispositifs sur les lignes d'évacuation et évent

- r) N'installer aucun accessoire sur les orifices de sorties des évents qui diminuerait la diffusion de l'hydrogène. Eviter de positionner sur les lignes de dégagement des arrête-flammes ou tout autre dispositif de restriction qui pourrait empêcher le rejet d'hydrogène.

6.4.1.4.5 Capteurs

- s) Mettre en place des systèmes de mesures (tels que les manomètres, débitmètres, indicateurs de niveau) pour suivre les transferts d'hydrogène asservis à des systèmes de contrôle et de commande. Installer des fonds éjectables sur les jauges de pression.

6.4.1.4.6 Spécificités

- t) Si pressurisation d'un équipement ou moteur à l'aide d'un gaz inerte (en prévention des risques d'explosion), signaler tout dysfonctionnement par une alarme asservie à l'arrêt du moteur ou de l'équipement.
- u) Concevoir le système de tuyauteries afin que la pression en cas de détonation d'un mélange hydrogène air enflammé n'entraîne pas la rupture du système.

6.4.1.4.7 Synthèse concernant la protection de la surpression

Surpression		Généralités		Emplacements			Soupape et disques de rupture			Événement et lignes d'évacuation										Dispositifs sur les lignes d'évacuation		Capteurs		Spécificités	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u			
Application internationale																									
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916				X			X																	
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100			X	X	X	X	X	X	X	X				X			X	X	X	X				
Application européenne																									
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2			X		X	X	X		X		X		X		X			X	X					
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X		X	X	X		X																	
Application nationale																									
Allemagne	Compressed gases 514	X					X							X		X	X								
Canada	CAN/BNQ-1784-000				X	X	X						X						X						
Italie	FPTCGHRS	X	X		X																				
Royaume-Uni	RR 715	X		X																					

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des mesures de maîtrise du risque de surpression.

Un premier point est l'obligation d'installer des soupapes et/ou des disques de rupture aux emplacements où de l'hydrogène gaz peut être piégé ou en cas de dilatation thermique. Ces dispositifs doivent être dimensionnés en fonction des équipements/composants présents sur la ligne et prendre en compte les dysfonctionnements de l'installation.

Un second point est l'évacuation de l'hydrogène gaz vers un événement situé dans une zone ne pouvant pas générer de risque. Le référentiel ISO 20100 principalement donne des mesures particulières sur la conception telles que la séparation des tuyauteries cryogéniques et gaz, des mesures pour éviter le colmatage et la prise en compte de la contraction thermique des tuyauteries. L'ensemble des référentiels attirent également l'attention sur la nécessité d'éviter les conduites communes d'évacuations et les accessoires (arrête-flammes) sur les orifices de sorties des événements

Le projet de norme ISO20100 préconise également de coupler les soupapes/ disques de rupture à des systèmes de mesures (tels que les manomètres, débitmètres, indicateurs de niveau).

Enfin des mesures marginales sont évoquées pour l'asservissement des équipements pressurisé par des gaz inertes et la prise en compte de la détonation pour éviter une rupture du réseau hydrogène.

6.4.1.5 Fragilisation des matériaux par l'hydrogène

L'ensemble des référentiels préconisent un grand nombre de mesures pour le choix des matériaux utilisés en présence d'hydrogène. Les lignes directrices présentées dans l'annexe C de la norme ISO/TR 15916 synthétisent ces mesures et sont reprises dans de nombreux référentiels comme une référence (ISO 20100/ HY APPROVAL WP2/ CAN/BNQ-1784-000).

6.4.1.6 Isolation thermique

Pour l'isolation thermique, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides évoqués dans le chapitre suivant.

- a) Assurer une isolation thermique adéquate (notamment pour les tuyauteries d'hydrogène liquide et d'hydrogène gazeux froid).
- b) Privilégier un réservoir à double enveloppe isolé sous vide pour obtenir une meilleure isolation thermique au niveau des réservoirs cryogéniques.
- c) Concevoir les tuyauteries et systèmes d'isolation d'hydrogène cryogénique de manière à assurer l'étanchéité de l'enveloppe extérieure pour prévenir la condensation de l'air et l'enrichissement en oxygène. L'espace entre cuve interne et coque externe doit être sous vide et isolé à l'aide d'un matériau composite, de perlite ou d'un isolant équivalent.
- d) Prévoir une double enveloppe isolante pour la tuyauterie des pompes ou des équipements à hydrogène liquide.

Isolation thermique		a	b	c	d
Application internationale					
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	x	x		
Application nationale					
Canada	CAN/BNQ-1784-000			x	x

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de l'isolation thermique.

Les normes ISO 15916 et canadiennes reprennent l'importance d'isoler thermiquement les équipements et tuyauteries de manière à assurer l'étanchéité de l'enveloppe extérieure pour prévenir la condensation de l'air et l'enrichissement en oxygène. L'isolation peut être obtenue principalement par une double enveloppe sous vide et /ou isolée à l'aide de matériau isolant.

6.4.1.7 Isolement et arrêt des installations

Pour l'isolement et l'arrêt des installations, plusieurs aspects concernant les emplacements, les prescriptions techniques, la conception et le redémarrage des installations après arrêt sont abordés dans les textes normatifs et guides évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.7.1 *Isolement de l'installation*

6.4.1.7.1.1 Emplacement des dispositifs d'isolement

- a) Plusieurs référentiels reprennent la nécessité d'installer une ou plusieurs vannes d'isolement au niveau des capacités de stockage avec les variantes suivantes
 - une vanne de sectionnement installée au niveau de l'orifice de refoulement, aussi proche que possible de la capacité de stockage (ISO 15916) ;
 - une ou des vannes d'isolement générales à commande manuelle et à distance en aval des récipients de stockage d'hydrogène. Positionner les vannes d'isolement à l'extérieur des zones à sécuriser (CAN/BNQ-1784-000).
- b) Plusieurs normes et guides ont émis des mesures spécifiques concernant l'isolement des installations à l'intérieur des bâtiments :
 - une vanne manuelle et une vanne à commande automatique qui coupent l'arrivée hydrogène sur l'installation lors de la mise hors tension (CAN/BNQ-1784-000) ;
 - une vanne d'isolement pour stopper l'alimentation d'hydrogène en cas d'urgence. (HY APPROVAL WP2) ;
 - placer les moyens d'isolement en dehors du bâtiment (ISO20100).
- c) Les référentiels imposent de mettre une ou des vannes d'isolement sur les installations suivantes :
 - en sortie d'un système de vaporisation d'hydrogène liquide afin d'empêcher l'écoulement d'hydrogène liquide en cas d'interruption d'apport de chaleur (CAN/BNQ-1784-000) ;
 - pour couper l'arrivée en hydrogène et permettre la maintenance du compresseur (compressed gases 514/ISO 20100) ;
 - au niveau des flexibles (utilisés pour le déchargement du camion citerne et pour la distribution) pour isoler la fuite due à la rupture du flexible (ISO20100).
- d) Positionner les vannes d'arrêt d'isolement d'hydrogène liquide de telle sorte que l'actionneur ne risque pas d'être bloqué par l'accumulation de glace en cas de fuite ou dégagement d'hydrogène.

6.4.1.7.1.2 Prescriptions techniques

- e) Installer des vannes d'isolement à fermeture automatique en cas d'urgence
- f) S'assurer que les vannes automatiques se mettent en position de sécurité en cas de coupure d'énergie ou défaillance de l'automate de contrôle.
- g) S'assurer que les vannes d'isolement en aval des récipients de stockage d'hydrogènes soient à fermeture rapide.
- h) Mettre en place des vannes d'isolement avec des systèmes de consignations pour isoler des sections de tuyauterie pour des opérations de maintenance ou d'urgence.

6.4.1.7.2 *Arrêt d'urgence*

6.4.1.7.2.1 CONCEPTION

- i) Suite à l'activation d'un système d'arrêt d'urgence, concevoir les équipements de protection contre la surpression capable de fonctionner lorsque le système est fermé.

6.4.1.7.2.2 Emplacement des dispositifs d'arrêts d'urgence

- j) Les référentiels recensent les emplacements pour installer un système d'arrêt d'urgence :
 - à 3 m au moins d'e l'équipement ou du réservoir hydrogène (CAN/BNQ-1784-000) ;
 - au niveau des pompes à hydrogène liquide (ISO20100) ;
 - à coté du compresseur (réglementation italienne / Compressed gases 514/ ISO20100) ;
 - en sortie d'un système de vaporisation d'hydrogène (CAN/BNQ-1784-000) ;
 - à 915 mm au moins de tout point de distribution en hydrogène (CAN/BNQ-1784-000) ;
 - en un lieu éloigné où le système d'arrêt d'urgence peut être mis en marche de façon sécuritaire si le système à hydrogène est inaccessible (CAN/BNQ-1784-000/ réglementation italienne/ Compressed gases 514) ;
 - sur la voie d'évacuation à coté de la sortie (Compressed gases 514).

6.4.1.7.2.3 Fonctions du dispositif

- k) Le déclenchement d'un bouton d'arrêt d'urgence peut conduire à:
 - arrêter l'approvisionnement en hydrogène liquide (CAN/BNQ-1784-000/ réglementation italienne /ISO20100) ;
 - arrêter l'alimentation en hydrogène gaz (entre le compresseur/ stock tampon et la borne de distribution hydrogène) (CAN/BNQ-1784-000/ réglementation italienne/ Compressed gases 514) ;
 - fermer des vannes d'isolement et de régulation (CAN/BNQ-1784-000/ réglementation italienne/ Compressed gases 514) ;
 - arrêter les équipements électriques utilisés pour les opérations de transfert et distribution (CAN/BNQ-1784-000/ réglementation italienne/ Compressed gases 514/ ISO20100) ;

- placer les vannes automatiques de régulation du compresseur en position de sécurité (Compressed gases 514) ;
- cesser les opérations sur toutes les pompes et compresseurs au déclenchement du système d'arrêt d'urgence de la station-service (ISO20100).

6.4.1.7.2.4 Redémarrage de l'installation après arrêt

- l) Après un arrêt d'urgence, disposer les circuits de commande de manière à ce que tous les systèmes non essentiels restent éteints jusqu'à réactivation manuellement (après vérification).
- m) Identifier avec précision les alarmes localement et prioriser les actions lors de redémarrages et réinitialisations.

6.4.1.7.3 Centrale de traitement ou relaying

- n) En cas de panne de l'automate, redémarrer l'installation à partir d'un dispositif de commande à distance ou d'un panneau de commandes.

6.4.1.7.4 Synthèse concernant l'isolement et l'arrêt des installations

Isolation et arrêt des installations		Isolement de l'installation								Arrêt d'urgence					Centrale de traitement ou relaying
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n
Application internationale															
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X					X	X							
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100			X	X	X				X	X	X			
Application européenne															
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X											X	X
Application nationale															
Allemagne	Compressed gases 514			X		X					X	X	X		
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X	X	X				X			X	X	X		
Italie	FPTCGHRS										X	X			

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de l'isolement et de l'arrêt/redémarrage des installations.

Un premier point identifie les emplacements des vannes d'isolement au niveau des capacités de stockage et des équipements tels que les compresseurs. De plus des préconisations complémentaires sont à prendre en compte pour les installations situées à l'intérieur de bâtiments. Dans les situations d'urgence ou lors des dysfonctionnements (coupure des énergies ou défaillance automate), il est à vérifier que les vannes se mettent en position de sécurité.

Un second point concerne les emplacements et le fonctionnement des boutons d'arrêt d'urgence ; il n'y a pas d'harmonisation entre les normes. Le déclenchement de l'arrêt d'urgence entraîne l'arrêt des alimentations en énergie des équipements de transfert, la fermeture de vannes d'isolement et régulation d'hydrogène. Le redémarrage de l'installation ne peut se faire automatiquement et nécessite une revue des alarmes et une intervention humaine.

6.4.1.8 Détection hydrogène et asservissement

Pour la détection hydrogène, plusieurs aspects concernant les emplacements, les la conception, les seuils de déclenchement et mesures en cas de détection sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.8.1 *Conception*

- a) Assurer la conformité des détecteurs hydrogène et du système de contrôle par rapport à la norme ISO 26142:2010.
- b) Installer un système de détection compatible avec les préconisations pour l'hydrogène tel que par chromatographie en phase gazeuse.
- c) Considérer les interférences potentielles avec d'autres gaz lors du choix de détecteurs d'hydrogène.
- d) Mettre en place une détection d'hydrogène en continue en cas d'absence de ventilation naturelle.
- e) Quand une ventilation empêche la formation d'un mélange inflammable, maintenir la fraction volumique d'hydrogène en dessous de 1% ou à moins de 25% de la limite inférieure d'explosivité (LIE).
- f) Pour une enceinte ventilée mécaniquement pour protéger de l'accumulation d'un mélange inflammable, assurer un renouvellement d'air de 4 fois le volume de l'enceinte avant la mise sous tension de tout équipement dont la certification ATEX n'est pas appropriée à la zone.

6.4.1.8.2 *Emplacements*

- g) Installer de préférence les détecteurs d'hydrogène :
 - à proximité des sources potentielles de fuites telles que des raccords des conduites d'hydrogène (par exemple, orifices de ravitaillement en hydrogène), des conduites de prise d'air et d'évacuation dans les bâtiments (ISO TR 15916/ HY APPROVAL WP2/RR715) ;

- devant l'échappement du système de ventilation ou à moins de 150 mm du plafond ou du point le plus élevé de la zone ventilée (ISO 20100/ CAN/BNQ-1-784-000).

6.4.1.8.3 *Seuils de déclenchement*

h) Les seuils de déclenchement varient selon les guides et/ou normes :

- régler le seuil de déclenchement de l'alarme à 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité soit 1% d'hydrogène fraction volumique dans l'air (ISO TR 15916) ;
- régler le seuil de déclenchement de l'alarme à 10 % de la limite inférieure d'inflammabilité et l'arrêt de l'alimentation à 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité soit 1 % d'hydrogène fraction volumique dans l'air (HY APPROVAL WP2) ;
- fixer deux seuils d'activation le plus bas à 25% de la LIE et le plus haut à 50% de la LIE. Si la ventilation n'est pas continue mais initiée par un système de détection gaz, fixer le seuil à 0,4% de la fraction volumique d'hydrogène ou 10% de la limite inférieure d'explosivité (LIE) (ISO/TS 20100).

i) Calibrer les détecteurs sur une échelle allant de 0% à 100% de la LIE.

6.4.1.8.4 *Mesures en cas de détection*

j) Suite à la détection d'hydrogène ou défaillance de la ventilation, déclenchement d'alarmes (visuels et sonores) et de procédures d'arrêt automatique, isolement de l'installation en hydrogène et détermination des actions à déployer.

k) Déclenchement à l'atteinte du seuil le plus faible de signaux visuels et sonores bien distincts de ceux utilisés pour la défaillance du système de ventilation. Maintenir allumé le signal visuel jusqu'au retour à la normale et à la réinitialisation du système hydrogène. Eteindre automatiquement le signal sonore quand la concentration passe au dessous du premier seuil de la LIE ou lors de la réinitialisation manuelle du système.

Activation d'autres mesures à l'atteinte du premier seuil :

- arrêter l'approvisionnement en hydrogène ;
- mettre hors tension le matériel électrique non destiné à être utilisé dans une atmosphère explosive ;
- augmenter la ventilation.

Maintenir ces mesures jusqu'au retour à la normale et réinitialisation du système hydrogène. Déclencher l'arrêt d'urgence à l'atteinte du niveau haut.

l) Installer des lumières permanentes pour éclairer l'ensemble de l'installation et détecter les fuites. Utiliser des détecteurs manuels pour trouver les fuites.

6.4.1.8.5 Synthèse concernant la détection d'hydrogène et asservissement

Détection hydrogène et asservissement		Conception						Emplacements	Seuils de déclenchement			Mesures en cas de détection		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	
Application internationale														
Comité technique/Norme ISO	FD ISO/TR 15916							X	X					
Comité technique/Norme ISO	ISO/TS 20100	X				X	X	X	X	X	X	X		
Application européenne														
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2			X				X	X		X		X	
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X		X									
Application nationale														
Canada	CAN/BNQ-1784-000							X			X			
Italie	FPTCGHRS										X			
Royaume-Uni	RR 715							X						

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la détection hydrogène.

Un premier point porte sur la conformité des détecteurs d'hydrogène par rapport à la norme ISO 26142 :2012 et l'attention portée aux interférences avec les autres gaz. Ensuite, il est également repris l'importance de mettre des détecteurs en l'absence de ventilation naturelle ou implantation en plein air.

Un second point prend en compte les emplacements des détecteurs dans les endroits présentant la plus grande probabilité d'accumulation d'hydrogène tels que les raccords, les ventilations, au niveau des plafonds...

Ensuite, 70% des guides et normes qui traitent de la détection reprennent l'importance de fixer des seuils de détection. Par contre ces seuils varient en fonction des référentiels.

Enfin, suite à la détection, il est souligné l'importance d'asservir cette détection à des alarmes et des procédures automatiques. Le projet de norme ISO20100 détaille les mesures à prendre en fonction des seuils atteints. Le guide européen HY APPROVAL WP2 conseille l'utilisation de détecteurs manuels et un éclairage de l'installation pour repérer les fuites.

6.4.1.9 Moyens de protection et prévention contre le risque d'incendie

6.4.1.9.1 *Comportement au feu des structures*

Pour le comportement au feu des structures, plusieurs aspects concernant les spécificités au niveau des murs, du toit et de la charpente, des ouvertures, des surfaces sous les raccords sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.9.1.1 Généralités

- a) Séparer les pièces ou espaces contenant des combustibles des autres bâtiments par des moyens de protection de type coupe-feu.
- b) Construire le sol, les murs et le plafond des enceintes d'une installation hydrogène en matériaux non combustibles.

6.4.1.9.1.2 Spécificités pour les murs

- c) Les murs entre les bâtiments (exemple les murs de l'enceinte du compresseur) doivent être étanches aux gaz.
- d) Concevoir les cloisons, tuyauteries/ canalisations qui passent à travers les murs de manière à prévenir la diffusion d'hydrogène.
- e) Concernant la résistance au feu, les exigences sont différentes entre les normes, les guides en Europe et au Canada :
 - Concevoir les murs ou façades coupe-feu en briques, béton ou tout autre matériau non combustible et de degré de résistance au feu une heure trente ou REI 90 (ISO 20100/ HY APPROVAL WP2) ;
 - Concevoir les murs situés à moins de 3 m de toute partie d'une installation hydrogène de degré de résistance au feu une heure ou REI 60 (ISO 20100/ CAN/BNQ-1784-000) ;
 - Construire les murs en béton armé de 15 cm d'épaisseur au niveau de la zone de chargement /déchargement. Possibilité de mettre des briques double épaisseurs ou en matériaux non combustibles si l'hydrogène est approvisionné par remorque. Installer des murs de séparation de 20 cm sans ouvertures entre chaque partie de l'installation (FPTCGHRS).

6.4.1.9.1.3 Spécificités pour le toit et la charpente

- f) Construire les enceintes de manière à éviter l'accumulation d'hydrogène en points hauts.
- g) Concevoir la charpente du toit et les poteaux de degré de résistance au feu une heure ou REI 60. Positionner le dispositif coupe feu sur le toit au niveau de zones de fuites potentielles et prolonger au moins de 1,2 m horizontalement.
- h) Installer des plafonds en béton, poutres en acier et dalles en acier pour assurer le confinement des éventuels projectiles si présence d'une installation pour produire de l'hydrogène ou si présence de pipeline. Installer des plafonds légers construits en matériaux non combustibles si l'hydrogène est approvisionné par remorque.

6.4.1.9.1.4 Spécificités pour les ouvertures (portes, fenêtres...)

- i) Installer des moyens de protections type coupe-feu adaptés au niveau des ouvertures (porte, tunnel...).
- j) Mettre en place des portes de type coupe feu avec des dispositifs de fermeture automatique sur toutes les portes ne donnant pas directement sur l'extérieur.
- k) Installer des portes avec ouvertures vers l'extérieur équipées de loquet et à dégagement rapide qui fonctionnent sans clé.
- l) Positionner par installation au minimum deux portes de sorties à des emplacements séparés.
- m) Installer les fenêtres et portes sur les murs extérieurs et positionnés de manière à être facilement accessibles en cas d'urgence.
- n) Installer des vitres sur une enceinte d'une installation hydrogène en matériaux thermoplastiques.

6.4.1.9.1.5 Spécificités pour les surfaces sous les raccords

- o) Concevoir en matériaux incombustibles les surfaces situées sous les raccords de remplissage et tuyauteries d'hydrogène liquide non isolées des véhicules de livraison.
- p) Prévoir un sol en béton ou en tout autre matière non combustible sous les raccords de dépotage d'un réservoir liquide hydrogène et au niveau des zones de stockage. Positionner le raccord dans la zone où se situent les fondations du réservoir.

6.4.1.9.1.6 Spécificités pour certaines installations

- q) Installer le réservoir tampon de gaz hydrogène sur une dalle de béton renforcée ou une structure équivalente.
- r) Les supports des réservoirs cryogéniques doivent être en alliage non combustible et résistant lors d'épandages de liquide cryogénique.

6.4.1.9.1.7 Synthèse concernant le comportement au feu des structures

Comportement au feu des structures		Généralités		Spécificités pour les murs			Spécificités pour les toits et la charpente			Spécificités pour les ouvertures (portes, fenêtres...)					Spécificités pour les surfaces sous les raccords		Spécificités pour certaines installations		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Application internationale																			
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100		X			X	X					X		X	X		X	X	X
Application européenne																			
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2					X							X						
EIGA	IGC Doc 15/06/E									X									
Application nationale																			
Allemagne	Compressed gases 514	X		X															
Canada	CAN/BNQ-1784-000			X		X		X								X			
Italie	FPTCGHRS				X	X			X		X								
Royaume-Uni	RR 715	X		X					X										X

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des comportements au feu des structures.

Un premier point reprend l'importance de séparer les emplacements contenant des combustibles par des moyens de protections de type coupe feu et l'importance de construire le sol, les murs et le plafond en matériaux non combustibles. Les résistances des matériaux ne sont pas identiques pour tous les référentiels et sont détaillées pour chaque élément de structure.

Ensuite des mesures sont définies spécifiquement pour chaque élément telles que l'étanchéité des murs, des plafonds pour éviter l'accumulation d'hydrogène, assurer le confinement des éventuels projectiles, des portes et fenêtres facilement accessibles en cas d'urgence...

Enfin des mesures sont évoquées de façon plus marginales concernant certaines installations telle que la dalle renforcée pour le stockage tampon et les supports des réservoirs cryogénique en alliage non combustible et résistant aux épandages.

6.4.1.9.2 Moyens de lutte contre l'incendie

Pour les moyens de lutte contre l'incendie, plusieurs aspects concernant la suppression des combustibles, les moyens d'extinction, la détection d'incendie sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.9.2.1 Suppression des combustibles

- a) En règle générale, l'extinction d'un incendie impliquant de l'hydrogène n'intervient qu'après avoir isolé la source d'hydrogène en raison du risque d'inflammation d'un important nuage combustible constitué par l'hydrogène non brûlé.
- b) Éliminer tous les combustibles (substances organiques, revêtements bitumineux, carburants...) sous des conduites d'hydrogène et des réservoirs de stockage.
- c) Utiliser des matériaux non combustibles pour les tuyauteries et matériaux d'isolation d'hydrogène cryogénique.
- d) Ne pas utiliser de bois ou autres matériaux combustibles pour les clôtures et barrières.
- e) S'assurer de l'absence de végétaux et de déchets au niveau des installations hydrogène.

6.4.1.9.2.2 Moyens d'extinction

6.4.1.9.2.2.1 Installations fixes d'extinction

- f) Les mesures de protection contre l'incendie peuvent consister en
 - un système d'arrêt du procédé (automatique ou manuel) ;
 - une installation d'extinction à eau du type sprinkler (déluge) ;
 - une installation d'extinction à poudre ou au halon.
- g) Préférer une combinaison de lances à jet brouillard et de lances à jet plein droit afin d'assurer l'adaptabilité maximale pour maîtriser un incendie.
- h) L'eau peut être utilisée pour refroidir les équipements adjacents à un incendie d'hydrogène et pour prévenir la propagation des flammes.

6.4.1.9.2.2.2 Dimensionnement

- i) Vérifier que le système d'extinction incendie est installé et correctement dimensionné par rapport à la zone à protéger.
- j) Fournir l'eau à des volumes et pressions adéquats pour assurer la protection incendie (lutte contre le feu et refroidissement des équipements touchés par l'incendie) et en accord avec le département de lutte contre incendie.
- k) Déterminer la position et la quantité des équipements de lutte contre l'incendie en fonction de la taille de la station-service et en consultant les représentants locaux des services de lutte contre l'incendie.

6.4.1.9.2.2.3 Extincteur

- l) La lutte contre les incendies de faible importance peut être assurée par des extincteurs à poudre chimique, au CO₂ ou encore à l'aide d'azote ou de vapeur. (nota bene : ne pas éteindre de feu torche).
- m) Installer un extincteur sur l'installation ayant une classe feu ABC contenant au moins 6 kg d'agents pour lutter contre l'incendie.
- n) Ne pas utiliser d'extincteur CO₂ car les particules de CO₂ glacé peuvent être source d'ignition due à la formation d'électricité statique.

6.4.1.9.2.3 Détections incendie

- o) Assurer la détection de chaleur par des caméras à l'infrarouge (IR) et la détection de la flamme d'hydrogène par ultra-violets (UV).
- p) Installer des détecteurs hydrogène pour éviter la propagation des flammes vers des équipements à proximité et les effets dominos.
- q) Placer les détecteurs incendies à des emplacements multiples tels qu'au niveau du flexible de chargement et dans les emplacements de transferts et réception d'hydrogène liquide.
- r) Installer des moyens pour détecter les incendies (par exemple des détecteurs de fumée) sur les équipements qui présentent des risques d'incendie (par exemple les équipements électriques à haute tension) s'ils peuvent également affecter directement les stockages d'hydrogène gaz pressurisé.
- s) Installer sous les toits au niveau d'équipements ou stockages d'hydrogène une détection feu qui s'active à 110°C et provoque l'ouverture des systèmes d'urgence pour décharger l'hydrogène de tout réservoir.

6.4.1.9.2.4 Spécificité

- t) Si un réservoir composite est utilisé pour le réservoir tampon, concevoir l'installation de manière à prévenir l'éclatement en cas de feu. Inclure des systèmes de prévention tels qu'une protection fixe contre l'incendie, évacuation du produit ou une protection thermique.

6.4.1.9.2.5 Synthèse concernant les moyens de lutte contre l'incendie

Moyens de lutte contre l'incendie		Suppression des combustibles					Moyens d'extinction										Détections incendie					Spécificité	
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t		
Application internationale																							
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X	X				X	X						X			X						
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100					X					X	X									X	X	X
Application européenne																							
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X	X	X				X								X	X	X				
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X					X	X														X	
Application nationale																							
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X	X						X						X								
Italie	FPTCGHRS												X										
Royaume-Uni	RR 715								X														

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des moyens de lutte contre l'incendie

L'extinction incendie d'hydrogène passe tout d'abord par l'arrêt de l'alimentation en hydrogène et la prévention passe par l'élimination de tous les combustibles dès la conception des installations.

La majorité des référentiels engage à utiliser de l'eau pour refroidir les équipements adjacents à un incendie pour prévenir la propagation de la flamme. **Le projet de norme ISO 20100** et le guide anglais insistent sur le dimensionnement des équipements de lutte en fonction de la zone à protéger.

Pour les incendie de faible importance, il est conseillé de mettre en place des extincteurs poudre de classe feu ABC ou encore l'azote ou la vapeur et de ne pas utiliser d'extincteur CO2.

Concernant la détection incendie, les normes ISO préconisent des détecteurs de flamme hydrogène par ultra-violets et pour la détection de la chaleur des caméras ou des détecteurs infrarouge. Pour les emplacements, il est indiqué de placer les détecteurs à de multiples endroits tels que les zones de transferts, sous les toits ou sur les équipements qui présentent des risques d'incendie.

L'ISO 20100 attirent enfin l'attention sur les mesures complémentaires à mettre en place au niveau des réservoirs composites utilisé pour le réservoir tampon pour éviter l'éclatement en cas de feu.

6.4.1.10 _MOYENS DE PROTECTION ET PREVENTION CONTRE LE RISQUE D'EXPLOSION

Pour les moyens de protection et de prévention contre le risque d'explosion, plusieurs aspects concernant les actions sur les sources d'ignition, la prévention de l'accumulation d'hydrogène et les moyens de protection sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.1.10.1 *Agir sur les sources d'ignition*

a) Exclure toute source mécanique ou électrique d'étincelle à la conception.

6.4.1.10.1.1 D'origine électrique

- b) Séparer l'hydrogène des sources d'ignition par des mesures telles que des cloisons, des différences de pression...
- c) Si des appareils électriques ou des câbles sont à proximité immédiate (environ 1 m) de contenants d'hydrogène, placer les équipements électriques et le câblage dans une enceinte certifiée dont la purge est réalisée par inertage.
- d) Maintenir une pression positive pour séparer les compartiments contenant et ne contenant pas d'hydrogène. Cette technique peut être utilisée pour la séparation avec un compartiment électrique. La norme canadienne spécifie que la pressurisation doit être conforme à la norme NFPA 496 ou la norme CEI/IEC 60079-2.
- e) Séparer par une lame d'air ou un joint étanche les compartiments contenant et ne contenant pas d'hydrogène. Cette technique peut être utilisée pour la séparation avec un compartiment électrique.
- f) Assurer la protection des systèmes de sécurité électriques de l'incendie et de la surchauffe d'équipements.
- g) Placer les sources d'ignition (appareils électriques, câbles...) en contrebas des équipements contenant de l'hydrogène. Surélever les systèmes contenant de l'hydrogène car celui-ci a tendance à monter de par sa faible densité.
- h) Les installations extérieures doivent être protégées contre la foudre. Interrompre le fonctionnement pendant un orage électrique ou à l'approche de celui-ci.
- i) Relier à la terre l'ensemble de l'installation y compris les dispositifs mobiles lors d'un nouveau raccordement.

- j) Protéger l'installation contre des risques dus aux courants électriques vagabonds et à l'électricité statique (prendre une résistance électrostatique aux fuites n'excédant pas 10 Ohm pour EIGA 15/06. Pour le projet de norme ISO 20100 la résistance de mise à la terre doit être inférieure à 30 Ohms).
- k) Positionner les câbles de manière à ne pas créer d'interférences entre eux. Sélectionner des câbles de transmission de signal étanches, hautement conducteurs et blindés sinon privilégier la protection par des tubes en acier.
- l) Si la station-service hydrogène n'est pas alimentée par le tableau de distribution principal, prendre en considération l'équilibre des courants.
- m) Mettre un ou plusieurs dispositifs pour arrêter l'alimentation en énergie électrique d'une zone à risque en cas d'urgence. Si certains équipements électriques doivent être maintenus pour éviter des risques complémentaires, maintenir le système avec un circuit d'alimentation distinct du circuit d'arrêt d'urgence.
- n) Si l'espace contenant l'équipement à hydrogène a un mur commun avec un bâtiment et est séparé de l'intérieur par une porte, asservir la porte à l'arrêt de l'équipement.
- o) Si le chauffage est requis pour vaporiser l'hydrogène liquide, chauffer à l'aide d'eau chaude ou vapeur pour éliminer les équipements électriques.

6.4.1.10.1.2 D'origine mécanique

- p) Concevoir les actionneurs (vannes, soupapes...) de manière à ne pas constituer une source d'inflammation de l'hydrogène libéré.

6.4.1.10.2 *Prévenir l'accumulation d'hydrogène*

- q) Prévenir l'accumulation d'hydrogène dans les enceintes par des méthodes passives telles que:
 - l'utilisation de raccords sécurisés en permanence et construits de la sorte que le débit de fuite maximum est limité à une valeur prévisible ;
 - ventilation naturelle.
 Prévenir l'accumulation d'hydrogène dans les enceintes par des méthodes actives tels que:
 - la ventilation active ;
 - un système de détection gaz ;
 - tout autre moyen de détection de fuite.
 - Positionner les générateurs, le compresseur, les réservoirs, les tuyauteries d'hydrogène et les équipements associés sur les toits des bâtiments.

6.4.1.10.3 *Moyens de protection*

- r) Installer un dispositif de décharge d'explosion tels que:
 - un mur en matériau léger ;
 - des panneaux légèrement fixés ;
 - des portes qui pivotent vers une ouverture extérieure légèrement fixées sur les murs extérieurs ;
 - des murs ou toits légèrement fixés.

- s) Installer les événements d'explosion aux endroits où si une explosion survenait, la pression engendrée sans ce dispositif entraînerait la projection de missiles dangereux. Positionner les dispositifs de décharge en cas d'explosion à l'extérieur des bâtiments (uniquement sur le toit ou les murs extérieurs).
- t) Réduire au minimum le risque potentiel d'accélération de la flamme ou de détonation en mettant en place des arrête-flammes, des orifices ou des tuyauteries de petites dimensions.
- u) Prévoir un éclairage de sécurité en cas d'urgence.

6.4.1.10.4 Moyens de protection et prévention contre le risque d'explosion.

Moyens de protection et prévention contre le risque d'explosion		Agir sur les sources d'ignition															Prévenir l'accumulation d'hydrogène		Moyens de protection				
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	
Application internationale																							
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916			X	X			X		X							X				X		
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100						X		X	X	X							X	X	X			
Application européenne																							
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2							X	X	X						X				X	X		
EIGA	IGC Doc 15/06/E							X		X	X									X			
Application nationale																							
Allemagne	Compressed gases 514								X		X	X	X	X									
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X		X		X				X						X							
Italie	FPTCGHRS									X													
Royaume-Uni	RR 715		X					X															

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des moyens de maîtrise du risque d'explosion

Dans un premier point, l'ensemble des référentiels reprend l'importance d'agir sur les sources d'ignition. Sur les sources d'ignition d'origine électrique, il s'agira de séparer l'hydrogène par des cloisons, des joints étanches, des lames d'air, en maintenant une enceinte inerte ou/et, une pression positive. Il s'agira de ne pas positionner les équipements et tuyauteries contenant de l'hydrogène sous ou près de ligne électrique. Au niveau électrique, 75% des normes et guides reprennent l'importance de relier à la terre et de protéger les installations des risques dus aux courants vagabonds et à l'électricité statique.

*Dans une deuxième partie, le **projet de norme ISO20100** souligne l'importance de prévenir l'accumulation d'hydrogène par des méthodes passives par l'utilisation de raccords sécurisés (voir la partie tuyauteries) et une ventilation naturelle (voir la partie ventilation) ainsi que par des méthodes actives telles que la ventilation active, la détection gaz (voir la partie détection hydrogène) et tout autre moyen de détection de fuite.*

Enfin, la moitié des référentiels préconisent d'installer un dispositif de décharge en cas d'explosion afin d'éviter la projection de missiles dangereux.

6.4.1.11 Protection contre les agressions extérieures

6.4.1.11.1 *Protection contre la corrosion*

Concernant la protection de la corrosion, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides:

- a) Protéger les équipements contenant de l'hydrogène (bouteilles de gaz, tuyauteries, réservoirs et leurs supports...) contre la corrosion.
- b) Pour les tuyauteries enterrées, mettre des tuyauteries avec une protection contre la corrosion extérieure. La tuyauterie enterrée doit être revêtue et munie d'un système de protection cathodique.
- c) Tenir compte du phénomène d'oxydation galvanique en milieu humide (présence d'électrolytes) entre des métaux de natures différentes.
- d) Dans les installations où de l'ammoniac peut être présent comme impuretés, ne pas utiliser de cuivre ou alliage de cuivre, étain et zinc pour les tuyauteries et raccords.

Protection contre les agressions extérieures		a	b	c	e
Application internationale					
Comité technique : norme ISO	FD ISO/TR 15916			X	
Comité technique : norme ISO	ISO/TS 20100			X	
Application européenne					
Commission européenne : handbook	HY APPROVAL WP2	X		X	
EIGA	IGC Doc 15/06/E				X
Application nationale					
Allemagne	Compressed gases 514	X	X	X	
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X		
Royaume-Uni	RR 715	X	X		

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la protection contre la corrosion.

Il s'agit de protéger les équipements contenant de l'hydrogène contre la corrosion avec des précautions particulières à apporter aux tuyauteries enterrées.

La moitié des référentiels reprend l'importance de tenir compte de l'oxydation galvanique.

Enfin, si lors de la production d'hydrogène, de l'ammoniac peut être présent comme impuretés, des précautions complémentaires sont à prendre quant au choix des métaux pour les tuyauteries et raccords.

6.4.1.11.2 Protection contre les chocs et agressions mécaniques

Concernant la protection contre les chocs et agressions mécaniques, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Protéger les équipements contenant de l'hydrogène (bouteilles de gaz, tuyauteries, réservoirs et leurs supports...) des chocs ou des projections de matériel. Éviter les pièces mobiles.
- b) Protéger les installations des chocs de véhicules par la mise en place de barrières ou bornes.
- c) Installer les installations sur un socle élevé ou les protéger par des pierres ou des dispositifs similaires ayant des dimensions appropriées pour permettre les déplacements du véhicule.
- d) Pour assurer la protection contre les impacts de véhicule, installer des montants tubulaires en béton d'au moins 100 mm de diamètre et d'une hauteur de 750 mm au dessus du sol ou structures équivalentes. Prévoir, une distance maximale entre deux montants successifs de 1 m et une distance minimale les séparant des équipements de 300 mm. Enfoncer les montant d'une profondeur de 915 mm dans le sol et entouré d'un bloc de béton de 305 mm de diamètre et de 915 mm de longueur (enfoncé dans le sol).
- e) Placer les dispositifs de décompression de façon à réduire au maximum les possibilités de chocs entre les tuyauteries et ses équipements connexes.

- f) Concevoir la coque externe des réservoirs cryogénique pour résister à une pression extérieure équivalente au double de la pression atmosphérique.
- g) Enregistrer l'emplacement des tuyauteries dans des documents techniques.
- h) Avant l'installation d'une station-service, prendre en considération l'activité sismique de la zone.

Protéger contre des chocs électriques et activités mécaniques les systèmes de sécurité électriques.

Protection contre les chocs et agressions mécaniques		a	b	c	d	e	f	g	h	i
Application internationale										
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100	X								X
Application européenne										
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X	X			X			X	
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X							
Application nationale										
Allemagne	Compressed gases 514			X						
Canada	CAN/BNQ-1784- 000	X	X		X		X			
Italie	FPTCGHRS	X								
Royaume-Uni	RR 715	X						X		

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la protection contre les chocs et agressions mécaniques.

Dans un premier point, l'ensemble des référentiels reprennent l'importance de protéger les installations contre les chocs de véhicules et les projections de matériels. Pour les chocs liés aux véhicules, les mesures mises en place peuvent être des barrières, des bornes, des pierres ou de surélever l'installation sur un socle. Le référentiel canadien définit les dimensions des protections à mettre en place. Pour les chocs liés au matériel, il s'agit d'éviter les pièces mobiles et de mettre en place des dispositifs pour éviter la surpression. Le référentiel canadien conseille même de renforcer la coque externe des réservoirs cryogéniques.

Dans un second point des mesures plus marginales sont évoquées telles que la prévention du risque sismique et la protection contre les chocs électriques et activités mécaniques (l'enregistrement des tuyauteries).

6.4.1.11.3 Malveillance

Concernant la malveillance, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Concevoir les installations de manière à ne permettre l'accès qu'au personnel autorisé de certaines zones (stockage, compresseur...).
- b) Clôturer les emplacements non ouverts au public. Laisser un dégagement de 0,8 m entre la clôture et l'installation et prévoir une hauteur d'au moins 1,8 m (voir 2 m).
- c) Prendre des mesures pour protéger les réservoirs sous haute pression des actes de vandalisme.
- d) Pour les stations-service non surveillées, sécuriser les équipements contre la falsification.
- e) Protéger les orifices d'aération par un dispositif anti intrusion tel que des fils en acier.

Malveillance		a	b	c	d	e
Application internationale						
Comité technique Norme ISO	ISO/DIS 20100	X	X			
Application européenne						
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X		X	
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X				
Application nationale						
Royaume-Uni	RR 715			X		
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X			
Italie	FPTCGHRS					X
Allemagne	Compressed gases 514	X				

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la protection contre la malveillance.

Dans un premier point, la majorité à référentiels reprennent la nécessité de limiter l'accès au personnel autorisé certaines zones en installant des clôtures d'au moins 1,8 m de haut et avec un dégagement de 0,8 m autour de l'installation. Le guide anglais insiste sur la protection des installations sous haute pression.

Dans un second point des mesures plus marginales sont évoquées telles que la sécurisation des stations-service non surveillées et la protection des orifices d'aération.

6.4.2 Distance de sécurité

L'agence européenne des industries du gaz (EIGA) propose à travers le document IGC doc 75/07/E édité en 2007 la définition suivante :

La distance de sécurité est la séparation minimum entre une source (danger) et un objet (un humain, un équipement ou un environnement) qui atténuera l'effet d'un accident prévisible et préviendra qu'un incident moindre se transforme en accident majeur.

Cette définition est reprise par l'ISO/ TS 20100.

Le laboratoire américain SANDIA, référent pour les normes NFPA, définit la distance de sécurité :

Les distances de séparation ou sécurité sont utilisées pour protéger le public et les autres établissements des conséquences de potentiels accidents liés à des opérations d'une installation. Les distances de séparation sont aussi utilisées pour réduire le potentiel qu'un accident mineur sur une partie de l'installation se propage à une autre partie de l'installation ce qui a pour effets d'augmenter les conséquences qui en résultent.

Actuellement, les distances de sécurité restent un sujet sur lequel les différents pays ne trouvent pas de consensus. Ces différends apparaissent à travers le projet de norme 20100 qui n'a pas été validée à cause de ce point. Le désaccord provient principalement d'un désaccord entre les États-Unis et l'Europe. L'Europe a validé la norme et les États-Unis exigent des distances plus importantes.

Il a été choisi de présenter les distances en deux parties :

- Certains guides ou normes abordent les distances de sécurité par quelques exigences.
- Des tableaux généraux ont ensuite été mis en place en fonction de différents facteurs par d'autres guides. Il a été choisi ici de reprendre les différents facteurs.

6.4.2.1 Exigences concernant les distances de sécurité (implantation des différentes installations)

Concernant les distances de sécurité, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Positionner les stations-service dans des zones facilement accessibles pour le chargement, la distribution, par les services de lutte contre les incendies et permettant de s'échapper en cas d'urgence.
- b) Positionner les tuyauteries enterrées en profondeur (minimum 600 mm) pour prévenir des chocs et séparer au minimum, des câbles électriques et d'autres tuyauteries, de 50 mm.
- c) Séparer d'une distance de 50 mm tout câble électrique de toute tuyauterie d'hydrogène.
- d) Maintenir une distance entre les réservoirs et les substances inflammables.
- e) Maintenir une distance de sécurité de 3 m autour des équipements contenant de l'hydrogène.

- f) Protéger les emplacements de stockage des chocs mécaniques en les maintenant à distance des zones d'entrée ou de sortie qui mène à la voie publique.
- g) Installer le réservoir tampon d'hydrogène gaz à 15m des réservoirs aériens de liquides inflammables ou combustibles. Installer le réservoir tampon plus haut que les autres stockages à moins que des buttes, des murs de protection et des digues soient utilisés pour éviter l'accumulation de liquides sous le stockage tampon.
- h) Prévoir une distance à parcourir de 6 m maximum entre le chemin d'accès et tout point où une opération de maintenance peut avoir lieu pour un stockage d'hydrogène enterré.
- i) Maintenir un espace dégagé de 0,8 m autour de chaque capacité de stockage et équipement.
- j) Séparer de 3 m le compresseur et le stockage tampon et de 5 m pour les autres stockages.
- k) Maintenir une distance minimale de 7,6 m entre les raccords de récipients et les véhicules garés.
- l) Séparer de 2 m les bornes de distribution hydrogène.
- m) Pas de distance de séparation imposée entre la borne de distribution et le véhicule qui doit être rempli.
- n) Ne pas placer les installations contenant de l'hydrogène à moins de 3 m de la bordure d'un toit à moins de prévenir les chutes.
- o) Placer l'évent à une hauteur d'au moins 4,5 m au dessus du sol et d'au moins 3 m au dessus de tout équipement ou de tout bâtiment.
- p) Positionner l'évent à une distance minimale de 2,5 m de haut par rapport à la zone piétonne.
- q) Maintenir libre de végétations sèches et de combustibles une zone de 3 m autour des installations hydrogène.
- r) Mettre en place des accès fixes pour installations de plus de 4 m de haut. Pour les structures dépassant 8 m, installer un escalier menant à une échelle n'excédant pas 4 m de haut.
- s) Réduction des distances de sécurité pour les installations contenant de l'hydrogène en adoptant des mesures techniques telles que l'édification d'un mur de protection ou un dispositif de décharge de pression suffisamment grand

Distances de sécurité		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	
Application internationale																					
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100	X						X	X	X						X				X	
Application européenne																					
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X	X		X														X		
EIGA	IGC Doc 15/06/E			X																	
Application nationale																					
Allemagne	Compressed gases 514	X				X	X				X		X	X						X	
Canada	CAN/BNQ- 1784-000										X				X		X				

Des distances de sécurité ont été établies en suivant des critères différents:

- la norme CAN : BNQ 1784-000 /2007 distingue:
 - l'hydrogène sous sa forme gaz ou liquide ;
 - les quantités d'hydrogène stocké.
- la réglementation italienne distingue:
 - les distances de protection, distances de sécurité interne et les distances de sécurité externes ;
 - les installations produisant de l'hydrogène ou livré par pipeline, approvisionné sous forme liquide ou gaz et les bornes de distributions ;
 - les stations utilisant divers carburants.
- les préconisations des professionnels du gaz (EIGA) prennent en compte:
 - les installations ou équipements présentes contenant ou non de l'hydrogène ;
 - les sources d'inflammation.
- le projet de norme ISO 20100 prend en compte:
 - les quantités stockées en hydrogène;
 - la pression de service de l'installation ;
 - le volume équivalent en eau que peut contenir le système (stockage ou transfert)
 - les composants (raccords, vannes, flexibles...).

A partir de ces critères, les systèmes sont classés par catégorie et un indicateur de probabilité de fuite est établi. Ces deux paramètres permettent de classer les systèmes de système très simple de gaz à un système complexe. Il permet ensuite de donner des distances de sécurité en prenant en compte les installations exposées.

- le référentiel NFPA 55 présente des distances de sécurité:
 - les distances entre les réservoirs, containers et cylindres et les systèmes exposés ;
 - les distances entre les réservoirs cryogéniques stationnaires ou non et les systèmes exposés ;
 - les distances entre les systèmes contenant l'hydrogène gaz et les systèmes exposés ;
 - les distances entre les systèmes contenant l'hydrogène liquide.

Les paramètres pris en compte sont :

- le diamètre de tuyauterie et la pression.
- le volume des réservoirs.

En annexe E du NFPA 55 expose la détermination des distances de séparation pour les stockages d'hydrogène gaz.

6.4.2.2 Comparaison des approches NFPA et ISO pour évaluer les distances de sécurité

Le but de ce chapitre est d'exposer les points communs et les différences entre distances de sécurité proposées par l'ISO¹⁶ (Organisation for Standardization) et la NFPA¹⁷ (National Fire Protection Association) présentées au point précédent. Cette étude comparative se base sur deux articles :

- comparison of NFPA and ISO approaches for evaluating separation distances by Jeffrey Lachance, Sandia National Laboratories, July 26,2010;
- Safety distances: comparison of the methodologies for their determination by M. Vanuzzo and M Carcassi, Department of Mechanical, Nuclear and of Production Engineering, University of Pisa, 2011.

Les deux organismes font une évaluation quantitative du risque. :

- des distances d'effets sont calculées sur des hypothèses de tailles de brèche pour les phénomènes dangereux retenus comme représentatifs ;
- des probabilités de fuites sont évaluées selon différentes méthodes en intégrant des probabilités d'inflammation.

Les distances de sécurité entre des équipements et des cibles potentielles internes ou externes de phénomènes dangereux se basent ensuite sur des seuils d'acceptabilité du risque. Ces seuils sont définis pour ces différentes cibles (personnes à l'extérieur...).

¹⁶ ISO/TS 20100:2011 Carburant hydrogène gazeux – Stations-service

¹⁷ NFPA 55:2013 Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code

Comparaison des approches NFPA et ISO

- 1- **La détermination des fréquences de rejet.** L'approche NFPA se base sur l'analyse statistique bayésienne et l'approche ISO utilise une analyse statistique différente. La méthode mise en place par l'ISO pour déterminer la distances de sécurité est basée un modèle de fréquence de fuite spécifique et prenant en compte chaque composant.
- 2- **Phénomènes dangereux et probabilité d'inflammation.** L'ISO considère seulement le cas du jet enflammé avec une probabilité d'inflammation de 0,04 tandis que le NFPA considère à la fois le jet enflammé avec une probabilité de 0,008 et le flash fire/VCE avec une probabilité de 0,004. La NFPA considère donc les effets de surpression contrairement à l'ISO. Pour déterminer la longueur du jet enflammé, ils se sont appuyés sur le même modèle développé spécifiquement pour l'hydrogène.
- 3- **Critères d'acceptabilité du risque.** Le choix de ce critère est de $2 \cdot 10^{-5}$ /an pour la norme NFPA et varie en fonction de la cible pour l'ISO. Les conséquences sont évaluées selon des approches de type QRA.
- 4- **Différentes tailles de fuites considérées.** La différence la plus importante est le choix de la taille de fuite. La NFPA considère toujours 3% de la section d'écoulement. L'ISO prend des dimensions plus petites qui varient en fonction du type de système considéré et atteint au maximum 1.81% de la section d'écoulement.

	NFPA	ISO
Modèle jet enflammé	modèle de Houf et Schefer	modèle de Houf et Schefer
Fréquences de rejet	Analyse Bayésienne	Linéarisation de données issues du laboratoire Sandia
Phénomènes dangereux et probabilité d'inflammation	jet enflammé : 0,008 flash fire/VCE : 0,004	jet enflammé : 0,04
Critère acceptabilité du risque	$2 \cdot 10^{-5}$ /an	public 10^{-5} /an expositions critiques 10^{-6} /an clients remplissant leur voiture 10^{-4} /an
Tailles de fuite	3% de la section d'écoulement	dimensions plus petites qui varient en fonction du type de système considéré (au maximum 1.81% de la section)

Tableau 8 : Comparaison des approches NFPA et ISO

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre compare les approches de calcul vis-à-vis des distances de sécurité préconisées par la NFPA et ISO.

Une différence majeure entre la NFPA et ISO est le choix de la dimension de fuite. La NFPA considère toujours 3% de la section d'écoulement. L'ISO prend des dimensions plus petites qui varient en fonction du type de système considéré et atteint au maximum 1.81% de la section d'écoulement. La NFPA considère aussi le Flash Fire / VCE contrairement à l'ISO.

Les distances de sécurité restent un sujet sur lesquels les différents pays n'ont actuellement pas de consensus. Le sujet des distances de sécurité fait l'objet d'un projet de norme ISO 19880 qui est en cours d'élaboration et dont la finalisation est prévue pour 2015.

6.4.3 Prescriptions spécifiques

6.4.3.1 Dépotage d'hydrogène

Concernant le dépotage d'hydrogène, plusieurs aspects sont abordés dans le projet de norme ISO/ TS 20100.

- a) Positionner les branchements et les équipements de contrôle nécessaire pour le dépotage d'hydrogène liquide adjacents de telle manière que les contrôles effectués sur la citerne et le réservoir soient visibles et accessibles de l'emplacement prévu pour l'opérateur.
- b) Prévoir pour la citerne en cours de dépotage un emplacement en plein air et non en enceinte fermée.
- c) Prévoir un accès et une sortie faciles des camions citernes aux installations.

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences spécifiques au dépotage

Concernant le dépotage, le projet de norme ISO 20100 est le seul référentiel ayant émis des exigences sur le sujet. Il s'agit de prendre des précautions concernant le dépotage d'hydrogène liquide telles que la surveillance en parallèle de la citerne et du réservoir, la nécessité d'effectuer le dépotage en plein air et la facilité d'accès des camions à l'installation.

6.4.3.2 Capacités de stockage d'hydrogène

6.4.3.2.1 Généralités

Concernant les capacités de stockage d'hydrogène, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Equiper les capacités de stockage d'hydrogène :
 - d'une vanne de sectionnement installée au niveau de l'orifice de refoulement, aussi proche que possible de la capacité de stockage ;
 - d'un système de régulation de pression ;
 - d'un système éprouvé de mise à l'air libre ;
 - de dispositifs permettant d'éviter les surpressions.
- b) Installer les capacités de stockage sur une dalle de béton armé ou ouvrage équivalent.
- c) Fixer les structures de support de récipients solidement (au toit et aux autres équipements).
- d) Equiper les récipients de stockage de dispositifs permettant d'éviter les surpressions de manière à rendre impossible l'arrêt brutal de transfert ou la fermeture des vannes lors de transfert en aval des récipients.
- e) Ne pas activer les dispositifs de prévention de la surpression en fonctionnement normal.

Capacités de stockage d'hydrogène : généralités		a	b	c	d	e
Application internationale						
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X				
Application nationale						
Allemagne	Compressed gases 514				X	X
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X	X		

6.4.3.2.2 Stockage d'hydrogène liquide

Concernant le stockage d'hydrogène liquide, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guide.

- a) Les stockages à basses températures doivent prendre en compte des mesures appropriées pour prévenir la formation d'atmosphères enrichies en oxygène par condensation ou manque d'isolation sur des surfaces exposées aux températures cryogéniques.
- b) Concevoir les stockages cryogéniques pour minimiser les fuites dans le réservoir et minimiser le boil-off (vaporisation de l'hydrogène liquide en phase gaz).
- c) Doter de deux systèmes indépendants de protection contre la surpression la cuve interne d'un stockage d'hydrogène liquide. Raccorder ces deux systèmes par une vanne trois voies. Prévoir pour chaque système une soupape et un disque de rupture.

- d) Installer un clapet anti-retour ou une vanne d'isolement sur la ligne de transfert d'hydrogène liquide pour prévenir de retour de fluide si rupture du flexible ou de fuite lors de l'approvisionnement en hydrogène.
- e) Pour chaque pompe cryogénique, installer une soupape et une évacuation pour prévenir la surpression et prendre en compte toutes les conditions de fonctionnement en incluant le refroidissement de la pompe.
- f) Le réservoir doit être localisé dans une enceinte sécurisée en plein air et non dans un bâtiment en présence de personnel.
- g) Installer des bordures de déviation, des digues, de pentes pour s'assurer que les fuites d'un stockage de liquide combustible installé à un niveau plus élevé que le stockage liquide d'hydrogène ne s'accumule pas dans les 15 m autour d'un stockage d'hydrogène liquide.

Stockage d'hydrogène liquide		a	b	c	d	e	f	g
Application internationale								
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916		X					
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100				X	X		X
Application européenne								
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X					
Application nationale								
Royaume-Uni	RR 715	X					X	
Canada	CAN/BNQ-1784- 000			X				
Allemagne	Compressed gases 514		X					

6.4.3.2.3 *Stockage d'hydrogène gazeux*

Pour les stockages d'hydrogène gaz, plusieurs aspects concernant les stockages en bouteilles, enterrés et tampon sont abordés dans les textes normatifs et guides.

6.4.3.2.3.1 Généralités

- a) Pour l'approvisionnement en gaz, utiliser un stockage fixe réutilisable de préférence à un nombre important de bouteilles connectées séparément.
- b) Prévoir des stockages d'hydrogène gaz horizontaux et sur un même niveau. Maintenir ouvertes les extrémités.

6.4.3.2.3.2 Stockages en bouteilles

- c) Fixer toute alimentation en hydrogène mobile afin d'en prévenir le déplacement.
- d) Installer un dispositif de butée ou équivalent pour indiquer la position normale de stockage des racks ou de la remorque.
- e) Ne pas placer les stockages d'hydrogène gaz en dehors des zones conçus pour le déchargement.
- f) Prévoir un emplacement de stockage temporaire pour remplacer les bouteilles ou remorques sans interférer avec les opérations de distribution ou suspendre les opérations de distribution pendant l'approvisionnement.
- g) Ne pas positionner l'emplacement de stockage temporaire à proximité de bâtiments où le personnel est présent ou à côté de zones à risques, source de carburants, gaz ou liquides inflammables.

6.4.3.2.3.3 Stockages enterrés

- h) Placer les capacités de stockages d'hydrogène gaz enterrés dans une enceinte pour protéger et permettre l'accès au réservoir.
- i) Prévoir le branchement à un flexible d'approvisionnement fixe en cas de stockage d'hydrogène gaz enterré.
- j) Prévenir l'accumulation d'eau dans un stockage d'hydrogène gaz enterré.
- k) Installer sur le dessus d'un stockage enterré une grille métallique ou un toit suffisamment résistant pour porter le poids d'un véhicule chargé.
- l) Concevoir le toit de l'enceinte d'une capacité de stockage d'hydrogène gaz enterré de façon à permettre l'évacuation des fuites.
- m) Placer les vannes manuelles, automatiques, les soupapes et les disques de rupture d'un stockage enterré au dessus du sol et accessible seulement au personnel autorisé.
- n) Ne prévoir aucun accès à l'enceinte d'un stockage d'hydrogène gaz enterré excepté pour des opérations nécessaires telles que des inspections, des chargements, des déchargements et de la ventilation.
- o) Prévoir un espace de dégagement suffisant entre les récipients de stockage d'hydrogène gaz enterrée pour permettre l'inspection visuelle et l'entretien. Prévoir une voie d'accès pour le personnel d'une dimension minimale de 0,5 m², dotée d'une échelle fixe permanente.
- p) Possibilité de positionner une enceinte adjacente (contenant d'autres produits qui peuvent être combustibles) au stockage enterré. Prévoir un mur étanche aux gaz et liquides et capable de résister à la charge imposée d'une enceinte remplie d'eau.

6.4.3.2.3.4 Stockage tampon

- q) Installer des supports tels un berceau ou une structure similaire ou un rack avec un support individuel pour chaque stockage tampon d'hydrogène gaz
- r) Si le stockage tampon d'hydrogène gaz peut être exposé à un incendie conduisant à la rupture du récipient, activer thermiquement et manuellement des vannes qui vidangent tout le contenu.

6.4.3.2.3.5 Synthèse concernant le stockage d'hydrogène gazeux

Stockage d'hydrogène gazeux		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r
Application internationale																			
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100		X		X	X	X	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X
Application nationale																			
Royaume-Uni	RR 715	X																	
Canada	CAN/BNQ-1784-000			X					X				X			X			

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des installations de stockage hydrogène

Concernant le stockage en générale, les référentiels reprennent l'importance d'avoir des barrières techniques pour isoler rapidement une installation, pour contrôler la pression, mettre à l'air libre et éviter les surpressions. Le référentiel canadien insiste sur le fait de fixer solidement les récipients de stockage sur une dalle de béton armé ou un ouvrage équivalent.

Concernant le stockage d'hydrogène liquide, les référentiels reprennent l'importance de minimiser le boil-off et d'avoir une isolation thermique pour prévenir les atmosphères enrichies en oxygène sur les réservoirs cryogéniques. Le guide canadien préconise de mettre en place deux systèmes de protection contre la surpression reliés par une vanne trois voies. Le projet de norme ISO 20100 revient sur les tuyauteries d'approvisionnement en indiquant de mettre une vanne d'isolement et un clapet anti-retour et de protéger de la surpression chaque pompe cryogénique. Enfin sur l'emplacement, le guide anglais préconise l'installation du réservoir cryogénique en plein air et le projet de norme ISO 20100 l'installation de moyens pour dévier les fuites de liquide combustible au niveau des stockages cryogéniques.

Concernant le stockage d'hydrogène gaz, cette partie traite les stockages gaz en bouteilles, les stockages enterrés et stockages tampon. Le guide anglais privilégie le stockage fixe réutilisable aux bouteilles. La norme ISO revient sur le fait de stocker l'hydrogène gaz en horizontal avec des systèmes pour stabiliser les stockages, de prévoir des zones pour le déchargement et d'éviter de choisir des emplacements à coté de bâtiments avec présence de personnel. Pour le stockage enterré, il s'agit de mettre une enceinte avec des moyens pour évacuer l'eau, de concevoir le toit pour résister aux charges et permettre l'évacuation de fuite, de limiter l'accès et de protéger contre le risque de surpression. Concernant les stockages tampon, il s'agit de mettre en place des structures individuelles et de prévoir des systèmes de vidange en cas d'incendie.

6.4.3.3 Vaporisation de l'hydrogène

Concernant la vaporisation, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Fournir la chaleur pour la vaporisation d'hydrogène liquéfié par l'intermédiaire d'un milieu comme de l'air, de la vapeur ou une solution aqueuse appliquée à la tuyauterie ou aux serpentins ou à la surface d'un échangeur. Il s'agit d'éviter une alimentation par matériel électrique et ainsi les sources d'ignition à proximité de tuyauteries contenant de l'hydrogène.
- b) Protéger l'évaporateur et les tuyauteries associées de la surpression. Le projet de norme ISO 20100 précise de positionner les soupapes sur des échangeurs de chaleur de manière à ce que les soupapes ne soient pas soumises à des températures excédant 60°C en fonctionnement normal à moins qu'elles soient conçues pour résister à des températures plus élevées.
- c) Installer des dispositifs pour s'assurer que la température des gaz froids contenus dans l'échangeur:
 - ne cause pas de dommage sur les équipements et tuyauteries en aval ;
 - n'affecte pas la distribution.

Installer un système pour arrêter l'écoulement si une température trop basse est détectée.

- d) Mettre en place un échangeur et des tuyauteries associées suffisamment flexibles pour supporter les effets de contraction et d'expansion due aux changements de température.
- e) Concevoir l'évaporateur pour éviter en fonctionnement normal l'accumulation de glace due à la condensation de l'humidité ambiante.
- f) Dimensionner l'évaporateur pour un flux maximum spécifique aux pompes cryogéniques.
- g) Installer un système sur l'évacuation d'hydrogène pour éviter que l'hydrogène liquide n'entre dans une installation d'hydrogène gaz et un dispositif pour éviter le retour de l'hydrogène vaporisé.

Vaporisation de l'hydrogène		a	b	c	d	e	f	g
Application internationale								
Comité technique/: norme ISO	ISO/TS 20100	X	X	X	X	X	X	X
Application européenne								
Commission européenne : handbook	HY APPROVAL WP2	X						
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X						
Application nationale								
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X	X					

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de l'installation pour vaporiser l'hydrogène. Cette installation est présente si l'hydrogène est stocké sous forme liquide.

Concernant la chaleur à fournir, l'ensemble des référentiels reprend l'utilisation d'intermédiaire tel l'air, la vapeur ou une solution aqueuse à la surface d'un échangeur. Le projet de norme ISO 20100 principalement insiste sur la protection de l'installation vis-à-vis de la surpression et des effets dus aux chocs thermiques. Enfin elle préconise également le dimensionnement de l'évaporateur par rapport aux flux des pompes cryogéniques et l'installation d'un dispositif pour éviter le retour d'hydrogène vaporisé.

6.4.3.4 Station de compression hydrogène

Concernant la station de compression hydrogène, plusieurs aspects concernant les capteurs de surveillance, l'isolement et les emplacements sont abordés dans les textes normatifs et guides et évoqués dans les chapitres suivants.

6.4.3.4.1 Capteurs de surveillance de l'installation

- a) Surveiller la pression d'entrée dans le compresseur pour éviter le vide dans la ligne d'approvisionnement et par conséquent l'arrivée d'air. Arrêter le compresseur par un système instrumenté de sécurité si la pression atteint un minimum.
- b) Si l'approvisionnement en hydrogène peut atteindre une basse pression (une pression inférieure à la pression atmosphérique), installer un système de mesure en continue de l'oxygène. La détection d'oxygène commande l'arrêt du compresseur. Le projet de norme ISO 20100 et le guide IGC Doc 15/06/E précisent que le seuil d'arrêt du compresseur est 1% d'oxygène.
- c) Surveiller la température et pression en aval du dernier refoulement par un indicateur ou une alarme commandant l'arrêt du compresseur. Le guide allemand précise que l'arrêt du compresseur doit se faire avant les dispositifs de sécurité tels que soupapes et disques de rupture.

6.4.3.4.2 Isolement

- d) Installer une vanne d'isolement entre l'unité de compression et les réservoirs de stockage positionnée en dehors de l'enceinte du compresseur pour couper l'arrivée d'hydrogène en cas d'arrêt d'urgence ou de panne électrique.
- e) Quand les compresseurs sont installés en parallèle, équiper chaque ligne de refoulement d'un clapet anti-retour.
- f) Installer en aval du compresseur une vanne d'isolement et un clapet anti-retour entre le compresseur et l'équipement à fournir en gaz.

6.4.3.4.3 Emplacement

- g) Positionner la station de compression dans une unité séparée
- h) Concevoir les enceintes du compresseur de manière à empêcher l'accumulation d'hydrogène.
- i) Prévoir pour le mur d'enceinte du compresseur un degré de résistance au feu minimal de deux heures ou REI 120.
- j) Installer les groupes compresseurs sur une dalle de béton armé ou un ouvrage équivalent.

6.4.3.4.4 Spécificités

- k) Pour réguler la capacité de l'outil de production, intégrer un réservoir d'alimentation tampon positionné en dehors de l'enceinte du compresseur.
- l) Éviter le transfert des vibrations provenant du compresseur aux conduites et composants en aval. Le projet de norme ISO/DIS 20100 spécifie que les limites de vibration du compresseur données par le fabricant ne doivent pas excéder 20 mm/s.
- m) Si maintien des équipements électriques et/ ou carter du compresseur sous pression à l'aide d'un gaz interne, signaler une basse pression ou une faible tension par un indicateur ou alarme asservi à l'arrêt du compresseur.

6.4.3.4.5 Synthèse concernant la station de compression hydrogène

Station de compression hydrogène		Capteurs de surveillance			Isolement			emplacements				Spécificités		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Application internationale														
Comité technique Norme ISO	ISO/ DIS 20100	X	X	X		X			X	X			X	X
Application européenne														
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2				X			X				X	X	
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X	X	X		X				X				X
Application nationale														
Allemagne	Compressed gases 514	X		X			X			X			X	
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X	X	X		X		X	X	X		X	X

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis du compresseur.

Concernant les capteurs, l'ensemble des référentiels reprennent l'importance de suivre la pression et d'établir en parallèle une mesure de l'oxygène sur l'alimentation en hydrogène et également d'installer des systèmes de contrôle de température et pression en aval du compresseur. Les mesures commandent l'arrêt du compresseur dès l'apparition d'un écart.

Concernant l'isolement, le compresseur doit pouvoir être isolé par des vannes en amont et aval et être muni de clapets anti-retour sur chaque ligne de refoulement y compris dans le cas de plusieurs compresseurs en parallèle.

Concernant l'emplacement, le compresseur doit être positionné sur une unité séparée avec une enceinte qui permet d'éviter l'accumulation d'hydrogène avec un degré coupe feu REI 120 et un sol en béton armé.

Sur le compresseur, les référentiels préconisent d'asservir l'arrêt du compresseur à l'alimentation électrique e/ou l'arrivée de gaz sur les carters et également d'éviter le transfert des vibrations aux conduites en aval.

6.4.3.5 Poste de refroidissement

Concernant le poste de refroidissement, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Surveiller la pression ou le débit d'eau dans le circuit de refroidissement par un indicateur ou une alarme commandant l'arrêt du compresseur.
- b) Surveiller la température en aval du refroidisseur par un indicateur ou une alarme commandant l'arrêt du compresseur.
- c) Après chaque échangeur, installer des soupapes et systèmes d'évacuation des gaz.
- d) Si l'installation est refroidie à partir d'un réseau d'eau froide en circuit fermé, protéger l'installation de la surpression due à une fuite de gaz dans le réseau d'eau.

Poste de refroidissement		a	b	c	d
Application internationale					
Comité technique : norme ISO	ISO/ DIS 20100	X			
Application européenne					
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X		X	X
Application nationale					
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X	X		

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis du poste de refroidissement

Concernant les contrôles, l'ensemble des référentiels reprend l'importance de surveiller la pression et le débit du circuit de refroidissement par un indicateur et alarme commandant l'arrêt du compresseur. Le référentiel conseille également de contrôler la température en aval. Enfin, le guide mis en place par EIGA conseille également d'installer des dispositifs de protection de la surpression après chaque échangeur et sur le réseau d'eau.

6.5 COMPARAISON DES PRESCRIPTIONS CONCERNANT LES MESURES ORGANISATIONNELLES ET DE MAINTENANCE

6.5.1 Prescriptions au niveau des mesures organisationnelles

6.5.1.1 Formation des opérateurs

Les prescriptions sur le contenu de la formation du personnel sont abordées dans les textes normatifs et guides. Elles abordent notamment :

- a) les propriétés physiques et chimiques de l'hydrogène ;
- b) les phénomènes dangereux associés ;
- c) la mise en œuvre des équipements et systèmes spécifiques ;
- d) la conduite à tenir dans les situations d'urgence ;
- e) l'utilisation des équipements de lutte contre l'incendie ;
- f) l'utilisation d'équipements de protection individuelle ;
- g) l'évacuation sûre et ordonnée du personnel lors d'une situation d'urgence ;
- h) les mesures préventives et de premiers secours.

(Les procédures à appliquer en cas de lésions dues au froid et aux cryotempératures lors de la manipulation d'hydrogène gazeux ou liquide).

- i) à la gestion de situation d'urgence due au déclenchement d'une alarme suite à la détection hydrogène. Maintenir la ventilation jusqu'à l'indication d'une LIE à 0 % ou qu'il y ait eu un renouvellement d'air de 25 puis réinitialiser manuellement le système.
- j) Mettre en place des séances de recyclage périodiques pour le personnel (tel que une fois par an). Mettre des instructions écrites sur les limites de fonctionnement et les mesures à prendre dans l'éventualité d'une situation anormale ou d'urgence.

Formations des opérateurs		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X	X	X	X			X	X	X	
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X		X	X	X				
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X	X	X	X	X		X	X	
Application nationale											
Canada	CAN/BNQ-1784-000										X
Italie	FPTCGHRS		X			X					

6.5.1.2 Consignes de sécurité

Concernant les consignes de sécurité, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Établir des procédures en cas d'urgence pour chaque installation en consultation avec les services de lutte contre l'incendie. Réaliser périodiquement des exercices d'évacuations.

Mettre en place le système sécurité pour répondre aux situations dangereuses résultant d'un rejet accidentel d'hydrogène:

- détection hydrogène ;
- détection de flammes hydrogène ;
- système pour isoler en cas d'urgence ;
- ventilation d'urgence ou système d'inertage ;
- système de lutte contre l'incendie.

Où un risque important reste, prendre les moyens au niveau de la conception, considérer le système de sécurité suivant:

- un système d'aspersion automatique à eau pour refroidir les équipements exposés au feu ;
 - moyens de vidanger en urgence le stockage tampon hydrogène.
- b) Limiter l'accès aux zones de transfert et de stockage principalement à haute pression au personnel autorisé, préalablement formé, et nécessaire au service. Réduire au maximum le nombre et le temps d'exposition du personnel. Dans le cadre de ce contrôle, il y a lieu :
- de limiter l'accès au seul personnel autorisé qui, en règle générale, a bénéficié au préalable de la formation et de l'entraînement requis et dispose de l'habillement de protection approprié et de l'équipement nécessaire ;
 - de mettre en place, dans les zones contrôlées, des panneaux d'avertissement mettant en garde le personnel contre le danger potentiel dans le secteur ;
 - d'installer une clôture adaptée permettant de contrôler l'accès aux zones critiques.
- c) Recommandations pour les équipements de protection individuelle :
- Porter des équipements de protection des yeux (par exemple, il convient de porter un écran facial lors du raccordement ou du débranchement de tuyauteries ou de composants) ;
 - Porter des gants convenablement isolants thermiquement Il est recommandé que les gants puissent être facilement enfilés et retirés et qu'ils soient sans manchettes amples ;
 - Porter des pantalons longs, de préférence sans revers, les jambes de pantalons devant être maintenues hors des bottes ou des chaussures de travail ;
 - Porter des chaussures entièrement fermées (éviter de porter des chaussures ouvertes ou perméables) ;

- Porter des vêtements en coton ordinaire, ignifugé ou Nomex ®. Éviter de porter des vêtements en nylon ou en d'autres fibres synthétiques, en soie ou en laine ;
 - Éviter les gants à manchettes, les vêtements serrés ou les vêtements qui emprisonnent ou piègent un liquide contre le corps ;
 - Utiliser des équipements portables de détection d'hydrogène et d'incendie permettant d'avertir de la présence de fuites d'hydrogène et d'incendies ;
 - Relier le personnel à la terre avant de toucher ou de manipuler un outil sur un système à hydrogène.
- d) Veiller à la mise en place d'un système de permis de travail pour coordonner les travaux.
 - e) Respecter des prescriptions opérationnelles de sécurité comme le travail en tandem (une personne chargée d'accomplir une tâche et un observateur dans une zone de sécurité) en situation dangereuse.
 - f) Exiger une action par un opérateur ou contremaître suite au déclenchement d'une alarme.
 - g) Mettre en place un système maître gérant les systèmes de contrôles commandes, de sécurité et d'urgence. Gérer l'accès avec une protection par mot de passe.
 - h) Enregistrer l'historique de la base de données toutes les alarmes, mesures et actions des opérateurs.
 - i) Mener une analyse des conséquences des opérations qui requièrent le non fonctionnement de dispositifs de sécurité et documenter les opérations avant de démarrer.
 - j) Pour faciliter les situations d'urgence, indiquer le nom du fournisseur d'hydrogène liquide, son adresse, son numéro de téléphone et son numéro en cas d'urgence. Afficher également l'information au poste de contrôle.
 - k) Documenter les systèmes d'urgence qui dépendent de l'énergie ou des utilités (telles que l'électricité, l'eau froide, l'eau utilisée en cas d'incendie, les gaz de purge, l'air comprimé...).
 - l) Restreindre les équipements portatifs (lampe portative ou de poche ou appareil de communications).

Consignes de sécurité		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Application internationale													
Comité technique Norme ISO	FD ISO/ TR 15916		X	X			X						
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100	X	X			X		X	X	X	X	X	X
Application européenne													
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X		X								
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X	X	X								
Application nationale													
Canada	CAN/BNQ-1784- 000		X										
Italie	FPTCGHRS			X									
Royaume-Uni	RR 715		X										

6.5.1.3 Consignes d'exploitation

Concernant les consignes d'exploitation, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Mettre en marche la ventilation avant l'introduction d'hydrogène dans un espace confiné et maintenir la ventilation pendant toute la phase de fonctionnement en présence d'hydrogène.
- b) Rédiger une procédure concernant le chargement et déchargement comprenant l'évacuation de l'hydrogène gaz. Prendre en compte des opérations telles que la purge du flexible de chargement et l'évacuation de gaz générée pour les réservoirs liquides.
- c) Réchauffer et purger périodiquement les capacités d'hydrogène liquide, de sorte que la quantité d'oxygène accumulée dans le récipient soit inférieure à 2%.
- d) Rédiger des procédures de purge pour chaque installation. S'assurer de la mise en sécurité de l'installation avant l'introduction de l'hydrogène.
- e) Ne pas refroidir trop rapidement une capacité de stockage d'hydrogène liquide.
- f) Rédiger une procédure concernant la pression minimum d'entrée dans le circuit d'hydrogène. Intégrer les éléments suivants :
 - Système de suivi de la pression d'entrée ;
 - Arrêt automatique de l'installation si la pression est trop basse ;
 - Redémarrage possible seulement après purge.

- g) A la mise en service, après l'essai de mise en pression et avant l'introduction d'hydrogène dans une installation, éliminer l'oxygène de l'équipement par pressurisation et dépressurisation d'un gaz neutre (hélium ou azote) jusqu'à ce la fraction volumique d'oxygène résiduel soit inférieur à 0.5%. Maintenir une pression d'air positive à la fin de chaque dépressurisation pour empêcher l'air d'y pénétrer.
- h) Lors de l'introduction d'hydrogène, augmenter la pression jusqu'à la pression de service et vérifier l'absence de fuite à tous les joints raccords et composants de la tuyauterie.
- i) Au démarrage d'un compresseur, prévenir l'entrée d'air.
- Le guide IGC DOC 15/06/E d' EIGA détaille les opérations suivantes:
- le démarrage d'un compresseur suite à des opérations de maintenance ;
 - le redémarrage d'un compresseur chargé en hydrogène ;
 - l'arrêt d'un compresseur.

Consignes d'exploitation		a	b	c	d	e	f	g	h	i
Application internationale										
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X		X		X				
Application européenne										
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X				X			
EIGA	IGC Doc 15/06/E			X	X					X
Application nationale										
Allemagne	Compressed gases 514				X					
Canada	CAN/BNQ-1784- 000							X	X	
Royaume-Uni	RR 715			X						

6.5.1.4 Synthèse des prescriptions organisationnelles

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des mesures opérationnelles

Concernant la formation, elle doit permettre des connaissances et compétences variées sur l'hydrogène et ses propriétés, les équipements de la station et la gestion des situations. Elle doit être documentée et renouvelée.

Concernant les consignes de sécurité, le projet de norme ISO 20100 insiste sur la mise en place de procédure spécifique à chaque installation notamment au niveau des opérations sur le stockage d'hydrogène liquide et au niveau des énergies. L'ensemble des référentiels reprend l'importance de limiter l'accès des zones au personnel autorisé et de fournir des équipements de sécurité. Pour les situations dangereuses, il s'agit de mettre en place des permis de travail et le travail en tandem. Enfin, un dernier point traite de sur la gestion des systèmes de contrôle commande qui gèrent la sécurité tel que le suivi des alarmes, l'enregistrement des données.

Concernant les consignes d'exploitation, il s'agit de porter attention sur les opérations inhabituelles de mise en service, de chargement et déchargement... et d'éviter au maximum l'accumulation d'oxygène au niveau des différentes opérations.

6.5.2 Prescriptions au niveau maintenance et inspections/contrôles

6.5.2.1 Opérations de maintenance

Concernant les opérations de maintenance, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Les opérations de maintenance ou réglages doivent être faites en dehors de la zone de danger ou pendant les phases d'arrêt.
- b) Durant les opérations de maintenance, prévoir une analyse en continu de la teneur en hydrogène dans la zone de travail à l'aide d'un détecteur portable.
- c) Prévoir de désactiver le bouton d'arrêt d'urgence dès qu'il a été enclenché. Le système ne peut ainsi être redémarré sans intervention humaine. Réinitialisation du bouton possible par du personnel formé.
- d) L'équipement doit pouvoir être isolé de ses sources d'énergie. Attention aux phases de consignation et déconsignation.
- e) Former le personnel aux permis d'intervention lors d'opérations de maintenance.
- f) Limiter l'accès de la zone de travaux au personnel chargé de l'installation.
- g) Prévoir un dégagement minimum de 610 mm pour le remplacement ou la réparation d'accessoires. Faire un passage de 1 m de hauteur et 1 m de largeur pour accéder à chaque équipement. Prévoir un accès permanent fixe menant à une plateforme d'accès pour tout équipement dont la hauteur au dessus du sol est supérieure à 4 m.
- h) Purger le compresseur avec un gaz inerte avant toute opération de maintenance.

- i) Réaliser les opérations de soudage et brassage avec précaution. Protéger les installations hydrogènes des projections pendant ces opérations.
- j) Mettre des unités d'alimentation redondantes sur toutes les unités où la défaillance de l'alimentation électrique des systèmes de contrôles commande impactent l'alimentation en carburant, la sécurité et l'environnement. Alimenter les unités centrales de contrôle des systèmes par des unités d'alimentation qui permettent de garantir un fonctionnement ininterrompu pendant au minimum 30 minutes après la défaillance.

Installer des équipements électrotechniques et techniques qui ne génèrent pas des perturbations électromagnétiques à des niveaux supérieurs non appropriés à des emplacements prévus pour l'usage.

Opérations de maintenance		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X									
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100		X			X			X	X	X
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2					X					
Application nationale											
Canada	CAN/BNQ-1784-000			X			X	X			
Royaume-Uni	RR 715				X						

6.5.2.2 Vérifications et inspections périodiques

Concernant les vérifications et inspections périodiques, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

6.5.2.2.1 *Vérifications et inspections pour garantir la qualité de l'hydrogène*

- a) Mettre en place des contrôles réguliers pour vérifier les exigences en qualité d'hydrogène. Il est préconisé de prendre les échantillons au point de distribution.
- b) Surveiller le colmatage du filtre par une maintenance préventive, par des suivis réguliers ou par un équipement de suivi.

6.5.2.2.2 *Vérifications et inspections pour les capacités de stockages et équipements*

- c) Inspecter les réservoirs à hydrogène liquide vidés de leur contenu à température et pression ambiantes afin de s'assurer de l'absence d'impuretés comme l'oxygène et l'azote.
- d) Inspecter les enceintes des capacités de stockage enterrées pour vérifier l'état des structures.
- e) si l'évaporateur utilise l'eau ou la vapeur, surveiller visuellement les surfaces extérieures si présence de signes de gel excessif, dommages...
- f) Mettre en place des inspections pour s'assurer de la conformité des équipements au niveau des exigences des charges électrostatiques. L'inspection doit être réalisée par une personne compétente au moins tous les trois ans.

6.5.2.2.3 *Vérifications et inspections pour les flexibles et tuyauteries*

- g) Demander les certificats des tests hydrauliques effectués par le fabricant pour chaque flexible.
- h) Inspecter régulièrement les flexibles. Faire attention à la continuité électrique, aux embouts, aux raccordements et à la présence de dommages matériels. Tester et remplacer à intervalles fixes.
- i) Effectuer un contrôle visuel de l'intégrité des tuyauteries enterrées et mettre en place des vérifications de fuites par mise en pression et de suivi de la chute de pression au fil du temps.
- j) Faire un test des tuyauteries prévu pour de l'hydrogène sous-pression en azote par exemple avant remplissage H₂.
- k) Surveillance des tuyauteries à double enveloppe isolées sous vide d'un système cryogénique (ISO 15916).
- l) Faire un examen radiographique sur toute la longueur des joints soudés de tuyauterie de plus de 15 mm de diamètre. Inspecter visuellement les joints à emboîtement soudés.
- m) Si présence de raccords à compression, mettre en place un suivi du raccord.

6.5.2.2.4 *Vérifications et inspections des systèmes de dépressurisation*

- n) Mettre en place une procédure de maintenance concernant les contrôles des systèmes de dépressurisation et purge au niveau du chargement/déchargement d'hydrogène.
- o) Remplacer les équipements de sécurité pour prévention de la surpression tous les cinq ans (ISO DIS 20100).

6.5.2.2.5 *Vérifications et inspections des systèmes de sécurité*

- p) Tester et qualifier les fonctions instrumentées de la station-service. Mettre en place des procédures de test des systèmes de sécurité. Décrire la fréquence et les exigences des tests.
- q) Tester ou inspecter les appareils de détection et lutte contre l'incendie à des intervalles réguliers n'excédant pas 6 mois.
- r) Dans le cas où la pression de distribution est contrôlée par un dispositif électronique, s'assurer de la vérification électronique tous les six mois et noter la date de vérification, la température ambiante et les pressions de distribution avant et après compensation thermique.

6.5.2.2.6 *Vérifications et inspections avant mise en service*

- s) Avant sa mise en service, réaliser un essai hydraulique ou pneumatique de l'installation. Tout défaut détecté doit être corrigé, après quoi faire un nouvel essai préalablement à sa mise en service.
 - Dans le cas d'un essai hydraulique, augmenter graduellement la pression jusqu'à ce qu'elle atteigne 150% de la pression maximale de service admissible. Maintenir 30 minutes au moins à cette valeur ;
 - Dans le cas d'un essai pneumatique, augmenter graduellement la pression avec un mélange hélium (5%) – azote (95%) jusqu'à ce qu'elle atteigne 120% de la pression maximale de service admissible (ou 100% pour un système à 70MPa). Maintenir 60 minutes au moins à cette valeur. Faire une inspection des joints à l'aide d'un liquide détecteur de fuite ou d'un détecteur hélium.
- t) Après un test hydraulique (équipement sous pression), vider, sécher entièrement et vérifier l'équipement ou installation.
- u) Possibilités de remplacer le test hydraulique par un test acoustique accompagné d'un test pneumatique pour certains réservoirs.
- v) Avant sa mise en service, si une partie de l'installation est enterrée ou inaccessible, faire un essai de pression durant une heure et ne relever aucune baisse de pression.
- w) Noter la température du fluide d'essai et la température ambiante pendant toute la durée de l'essai et conserver un enregistrement des données durant toute la durée de vie de l'installation

Vérifications et inspections périodiques		Pour garantir la qualité de l'hydrogène		Pour les capacités de stockages et équipements				Pour les flexibles et canalisations						Pour les systèmes de dépressurisation		Pour les systèmes de sécurité			Avant mise en service					
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
Application internationale																								
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916			X		X				X			X							X				
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100		X				X								X	X					X			
Application européenne																								
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X												X			X							
EIGA	IGC Doc 15/06/E					X	X	X					X							X	X	X		
Application nationale																								
Canada	CAN/BNQ -1784-000			X								X					X		X			X	X	
Royaume-Uni	RR 715									X														

L'annexe 3 présente des programmes de maintenance type pour une station-service hydrogène.

6.5.2.3 Suivi des contrôles

Concernant le suivi de contrôles, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guide.

- a) S'assurer de l'efficacité des contrôles de maintenance et que ceux-ci soient effectués par des personnes compétentes et autorisées.
- b) Effectuer les inspections de la station-service à des intervalles réguliers et enregistrer les résultats. Passer en revue l'historique des opérations de maintenance à des intervalles réguliers.
- c) Tenir pour chaque installation à hydrogène gazeux des enregistrements permanents des activités d'entretien et de réparation et ce pour une période minimale de quatre ans. Noter la date, la description des travaux et le nom des personnes qui ont effectué les travaux sur chaque enregistrement.

Suivi des contrôles		a	b	c
Application nationale				
Canada	CAN/BNQ-1784-000			X
Royaume-Uni	RR 715	X	X	

6.5.2.4 Propreté des installations

Concernant la propreté des installations, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides:

- a) Préconisations pour le nettoyage :
 - le nettoyage à la vapeur ou au jet d'eau chaude ;
 - le décalaminage mécanique ;
 - le dégraissage à la vapeur, aux solvants (lavage) et aux détergents (lavage alcalin) ;
 - le nettoyage acide (décapage) ;
 - la purge.
- b) Préconisations en cas d'épandage d'hydrogène liquide :
 - interrompre l'écoulement en fermant les vannes situées en amont ;
 - faire évacuer la zone avoisinante ;
 - envisager le recours à des digues ou autres dispositifs de rétention avec grande prudence.

Propreté des installations		a	b
Application internationale			
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916	X	X

6.5.2.5 Synthèse des prescriptions concernant la maintenance et inspections/contrôles

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la maintenance et des inspections/ contrôles.

Concernant les opérations de maintenance, il s'agit d'effectuer les opérations en dehors des zones de danger (matériel purgé) ou pendant les phases d'arrêt (isoler l'équipement) en gardant un système de détection. Il s'agit également de travailler avec un permis d'intervention en limitant l'accès à la zone de travail. Pour certaines interventions (soudure ou avec des appareils générant des ondes électromagnétiques...) il s'agira de prendre des précautions complémentaires vis-à-vis des installations hydrogène.

*Concernant les vérifications et inspections, les exigences concernent toute la station : qualité de l'hydrogène, réservoirs, équipements, **tuyauteries**, raccords, systèmes de contrôles commandes, aux dispositifs de dépressurisation...Une majorité des référentiels préconise de réaliser des essais hydrauliques, pneumatiques voire acoustiques avant toute mise en service et de vider, sécher et vérifier l'installation après un test hydraulique.*

Enfin sont repris l'importance du personnel qualifié, de garder un historique des opérations effectuées et également les préconisations en cas d'épandage.

6.6 PRESCRIPTIONS CONCERNANT LA ZONE DE DISTRIBUTION

Dans une première partie, les barrières techniques et organisationnelles ont été revues pour les installations allant du stockage à l'alimentation en hydrogène de la zone de distribution.

La partie distribution a été mise à part car elle concerne une zone accessible au publique et que les normes et guides distinguent cette partie avec notamment des référentiels spécifiques tels que l'ISO17268, SAE J 2600 et SAE J 2601. Cette partie distribution concerne la zone de ravitaillement du véhicule comprenant l'aire, la borne de distribution, le flexible, le pistolet, le réceptacle¹⁸, éventuellement le stockage tampon ainsi que la communication avec le véhicule.

6.6.1 Prescriptions générales

6.6.1.1 Isolement et arrêt de la zone de distribution

Concernant l'isolement et arrêt de la zone de distribution, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

6.6.1.1.1 *Emplacement des dispositifs d'isolement*

- a) Installer une vanne d'isolement en amont de la zone de distribution. Un clapet anti-retour peut également être ajouté.
- b) Protéger toute ligne entre le réservoir tampon et la zone de distribution par une vanne d'isolement qui ferme automatiquement par perte d'énergie.
- c) Si une tuyauterie principale se subdivise pour alimenter différentes bornes de distribution, installer une vanne d'isolement sur chaque branche.
- d) Différencier les vannes d'isolement et de régulation de débit.
- e) Installer un dispositif d'arrêt manuel en amont de toute borne de distribution en prévision de maintenance.

Le projet de norme ISO 20100 préconise d'installer une vanne automatique d'arrêt en amont de chaque flexible de distribution en redondance avec le dispositif d'arrêt. Quand le réservoir du véhicule atteint sa pression maximum admissible ou à l'arrêt de la distribution ou maintenance, la vanne doit se fermer automatiquement.

Elle précise également pour la vanne automatique qu'elle doit être normalement fermée. Elle doit ainsi se fermer la vanne en cas d'urgence ou en l'absence de distribution. Installer des détecteurs de position qui déclenchent une alarme en cas de délai anormal lors de l'ouverture ou fermeture de la vanne. Concevoir la vanne avec des matériaux qui ne fondent pas en dessous de 1100°C.

¹⁸ Dispositif connecté à un véhicule ou un système de stockage qui reçoit le flexible de distribution et permet le transfert de carburant (voir glossaire)

Emplacement des dispositifs d'isolement		a	b	c	d	e
Application internationale						
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100				X	X
Application européenne						
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X				
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X				
Application nationale						
Allemagne	Compressed gases 514	X	X	X		
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X				

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de l'isolement au niveau de la zone de distribution.

Concernant l'isolement, il s'agit d'isoler en amont de la zone de distribution et d'installer un dispositif spécifique à toute borne de distribution. La différenciation des vannes d'isolement et de régulation de débit est un point important soulevé par l'ISO/ TS 20100.

6.6.1.1.2 Arrêt d'urgence

- a) Placer au minimum un bouton d'arrêt d'urgence manuel au niveau de la borne de distribution et un deuxième (recommandé) pour arrêter la distribution à distance.
- b) Arrêter immédiatement la distribution en cours (vanne d'arrêt automatique en amont de la zone de distribution) et activer la dépressurisation des flexibles dès l'activation du bouton d'arrêt d'urgence (arrêt du compresseur).
- c) Détecter les détériorations de matériel ou mouvement de la borne de distribution et activer le système d'arrêt d'urgence.

Arrêt d'urgence		a	b	c
Application internationale				
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100	X	X	X
Application européenne				
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X	X	
Application américaine				
États-Unis	International fire code 2309	X		

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de l'arrêt d'urgence.

Il s'agit de positionner un arrêt d'urgence au niveau de la borne de distribution et un qui arrête l'installation à distance. Il permet d'arrêter la distribution et déclenche la dépressurisation des flexibles. De plus, le projet de norme ISO/TS 20100 spécifie qu'il doit se déclencher en cas de détérioration ou de mouvement de la borne.

6.6.1.2 Prévention du risque d'explosion

Concernant la prévention du risque d'explosion, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

6.6.1.2.1 Généralités

- a) Concevoir tout élément accessible lors du ravitaillement sans possibilité de projections et sans pointes, arrêtes vives ou boulons.

6.6.1.2.2 Prévenir de l'accumulation d'hydrogène

- b) Installer en plein air tout récipient et tout équipement contenant de l'hydrogène sous pression.
- c) Si la zone de distribution est couverte par un toit, concevoir le toit de façon à prévenir l'accumulation d'hydrogène.

6.6.1.2.3 Agir sur les sources d'ignition d'origine électrique

- d) Installer une mise à la terre sur l'aire de ravitaillement. S'assurer que le véhicule est au même potentiel que la station-service. Assurer un chemin conducteur entre le châssis du véhicule via la tôle et le sol de la station.
- e) Mettre uniquement du matériel conducteur (sol, revêtement du sol, ...) dans l'aire de distribution pour éviter l'accumulation de charges électrostatique des personnes.
- f) Installer un flexible avec une continuité électrique.

La norme ISO/DIS 20100 précise une résistance électrique à l'embout de 30 ohms et 100 ohms entre les deux extrémités.

6.6.1.2.4 Synthèse concernant la prévention du risque d'explosion

Prévention du risque d'explosion		a	b	c	d	e	f
Application internationale							
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100	X		X	X		X
Application européenne							
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2			X			
EIGA	IGC Doc 15/06/E						X
Application américaine							
Etats-Unis	International fire code 2309				X		
Application nationale							
Allemagne	Compressed gases 514					X	X
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X				

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des risques d'explosion.

Il s'agit de concevoir la zone sans possibilités de projections et sans pointes, arrêtes vives ou boulons. La norme canadienne préconise l'installation en plein air. Si présence d'un toit, il doit prévenir l'accumulation d'hydrogène.

Au niveau électrostatique, il s'agit d'installer une mise à la terre pour l'aire de ravitaillement pour maintenir l'équipotentialité et d'installer du matériel conducteur.

6.6.1.3 Protection contre la surpression

Concernant la protection contre la surpression, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Installer des dispositifs de déchargement afin de protéger les véhicules si surpression.
- b) Installer une soupape sur la ligne de ravitaillement pour prévenir la surpression au niveau du véhicule. Mettre une consigne à 138 % de la pression de service du réservoir du véhicule.
- c) Equiper le système de distribution d'un dispositif pour protéger de la surpression qui déclenche à 140 % de la pression de service du flexible de distribution.
- d) Spécifier une pression cible dans le protocole de distribution à laquelle le ravitaillement s'arrête pour prévenir la surpression (> 125 % de la pression de service du réservoir) et le surremplissage du système (> 100 % de l'état de charge maximal).
- e) Doter le pistolet de distribution d'un dispositif de dépressurisation. La norme canadienne précise qu'il doit être situé à 200 mm au moins de l'extrémité du pistolet.
- f) Le fait de ventiler ou de dépressuriser l'espace de connexion entre tous les types de pistolets et de réceptacles est requis avant la déconnexion. Une disposition doit être prise afin que le gaz issu de la mise à l'évent ou la dépressurisation soit dirigé vers une zone sûre.

Protection contre la surpression		a	b	c	d	e	f
Application internationale							
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100	X	X			X	
Application américaine							
États-Unis	International fire code 2309			X			
SAE	SAE J 2600						X
SAE	SAE J 2601			X	X		
Application nationale							
Allemagne	Compressed gases 514						
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X				X	

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des mesures de maîtrise du risque de surpression.

Il s'agit d'installer des dispositifs pour protéger les réservoirs des véhicules de la surpression. Les mesures de maîtrise concernent l'arrêt de la distribution à l'atteinte d'une pression cible et d'installer un système de protection sur la ligne de ravitaillement. Le dimensionnement de ces dispositifs dépend de la pression de service du flexible et du débit de remplissage du réservoir.

La dépressurisation de l'espace de connexion est requise avant toute déconnexion. Le gaz doit être évacué vers une zone sûre.

6.6.1.4 Unités de contrôle-commande

Concernant les unités de contrôle-commande, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Intégrer des automates et systèmes de contrôle-commande concernant les mesures de pression et température de sécurité intégrées de niveau SIL 2¹⁹.
- b) Pour les situations contrôlées par un programme automatique, à la détection d'une défaillance, cesser l'exécution des programmes.
- c) Mettre en place un dispositif pour détecter les défaillances du capteur de pression ou du circuit de contrôle-commande associé.
- d) Lancer une action à partir du moment où la consigne atteint 130% de la pression de service.
- e) Si une communication est mise en place avec le véhicule pour détecter la température du réservoir ou les défaillances de communication, exécuter un protocole qui permet le retour de produit ou initie un arrêt d'urgence en cas de situation anormale.
- f) Prévoir une précision de la mesure du volume de réservoir du véhicule de +/- 10% du total.
- g) Mesurer la température ambiante avec des tolérances de +/- 0,5°C sur le capteur.

Unités de contrôle-commande		a	b	c	d	e	f	g
Application internationale								
Comité technique : Norme ISO	ISO/TS 20100	X		X	X	X		
Application américaine								
États-Unis	International fire code 2309		X					
SAE	SAE J 2601						X	X

¹⁹ Le SIL ou *Security Integrity Level* est un niveau d'intégrité de sécurité. La notion de SIL découle directement de la norme IEC 61508. Il existe 4 niveaux de SIL: le SIL4 étant le système de sécurité le plus élevé, le SIL1 le moins élevé.

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des unités de contrôle-commande entre le véhicule et la station-service hydrogène.

Il s'agit pour les unités de contrôle-commande concernant les mesures de pression et température de mettre des équipements avec des sécurités intégrées SIL 2. Il est important de prendre des dispositions pour arrêter la distribution en cas de défaillance ou situations anormales.

Les mesures de volume de réservoir et température ambiante doivent être effectuées avec précision.

6.6.1.5 Qualité de l'hydrogène

Concernant la qualité de l'hydrogène, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Installer un analyseur d'oxygène sur l'arrivée principale si aucune analyse n'est effectuée en amont.
- b) Inclure des filtres en amont des vannes d'isolement.
- c) Installer un filtre de 5 micromètres pour protéger le véhicule des particules présentes dans l'hydrogène.
- d) Inclure un filtre en amont de la borne de distribution pour prévenir des dysfonctionnements lors de la distribution.

Qualité de l'hydrogène		a	b	c	d
Application internationale					
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100				X
Application européenne					
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2			X	
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X			
Application nationale					
Allemagne	Compressed gases 514		X		

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de la qualité de l'hydrogène

Il s'agit de garantir la qualité de l'hydrogène en installant un analyseur d'oxygène sur l'arrivée principale et des filtres en amont des vannes d'isolement et pour protéger le véhicule en amont de la distribution.

6.6.1.6 Choix des matériaux

La norme ISO 17 268 reprend des exigences vis-à-vis des matériaux du poste de distribution.

- a) Les équipements doivent également être faits de matériaux compatibles avec de l'eau déminéralisée. La compatibilité des matériaux non-métalliques doit être documentée par le fabricant ou par un organisme tiers indépendant
- b) Fabriquer les pistolets et réceptacles avec des matériaux adaptés et compatibles pour une utilisation avec de l'hydrogène comprimé pour des températures ambiantes et de gaz allant respectivement de -40°C à 50°C et de -40°C à 85°C.
- c) Les matériaux utilisés dans la fabrication des pistolets, réceptacles et bouchons de protections doivent être anti-étincelants ou limitant la production d'étincelles.

Aucun tableau n'est présenté pour cette partie car l'ensemble des exigences proviennent de la même norme ISO 17 268.

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis du choix des équipements repris par la norme ISO 17268

Il s'agit de mettre des équipements compatibles avec l'eau déminéralisée et de documenter la compatibilité des matériaux non métalliques. La norme ISO 17268 préconise de fabriquer mes pistolets et réceptacles avec des matériaux compatibles pour de l'hydrogène comprimé et limitant la production d'étincelles.

6.6.1.7 Stations-service sans surveillance sur site

Concernant les stations-service sans surveillance sur site, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Ne pas autoriser l'accès à l'installation sans surveillance.
- b) Dans les cas de stations-service sans surveillance, utiliser un système de sécurité (comme par exemple une carte, un code ou une clé) pour pouvoir faire fonctionner le système de distribution.
- c) Dans les cas de stations-service sans surveillance sur site, mettre un dispositif de surveillance à distance en 24h sur 24 et 7 jours sur 7.
- d) Dans les cas de stations-service sans surveillance, si le bouton d'arrêt d'urgence est activé, envoyer un report au personnel de garde.
- e) Sécuriser les bornes de distribution contre l'usage non autorisé en dehors des heures d'ouverture (verrouiller la borne ou couper l'alimentation électrique)

Stations-service sans surveillance		a	b	c	d	e
Application internationale						
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100					X
Application américaine						
Etats-Unis	International fire code 2309		X			
Application nationale						
Allemagne	Compressed gases 514			X	X	
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X			
Italie	FPTCGHRS	X				

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis des stations-service sans surveillance

Le décret italien n'autorise pas les stations sans surveillances. Les référentiels aux États-Unis et Canada autorisent le fonctionnement avec un accès restreint par carte ou code ou clé. Les référentiels allemands préconisent la mise en place d'un dispositif de surveillance par un personnel de garde. Le projet de norme ISO/ TS 20100 préconise de sécuriser la zone en dehors des heures d'ouverture (verrouiller la borne ou couper l'alimentation électrique)

6.6.2 Prescriptions concernant l'aire de distribution

Concernant l'aire de distribution, plusieurs aspects concernant la conception, la disposition, la prévention du risque incendie, la détection hydrogène et les moyens de protection et prévention des fuites sont abordés dans les textes normatifs et guides.

Le chapitre 6.6.3 reprend ensuite les prescriptions spécifiques à la borne de distribution.

6.6.2.1 Conception

- a) Installer seulement la borne et le flexible dans l'aire de distribution.
- b) Mettre au niveau de la zone où se gare le véhicule un sol robuste et plat (une légère pente est autorisée pour évacuer l'eau).

6.6.2.2 Emplacement

- c) Positionner le stock tampon d'hydrogène sur le dessus de l'auvent de la station-service.

6.6.2.3 Prévention du risque d'incendie

- d) Équiper les aires de distribution sous un auvent d'un système d'extinction automatique d'incendie.
- e) Remplir le véhicule sur un sol en béton non peint ou toute autre matière approuvée.

6.6.2.4 Ventilation

- f) Doter l'aire de distribution d'un système de ventilation pour les systèmes semi-confinés ou positionner l'aire de distribution à l'air libre.
- g) Ventiler l'emplacement de la pompe par de la ventilation naturelle ou forcée. Si ventilation naturelle, mettre en place deux ouvertures d'au moins 100 cm² à des hauteurs différentes et sur des cotés opposés. Pour assurer une ventilation croisée, placer une ouverture en partie haute et l'autre en partie basse.

6.6.2.5 Détection hydrogène

- h) Installer un système de détection d'hydrogène dans l'aire de distribution associé à un arrêt automatique de l'arrivée de gaz.
- i) Installer un dispositif de détection automatique raccordé à un avertisseur situé dans un endroit surveillé.
- j) Désactiver les distributeurs si le système de détection hydrogène atteint 25% de la LIE.

6.6.2.6 Moyens de protection et prévention des fuites

- k) Installer un pressostat ou limiteur de débit pour limiter les fuites de gaz en cas d'arrêt accidentel de la distribution.
- l) Installer des lumières permanentes au niveau des zones de transfert et distribution pour les installations fonctionnant de nuit.
- m) Renforcer les mailles métalliques du flexible susceptibles d'être corrodées par la pénétration d'humidité.
- n) Mettre en place un dispositif pour détecter les fuites en amont du flexible de distribution

Exemple de dispositifs proposés dans le projet de norme ISO 20100:

- une détection du débit de distribution plus haut qu'attendu commandant le système d'arrêt d'urgence ou à la fermeture de vanne qui limite le débit ;
 - une détection d'une pression basse de ravitaillement commandant le système d'arrêt d'urgence ;
 - une détection de la pression de ravitaillement dans le réservoir de la voiture sous un seuil fixé par le protocole de distribution commandant le système d'arrêt d'urgence.
- o) Équiper le réceptacle avec un clapet interne pour prévenir la fuite de gaz. Le clapet doit être de type sans-contact avec une ouverture uniquement possible par différentiel de pression.

6.6.2.7 Protection contre les chocs

- p) Protéger les distributeurs contre les impacts de véhicule.
- q) Possibilité d'installer l'aire de contrôle d'une station-service hydrogène à côté de celles contenant différents carburants.
- r) Placer les distributeurs dans un îlot d'une hauteur minimale de 150 mm au dessus du niveau du sol.
- s) Positionner la borne de distribution sur un îlot ou socle en béton de 120 mm au dessus du sol. Si la borne de distribution est sur un îlot ou socle, maintenir une distance de 200 mm entre le bord de la partie surélevée et la borne de distribution.

6.6.2.8 Synthèse concernant l'aire de distribution

Prescriptions concernant l'aire de distribution		Conception		Emplacement		Prévention du risque incendie		Ventilation		Détection hydrogène			Moyens de protections et prévention des fuites					Protection contre les chocs		
		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p	q	r	s
Application internationale																				
Comité technique Norme ISO	FD ISO/TR 15916		X																	
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100			X								X	X	X		X			X	
Comité technique Norme ISO	ISO 17268													X						
Application européenne																				
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2				X				X			X								
EIGA	IGC Doc 15/06/E											X								
Application nationale																				
Allemagne	Compressed gases 514		X					X										X		
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X			X	X			X	X							X		X	
Italie	FPTCGHRS										X									
Application américaine																				
États-Unis	International fire code				X	X														
SAE	SAE J 2600														X					

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend l'ensemble des exigences vis-à-vis de l'aire de déchargement.

Au niveau conception, il s'agit de limiter les éléments dans l'aire de distribution à la borne et au flexible et de prévoir un sol robuste et plat. Il s'agit de prévoir les emplacements de manière à faciliter l'accès aux véhicules, aux services de luttés contre l'incendie et positionner le stock tampon au dessus de l'auvent. Au niveau incendie, il préconise un système d'extinction automatique. Il s'agit de mettre un système de ventilation principalement au niveau de la pompe et d'installer un système de détection hydrogène asservi à une alarme et l'arrêt de la distribution.

Pour les fuites, il s'agit de mettre en place des mesures pour limiter les fuites avec une détection sur le débit, des lumières pour visualiser les fuites, équiper un clapet interne sur le réceptacle....

Concernant les chocs, il faut protéger les bornes de distribution contre les impacts en le plaçant sur un îlot ou socle et de maintenir une distance entre le bord de la partie surélevée et la borne de distribution.

6.6.3 Prescriptions concernant la borne de distribution

6.6.3.1 Exigences sur la borne de distribution

Concernant la borne de distribution, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Installer sur chaque borne de distribution une vanne d'isolement, une soupape associée à un système d'évacuation des gaz et, un indicateur de pression.
- b) Installer un clapet anti-retour sur la borne de distribution pour éviter un retour du réservoir du véhicule en cas d'arrêt de la distribution.
- c) Concevoir l'unité de distribution de manière à ce que le volume d'hydrogène gazeux à libérer dans l'air, lors du débranchement du pistolet du réceptacle, ne soit pas supérieur à la quantité d'hydrogène contenue dans le flexible et la tuyauterie interne de la borne de distribution à pression ambiante.
- d) Quand le pistolet est détaché, ne pas libérer plus de 0.03L pour éviter la création d'une atmosphère explosive dangereuse.
- e) Installer un coffret autour de la borne distribution fabriqué en matériaux non-combustibles et antistatiques.

Prévoir au niveau du coffret:

- un espace pour le raccord des tuyauteries et de l'équipement électrique ;
 - l'évacuation de l'eau par dépression ou en installant un système de collecte d'eau ;
 - des ouvertures pour les raccordements, les inspections ou ajustements après la mise en service ;
 - l'installation d'une ventilation naturelle ou forcée dans le coffret.
- f) Permettre un ravitaillement manuel avec gestion du démarrage et de l'arrêt de la distribution.
 - g) Installer sur la borne un système de mesure qui donne la quantité d'hydrogène distribué pour chaque véhicule en kilogramme.

Exigences sur la borne de distribution		a	b	c	d	e	f	g
Application internationale								
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100					X	X	X
Application nationale								
Allemagne	Compressed gases 514	X			X			
Canada	CAN/BNQ-1784-000			X				
Application américaine								
EIGA	IGC Doc 15/06/E	X	X					

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis de la borne de distribution.

Au niveau conception, il s'agit d'installer une vanne d'isolement, une soupape et un indicateur de pression et un clapet anti-retour sur chaque borne. Il s'agit de limiter la quantité de produit libéré après la distribution. Au niveau de la borne, le projet de norme ISO 20100 préconise l'installation d'un coffret en maintenant des espaces suffisant pour effectuer les raccords et les opérations de maintenance sur la borne. Il s'agit enfin de mettre un système de mesures et de permettre le ravitaillement manuel.

6.6.3.2 Limites de la distribution

Les limites de distribution sont un élément important qui conditionne le développement des stations-service hydrogène. Le temps de distribution ne doit pas être différent des autres carburants. Le CEP (regroupement d'industriels allemands) en réponse à notre questionnaire préconise ainsi :

- voitures : 700 bar
 - installer un système de refroidissement de l'hydrogène ;
 - limiter le débit à 18 g/s maximum.
- bus : 350 bar
 - pas de refroidissement nécessaire ;
 - limiter le débit maximum à 60 g/s.

Les référentiels canadien et allemand préconisent de maintenir les conditions de distribution suivantes :

- Systèmes de distribution à 700 bar: ne pas dépasser la pression de distribution de 700 bar à 15°C ou 875 bar à 85°C;
- Systèmes de distribution à 350 bar: ne pas dépasser la pression de distribution de 350 bar à 15°C ou 438 bar à 85°C.

6.6.3.3 Arrêt du remplissage

Concernant l'arrêt du remplissage, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides:

- a) Démarrer la séquence d'arrêt du remplissage quand l'état de charge atteint au plus 91%. Interrompre la distribution quand l'état de charge de 100% est atteint ou si les limites définies précédemment (température, pression...) sont atteintes.
- b) Terminer la distribution lors de la déconnexion du dispositif anti-arrachement (directement ou non) par l'activation du système d'arrêt d'urgence et purger le flexible en amont du dispositif de rupture.

Le remplissage s'arrête soit quand la charge a atteint un niveau qui est défini dans le a) (le référentiel allemand) ou en cas d'urgence dans le b) (ISO/ TS 20100)

6.6.3.4 Protection contre le surremplissage

Concernant le surremplissage, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides:

- a) Maintenir en sécurité la température des gaz dans le réservoir du véhicule dans des limites admissibles par des mesures telles que:
 - restreindre le débit de gaz par un orifice ou une vanne pointeau en prenant en compte le plus petit réservoir à remplir.
 - installer un système instrumenté de sécurité sensible aux températures des gaz (par exemple une rampe de montée en pression) ;
 - pour les installations pilote: définir des mesures organisationnelles.
- b) Concevoir et tester les embouts des pistolets et réceptacles de manière à empêcher les véhicules à hydrogène d'être remplis à des stations de

remplissage avec une pression de service trop importante ou avec des débits massiques de service trop élevés.

- c) Contrôler la fonction de prévention du flux par le distributeur aussi longtemps qu'il reçoit du pistolet un signal de connexion positif.
- d) Spécifier une pression cible dans le protocole de distribution à laquelle le ravitaillement s'arrête pour prévenir la surpression et le surremplissage du système.

Protection contre le surremplissage		a	b	c	d
Application internationale					
Comité technique Norme ISO	ISO 17268:2012(E)		X		
Application américaine					
SAE	SAE J 2600			X	
SAE	SAE J 2601				X
Application nationale					
Allemagne	Compressed gases 514	X			

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences pour éviter le surremplissage.

Il s'agit à la fois d'installer des dispositifs pour limiter le débit en concevant des systèmes qui limitent le flux, en suivant la température et en installant un système instrumenté qui permet la communication entre le réservoir et la borne par un protocole de distribution.

6.6.3.5 Exigences pour le flexible

Concernant le flexible, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides:

6.6.3.5.1 Généralités

- a) Pour prévenir des fuites au niveau du flexible, mettre en place un dispositif qui interrompt l'alimentation en gaz si le débit augmente au dessus d'un seuil défini. Possibilité de mettre un système de contrôle tel un débitmètre asservi à une coupure de l'alimentation du flexible.
- b) Installer un dispositif de rupture sûr immédiatement en amont de tout flexible de distribution.
- c) Mettre en place un flexible de distribution compatible à l'hydrogène et résistant à 1,5 fois sa pression de service.
- d) Installer un flexible de ravitaillement suffisamment résistants pour supporter la charge (traction et torsion) exercée.

- e) Concevoir et tester le flexible de manière à éviter le déplacement, la distorsion, le voilage ou autres dommages lors du remplissage et à garder leurs intégrités opérationnelles en condition normale et raisonnable d'utilisation.
- f) Protéger le flexible contre l'abrasion et la formation de plis.

6.6.3.5.2 DIMENSIONNEMENT

- g) Installer le flexible de manière à ne pas pouvoir rouler dessus dans la zone de ravitaillement.
- h) Positionner le flexible de distribution de manière à ne pas toucher le sol quand l'embout est fixé à l'unité de distribution.
- i) Ne pas installer un flexible de plus de 5 m.
- j) Prévoir une longueur de flexible entre 3 et 5 m; à moins que le flexible soit suspendu à un plafond, prendre dans ce cas une longueur maximum de 8 m.

Exigences pour le flexible : généralités et dimensionnement		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100		X		X			X			X
	ISO 17268					X					
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2								X		
Application nationale											
Allemagne	Compressed gases 514	X	X	X				X		X	
Canada	CAN/BNQ-1784-000						X				
Italie	FPTCGHRS								X		

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis des flexibles

Il s'agit d'installer les barrières techniques suivantes :

- un dispositif pour interrompre l'alimentation hydrogène en cas d'augmentation anormale du débit ou de rupture ;
- un flexible compatible à l'hydrogène et résistant à des pressions supérieures à la pression service, à la traction et torsion ;
- un flexible protégé contre l'abrasion et la formation de plis.

Au niveau dimension, la longueur du flexible doit être comprise entre 3 m et 5 m voire 8 m s'il est suspendu de manière à ne pas toucher le sol et éviter d'être écrasé par une voiture.

6.6.3.6 Prévention en cas d'arrachement

Concernant la prévention de l'arrachement, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Protéger le flexible par un raccord de sécurité auto-obturant en cas de redémarrage de la voiture.
- b) Munir le flexible de distribution d'un dispositif de débranchement rapide entre la borne et le pistolet de distribution.
- c) Installer un clapet anti-retour au niveau de la connexion du flexible au véhicule pour prévenir un retour d'hydrogène en cas d'arrachement du flexible.
- d) Installer un dispositif d'arrêt automatique qui stoppe l'approvisionnement en cas d'arrachement du flexible de distribution.
- e) Incorporer deux fonctions d'arrêt associées au dispositif de rupture (isolement des deux cotés du flexible)

Exigences pour le flexible : Dispositif anti-arrachement		a	b	c	d	e
Application internationale						
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100					X
	ISO 17268:2012(E)					
Application européenne						
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X				
Application nationale						
Allemagne	Compressed gases 514			X	X	
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X			

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis des dispositifs anti-arrachement.

Le flexible de distribution doit être muni d'un dispositif anti-arrachement qui stoppe l'approvisionnement en hydrogène et est associé à un clapet anti-retour pour prévenir un retour d'hydrogène sur la partie connectée au véhicule.

6.6.3.7 Exigences pour le pistolet et le réceptacle

6.6.3.7.1 *Généralités*

Concernant le pistolet et le réceptacle, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Doter les pistolets d'un dispositif de verrouillage pour prévenir les émissions d'hydrogène quand la conduite est ouverte ou qui arrête automatiquement l'écoulement lorsqu'il est débranché.
- b) Concevoir le pistolet de distribution de telle manière à ce qu'il ne puisse pas être détaché du véhicule s'il n'a pas été dépressurisé avant.
- c) Protéger les pistolets de distribution de corps étrangers (neige, glace, sable...) qui pourraient s'accumuler et entraver le bon fonctionnement.
- d) Prévenir l'entrée d'air par le pistolet au niveau du véhicule et des équipements des stations-service.
- e) Concevoir et tester les embouts des pistolets et réceptacles de manière à empêcher le remplissage de véhicule hydrogène à des stations fournissant d'autres gaz comprimés et inversement.
- f) Concevoir et tester les embouts des pistolets et réceptacles de manière à éviter un assemblage incorrect.
- g) Concevoir les embouts de pistolets et réceptacles avec des systèmes de sécurité dont la mécanique interne ne devra pas être facilement intelligibles et difficiles à mettre en défaut afin d'éviter un acte de malveillance.
- h) Connecter et déconnecter le pistolet du réceptacle sans l'aide d'outils.
- i) Monter les réceptacles H11 (11 MPa à 15°C) et H25 (25 MPa à 15°C) sur les véhicules en conformité avec la norme ISO 15501-1. De manière générale tous les réceptacles doivent être montés sur le véhicule avec les spécifications citées en annexe A de la norme ISO 17268:2012.
- j) La norme ISO 17268:2012 (E) présente trois types de pistolets (A, B et C) au paragraphe 5.2 de cette même norme classés en fonction de leurs dispositifs de sécurité auxquels tout pistolet doit se conformer.
- k) Concernant les exigences relatives au débit, la valeur minimum du Cv du pistolet devra être égale à 0,35 ou comme référencé dans la notice constructeur. Sa détermination peut être faite par mesure ou par analyse. La méthode est à documenter avec la valeur du Cv. IL faut se référer aux normes ANSI/ISA-75.02.01 et EN 60534 pour une aide.
- l) Le volume d'air qui peut être capturé dans le réceptacle lorsqu'il est accouplé avec le pistolet ne doit pas dépasser 3 Ncm³ à température et pression ambiante.
- m) Il ne doit pas être possible de délivrer du gaz à moins que le pistolet et le réceptacle ne soient proprement et positivement verrouillés.
- n) Il ne doit pas être possible de retirer un pistolet lorsque la pression est supérieure à 1 MPa.

6.6.3.7.2 Dimensions

Plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- o) Dimensionner les pistolets en respectant l'annexe B de la norme ISO 17268:2012 afin d'assurer l'interchangeabilité. Les pistolets doivent pouvoir s'accoupler avec des réceptacles à une pression égale ou supérieure à la pression nominale de service et ils doivent être conçus pour ne pas pouvoir s'accoupler avec des réceptacles acceptant des pressions inférieures à la pression nominale de service.
- p) Le pistolet doit s'étendre jusqu'à 1 mm de la bague de retenue pour toutes les pressions de service nominales.

Exigences pour le pistolet et réceptacle		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	m	n	o	p
Application internationale																
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100			X	X											
	ISO 17268					X	X	X	X	X			X	X	X	X
Application nationale																
Allemagne	Compressed gases 514		X	X												
Canada	CAN/BNQ-1784-000	X														
Application américaine																
SAE	SAE J 2600								X		X	X				

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis du pistolet et du réceptacle.

Il est important de munir les pistolets et réceptacles des mesures de maîtrise des risques suivantes :

- Concevoir le dispositif de verrouillage pour prévenir les émissions si une conduite reste ouverte ou pour arrêter si débranchement de l'écoulement
- Ne pas pouvoir débrancher le pistolet sans dépressurisation
- Protéger les pistolets de l'entrée de corps étrangers ou air
- Connecter et déconnecter le pistolet sans outils
- Verrouiller le pistolet pour certaines pressions
- Doter le pistolet d'un dispositif permettant d'éviter un assemblage incorrect
- Empêcher le remplissage à des stations fournissant d'autres comburants
- Limiter le volume d'air capturé dans le réceptacle à 3 cm³ (TPN)

Les pistolets doivent être interchangeables et ne pouvoir s'accoupler qu'à des pressions inférieures à la pression de service. La bague de retenue doit s'étendre jusqu'à 1 mm pour toute pression de service

6.6.3.8 Communication entre la borne de distribution et le véhicule

Concernant la communication entre la borne de distribution et le véhicule, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Équiper la borne de distribution d'un dispositif de contrôle qui établit la communication avec le véhicule et effectue un contrôle interne du véhicule par le pistolet de distribution.
- b) Quand un automate programmable est utilisé pour contrôler l'opération de distribution, verrouiller ou interrompre l'exécution du programme suite à une défaillance du système informatique.
- c) Un protocole de distribution est décrit dans la SAE J 2601

Communication entre la borne de distribution et le véhicule		a	b	c
Application internationale				
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100		X	
Application européenne				
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X		
Application américaine				
SAE	SAE J 2601			X

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis de la communication entre la borne de distribution et le véhicule.

Il est important d'équiper la borne de distribution d'un dispositif de communication avec le véhicule qui contrôle un ensemble de paramètres défini dans le protocole de distribution. Quand une défaillance se produit dans le système informatique, il faut verrouiller ou interrompre le programme. Le protocole est décrit dans la SAE J 2601

6.6.4 Instructions concernant le conducteur

Concernant les instructions pour les conducteur, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Afficher les instructions de distribution au niveau de la borne.
- b) En cas d'interruption de la distribution, due à un défaut d'alimentation ou du système, informer l'utilisateur de l'interruption et des instructions à suivre.
- c) Suivi des instructions du constructeur par l'automobiliste qui comprennent:
 - Le positionnement du véhicule pendant la distribution ;
 - Les instructions du manuel ;
 - L'usage de l'injecteur et/ou la borne de distribution.
- d) Informer l'automobiliste des dispositifs et procédures de sécurité spécifiques à l'installation tels que :
 - Le système d'arrêt d'urgence (localisation et comment l'activer) ;
 - Le système de détection feu/ hydrogène et de lutte contre l'incendie ;
 - Les consignes en cas d'alerte.
- e) Informer l'automobiliste des propriétés de l'hydrogène et des différences avec d'autres carburants
- f) Afficher :
 - Les emplacements dans la station et les systèmes de distribution ;
 - La procédure de distribution (identifier les étapes sous forme de diagramme) ;
 - Les arrêts d'urgence ;
 - L'interdiction de fumer, de feu nu et de dispositifs électroniques ;
 - De ne pas laisser la pompe sans surveillance ;
 - D'éloigner les enfants de l'aire de distribution ;
 - D'éteindre le moteur du véhicule durant le ravitaillement.
- g) Placer la signalisation à 3m ou moins d'un point de transfert.
- h) Faire valider le protocole de ravitaillement par le fabricant de la station-service hydrogène.
- i) Installer des indicateurs visuels à proximité de chaque entrée dans la zone de distribution pour indiquer que la distribution est en cours et dans l'aire pour indiquer au conducteur du véhicule que le ravitaillement est en cours.
- j) L'apparence du pistolet et du réceptacle doivent clairement suggérer la bonne méthode d'utilisation.

Instructions concernant le conducteur		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	ISO/TS 20100								X		
	ISO 17268									X	X
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X	X	X	X	X	X				
EIGA	IGC Doc 15/06/E			X							
Application américaine											
États-Unis	International fire code 2012 section 2309						X				
Application nationale											
Allemagne	Compressed gases 514						X				
Canada	CAN/BNQ-1784-000						X	X			
Italie	FPTCGHRS				X		X				

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis des instructions pour le conducteur.

Il est important d'informer les conducteurs concernant le déroulement de la distribution et les dispositifs/ procédures de sécurité. L'emplacement des affichages comprend principalement les zones de transfert et de distribution. Le protocole de distribution doit être validé par le fabricant de la station-service. Concernant la distribution, doivent être installés des indicateurs/ visuels pour indiquer que le ravitaillement est en cours et que le pistolet est bien branché sur le réceptacle

6.6.5 Tests et contrôles

Concernant les tests et contrôles, plusieurs aspects sont abordés dans les textes normatifs et guides.

- a) Tester la connexion entre l'embout du flexible de distribution et le véhicule avant chaque remplissage.
- b) Tester l'absence de fuite sur l'ensemble véhicule au système de stockage hydrogène (HSS) par l'envoi d'hydrogène à pression faible dans le réseau avant remplissage.
- c) Vérifier visuellement l'absence de dommages (coupures, fissures, gonflements, nœuds...) du flexible de ravitaillement tous les jours avant l'utilisation.
- d) Tester régulièrement le fonctionnement des vannes d'isolement et vérifier leur étanchéité.
- e) Prévoir le remplacement du flexible de ravitaillement en fonction de son cycle de vie.
- f) Demander au fabricant le certificat de test hydraulique de chaque flexible à 150% de sa pression de service.
- g) Si plus de 700 bar, tester le flexible selon la norme ISO 14113:2013.
- h) Prévoir un système anti-arrachement du flexible avec une durée de vie de 100 000 cycles d'envoi de pression gaz sans séparation ni fuite.
- i) La norme ISO 17268:2012 mentionne que les tests doivent être réalisés avec les montages identifiés en annexe C, annexe D et annexe E de cette même norme, lorsque c'est applicable.
- j) Un test de chute du pistolet doit être réalisé pour vérifier qu'il peut résister en toute sécurité à une chute d'une hauteur de 2 m à -40°C. Les conditions de ce test sont détaillées au paragraphe 7.6 de la norme ISO 17268:2012.
- k) Des tests de fuite doivent être réalisés afin de vérifier le taux de fuite des différents éléments constituant la chaîne de remplissage. La procédure détaillée se trouve au paragraphe 7.7 de la norme ISO 17268:2012I.
- l) Un test doit être réalisé sur les pistolets équipés de vanne de service avec poignée (valve operating handle) pour vérifier qu'ils peuvent résister à une force de 200N sans dommages. La force doit être appliquée à la poignée de la vanne au point le plus éloigné dans le sens de l'ouverture et de la fermeture. Le test est réalisé avec le pistolet correctement connecté au réceptacle et également avec un pistolet mal connecté au réceptacle. Après les tests, le pistolet doit maintenir sa sûreté de fonctionnement.
- m) Un test doit être réalisé pour s'assurer que le pistolet ainsi que le réceptacle peuvent résister à des remplissages anormaux. La procédure de test est détaillée au paragraphe 7.10 de la norme SO 17268:2012(E).
- n) Des tests de fuite doivent être réalisés à différentes pressions et températures, ces tests sont détaillés au paragraphe 7.11.3 de la norme ISO 17268:2012 (E).
- o) Identifier et réparer les fuites. Répéter les tests après toutes réparations

Test et contrôle		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
Application internationale																
Comité technique Norme ISO	FISO/TS 20100	X	X		X	X	X	X	X			X				X
	ISO 17268									X	X	X	X	X	X	
Application européenne																
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2	X	X													
Application nationale																
Allemagne	Compressed gases 514	X			X											
Canada	CAN/BNQ-1784- 000			X												
Royaume-Uni	RR 715															

Éléments saillants/ Points clés

Ce chapitre reprend les exigences vis-à-vis des tests et contrôles sur la zone de distribution.

Il est important de :

- *vérifier l'absence de fuite ;*
- *vérifier l'absence dommages au niveau du flexible ;*
- *faire un test de chute et de force à appliquer à la poignée du pistolet.*

Les composants à vérifier et tester:

- *Le flexible ;*
- *Le pistolet ;*
- *Les vannes d'isolement.*

Les fuites doivent être réparées et testées.

6.7 BILAN SUR LES MESURES DE SECURITE

Les normes ISO 20100 (Annexe B) et SAE J2601 (tableau 6 p 23/54) présente pour la borne de distribution des tableaux bilan

7. PROCESSUS D'AUTORISATION D'EXPLOITER

7.1 PROCESSUS POUR AUTORISATION D'EXPLOITER PAR PAYS

Les retours des questionnaires n'ont pas permis à ce jour d'avoir une vision d'ensemble sur les réglementations applicables et les processus d'autorisation des stations-service dans les différents pays.

7.1.1 Rappel sur le processus d'autorisation d'exploiter en France

Les installations de stockage sont classées sous la rubriques 1416 qui avec SEVESO III deviendra la rubrique 4715 (les seuils restant inchangés).

1416. Stockage ou emploi d'hydrogène	
1.4 Substances Inflammables	
<i>Rubrique supprimée à compter du 1er juin 2015 (Décret n° 2014-285 du 3 mars 2014, annexe)</i>	
Hydrogène (stockage ou emploi de l')	
La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :	
1. Supérieure ou égale à 50 t	(AS - 2)
2. Supérieure ou égale à 1 t, mais inférieure à 50 t	(A - 2)
3. Supérieure ou égale à 100 kg, mais inférieure à 1 t	(D)

Figure 16 : Présentation de la rubrique 1416

4715	Hydrogène (numéro CAS 133-74-0).		
	La quantité susceptible d'être présente dans l'installation étant :		
	1. Supérieure ou égale à 1 t	A	2
	2. Supérieure ou égale à 100 kg mais inférieure à 1 t	D	
	Quantité seuil bas au sens de l'article R. 511-10 : 5 t.		
	Quantité seuil haut au sens de l'article R. 511-10 : 50 t.		

Figure 17 : Présentation de la rubrique 4715

Pour les installations de stockage le seuil d'autorisation est de 1 tonne.

La production quant à elle est soumise à autorisation à la production dès la première molécule produite. La rubrique concernée est la 1415 et avec la directive IED la rubrique devient la 3420.

1415. Fabrication industrielle d'hydrogène

1.4 Substances Inflammables

Rubrique supprimée à compter du 1er juin 2015 (Décret n° 2014-285 du 3 mars 2014, annexe)

Hydrogène (fabrication industrielle de l')

La quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation étant :	
1. Supérieure ou égale à 50 t	(AS - 2)
2. Inférieure à 50 t	(A - 2)

Figure 18 : Présentation de la rubrique 1415

3420	Fabrication en quantité industrielle par transformation chimique ou biologique de produits chimiques inorganiques, tels que : a) Gaz, tels que ammoniac, chlore ou chlorure d'hydrogène, fluor ou fluorure d'hydrogène, oxydes de carbone, composés sulfuriques, oxydes d'azote, hydrogène, dioxyde de soufre, chlorure de carbonyle b) Acides, tels que acide chromique, acide fluorhydrique, acide phosphorique, acide nitrique, acide chlorhydrique, acide sulfurique, oléum, acides sulfurés c) Bases, telles que hydroxyde d'ammonium, hydroxyde de potassium, hydroxyde de sodium d) Sels, tels que chlorure d'ammonium, chlorate de potassium, carbonate de potassium, carbonate de sodium, perborate, nitrate d'argent e) Non-métaux, oxydes métalliques ou autres composés inorganiques, tels que carbure de calcium, silicium, carbure de silicium	A A A A A
-------------	---	-----------------------

Figure 19: Présentation de la rubrique 3420

7.1.2 Allemagne

7.1.2.1 Processus d'autorisation

En Allemagne, selon le retour au questionnaire et le « Genehmigungsleitfaden für Wasserstoff-Stationen », la Directive IED a été transposée au travers de la Loi Fédérale sur le Contrôle des Pollutions (Bundesimmissionsschutzgesetz - BImSchG). Ce texte et les ordonnances associées définissent les conditions selon lesquelles une installation est soumise à autorisation. Le processus de demandes d'autorisation d'exploiter dépend de la quantité d'hydrogène et de l'existence ou non de production d'hydrogène sur site.

- La 4ème ordonnance précise quel type d'installation est soumis à un processus d'autorisation. Les installations concernées sont celles listées dans la loi et qui sont reprises en annexe de l'ordonnance. Les activités listées sont celles pouvant entraîner des nuisances (odeur, bruit..), des pollutions (émissions...), les activités IED ou les installations potentiellement dangereuses (GPL, liquides inflammables...).

Deux niveaux (haut et bas) sont définis qui définissent trois régimes :

- Sous le niveau bas, les installations ne sont pas soumises à un régime d'autorisation ; un permis de construire et le respect de la réglementation

relative aux équipements (exemple : Equipement sous Pression) sont requis.

- Au-delà du niveau bas, les installations sont soumises à une **autorisation simplifiée** (proche du régime de l'enregistrement), pour lequel une enquête publique n'est pas requise ;
- Au-delà du seuil haut, les installations sont soumises à une **autorisation avec procédure complète (incluant enquête publique)**. Cette procédure nécessite que la requête soit publiquement accessible pendant un mois (internet ou journaux local et mairie). Toute personne physique peut faire une opposition écrite jusqu'à 14 jours après la fin de la publication. Ensuite il y a une discussion publique entre l'administration, les futurs exploitants, les experts et les opposants pour présenter le projet et en discuter (les journalistes peuvent assister au débat mais ne peuvent pas poser de questions). L'administration doit ensuite donner son avis au plus tard 7 mois après la discussion publique. Il est possible pour une personne physique de s'opposer à un avis favorable. Une deuxième expertise est alors mise en place par l'administration. Uniquement après cette procédure la personne physique peut porter plainte contre le projet.

Les installations de stockage d'hydrogène sont listées dans la BImSchG (sous le N° 9.22) :

- Niveau bas : 3 tonnes à 30 tonnes ;
- Niveau haut : 30 tonnes ou plus.

Pour les stations-service sans production d'hydrogène, la procédure dépend donc de la quantité d'hydrogène stockée (**pas d'autorisation, autorisation simplifiée ou autorisation avec procédure complète**).

Sont également listées les installations de production d'hydrogène gazeux par transformation chimique à échelle industrielle (N°4.1). Les installations sont classées d'office en **régime d'autorisation selon la procédure complète**.

La 9^{ème} ordonnance précise les étapes du processus d'autorisation et les documents requis. Si un établissement comporte une partie d'installation dépassant le seuil haut défini ci-dessus, l'étude de dangers de cette partie doit être présentée pour obtenir l'autorisation. Ce n'est pas une étude de dangers en tant que telle, mais l'opérateur doit pouvoir démontrer que l'installation est conçue et exploitée selon des règles de l'art. Ceci implique la présentation de plans, de descriptions... L'évaluation des pollutions, bruits, odeurs...est également requise.

Le processus d'autorisation regroupe le **permis environnemental** et le permis de construire. **Le permis de construire** (Baugenehmigungsverfahren) est requis et doit être conforme au règlement de construction en vigueur dans la région où l'on souhaite installer la station-service (Landesbauordnung). Le retour du questionnaire indique qu'une tierce expertise serait nécessaire au titre de la LImSch. Ce point serait à valider.

Un autre texte peut concerner les installations de grande capacité. Ainsi la 12^{ème} ordonnance transpose la Directive Seveso et définit les exigences pour les établissements Seveso Seuil Haut et Seuil Bas (Störfall-Verordnung). Pour l'hydrogène le seuil bas est 5 tonnes. Le seuil haut (50 tonnes) n'est pas atteignable dans une station-service.

Enfin, il existe en parallèle un régime de Contrôle d'équipement. Pour les équipements soumis, des inspections régulières par un tiers (organisme notifié...) sont requises et la conformité avec les réglementations techniques est à assurer. Les équipements soumis sont ceux listés dans la loi sur la sécurité des produits et l'ordonnance sur la sécurité opérationnelle (Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV), section 1. Ainsi les installations de remplissage pour voitures doivent se conformer au paragraphe 13 du BImSchG (Bundesimmissionsschutzgesetz) par référence au paragraphe 13 du BetrSichV (Betriebssicherheits-Verordnung). L'expert d'un organisme de surveillance se base sur le LASI 49/2008 (Antragsunterlagen für Druckgase)

Le retour d'un industriel en Allemagne a permis de préciser les délais moyens d'obtention d'une autorisation selon les installations :

Réservoir d'hydrogène liquide et borne de distribution Q < 3 tonnes	
Permis de construire <i>Baugesetzbuch – BauGB</i>	environ 2 mois
Exigences de sécurité <i>Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV</i>	environ 4 à 5 mois
Réservoir d'hydrogène liquide et borne de distribution 3 tonnes ≤ Q < 5 tonnes	
Permis de construire <i>Baugesetzbuch – BauGB</i>	environ 2 mois
Autorisation simplifiée <i>Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG</i>	environ 3 mois
Exigences de sécurité <i>Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV</i>	
Réservoir d'hydrogène liquide et borne de distribution 5 tonnes ≤ Q < 30 tonnes	
Permis de construire <i>Baugesetzbuch – BauGB</i>	environ 2 mois
Autorisation simplifiée <i>Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG</i>	environ 3 mois
SEVESO Seuil Bas Störfall-Verordnung	
Exigences de sécurité <i>Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV</i>	
Borne de distribution et réservoir d'hydrogène liquide Q ≥ 30 tonnes	
Permis de construire <i>Baugesetzbuch – BauGB</i>	environ 2 mois
Autorisation complète <i>Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG</i>	environ 7 mois
SEVESO Seuil Bas Störfall-Verordnung	
Exigences de sécurité <i>Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV</i>	
Borne de distribution, réservoir d'hydrogène et électrolyseur	
Permis de construire <i>Baugesetzbuch – BauGB</i>	environ 2 mois
Autorisation complète <i>Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG</i>	environ 7 mois
Exigences de sécurité <i>Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV</i>	

Borne de distribution, réservoir d'hydrogène et vaporéformage	
Permis de construire <i>Baugesetzbuch – BauGB</i>	environ 2 mois
Autorisation complète <i>Bundesimmissionsschutzgesetz – BImSchG</i>	environ 3 mois
Exigences de sécurité <i>Betriebsicherheitsverordnung – BetrSichV</i>	

Figure 20 : Processus d'autorisation d'exploiter en fonction du stockage ou/ et production

Un site internet consacré au processus d'autorisation d'exploiter en donnant les contacts par Land est mis en place en Allemagne: www.h2-genehmigung.de.

7.1.2.2 Textes applicables

L'Allemagne utilise également des réglementations ou guides plus généraux (pas toujours spécifiques à l'hydrogène) qui sont souvent liés à la transposition de directives européennes:

Loi	Noms de la loi
Lois concernant la sécurité des équipements et produits Geräte- und Produktsicherheitsgesetz GPSG	GPSG §9 Maschinen-Richtlinie (Directive 2006/42/EG from the European Parliament) GPSG §11 Explosionsschutzverordnung (Directive 94/9/EG from the European Parliament) GPSG §14 Druckgeräteverordnung (Directive 97/23/EG from the European Parliament) http://www.gesetze-im-internet.de/prodsg_2011/index.html
Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	Loi ne concernant pas directement l'hydrogène mais d'autres produits (huiles hydrauliques, liquides de refroidissement) utilisés dans les stations-service hydrogène. http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/whg_2009/gesamt.pdf
Guide/norme	Nom du guide/norme
Recommandations techniques concernant le stockage sous pression (TRB) pour rester conforme à la loi	TRB 600 Installation of pressure storage TRB 610 Pressure storage equipments and storage of pressurized gases
Recommandations techniques concernant les gaz sous pression (TRG) pour rester conforme à la loi	TRG 400 General considerations on gas refueling stations TRG 401 Installation of gas refueling stations TRG 402 Operation of gas refueling stations
Réglementation technique concernant la sécurité	TRBS 1201 Control of products and installation with necessary surveillance TRBS 2141 Hazard related to Vapor and pressure

Loi	Noms de la loi
opérationnelle (TRBS)	TRBS 2152 Hazardous explosive atmospheres TRBS 2153 Avoidance of ignition through electrical charge TRBS 2210 Hazard through interactions TRBS 3151 Avoidance of fire, explosion, and pressure hazards on refueling stations
Guide du TÜV	VdTÜV Merkblatt Tankanlage 965: protection of fuel storages against hitting chocs through vehicles VdTÜV Merkblatt 514 "Anforderungen an den Betrieb von Wasserstofftankstellen" April 2009

La réglementation technique concernant la sécurité opérationnelle (TRBS) a un statut quasi-obligatoire en Allemagne. Elle est imposée par les assureurs comme la NFPA aux États-Unis.

7.1.2.3 Autorités responsables de la mise en application des textes

Les autorités responsables de délivrer les permis d'exploiter sont:

- §13 Betriebssicherheitsverordnung: **autorités locales** (Landeskreis)
- §4 Bundes-Immissionsschutzverordnung: **autorités régionales** (Land)

Des organismes privés sont également impliqués dans le processus d'autorisation d'exploiter comme:

- principalement les **organismes de contrôles agréés** (ZÜS) comme TÜV Rheinland, TÜV SÜD, TÜV Nord,... pour le contrôle de la sécurité de fonctionnement de la station
- un **ingénieur spécialisé** (Brandschutzsachverständiger) pour la définition et le contrôle de la **sécurité incendie** et les moyens de lutte associés
- un **ingénieur spécialisé** (Blitzschutzsachverständiger) pour la définition et le contrôle des mesures de **sécurité concernant le risque foudre**.

7.1.3 Danemark

Au Danemark, la Directive IED a été transposée en faisant apparaître deux types de processus d'autorisation (complet et simplifié). Des investigations complémentaires seraient nécessaires pour préciser les activités concernées et les seuils associés ainsi que les processus associés. La liste et une description du processus sont disponibles sur le site internet du Ministère Danois²⁰. Les établissements Seveso potentiels sont soumis au règlement concernant la maîtrise des risques liés aux accidents majeurs avec des substances dangereuses²¹ (transposition de la directive Seveso).

²⁰ <http://eng.mst.dk/topics/industry/environmental-permits-for-industry/>

²¹ Risikobekendtgørelse 23-12-2006 BEK nr. 1666 "Bekendtgørelse om kontrol med risikoen for større uheld med farlig stoffer"

7.1.4 Italie

En Italie, selon les informations du HY APPROVAL WP2, la réglementation applicable comprend deux textes :

- DM 31/8/2006 - Règle technique de lutte contre incendie ;
- le Décret Italien sur le transport et stockage de gaz naturel comprimé.

Si la station-service dépasse le seuil Seveso, elle peut être soumise aux exigences de la directive.

Il est recommandé de suivre également les guides ou normes suivants : US NFPA 50A, EIGA 15/96, ISO15916.

ESPAGNE

En Espagne, selon les informations du HY APPROVAL WP2, la réglementation applicable comprend :

- le Real Decreto 2486/1994 - Exigences sur le gaz naturel ;
- ITC MIE-APQ-5 - Stockage et Utilisation des bouteilles et des bouteilles de gaz comprimés, liquéfiés ou dissous sous pression ;
- ISO 15916 - Considérations fondamentales pour la sécurité des systèmes à l'hydrogène.

En Norvège, le retour du questionnaire ne cite que la réglementation Seveso. Le projet de norme ISO 20100 est cité comme un document de référence non obligatoire.

7.1.5 États-Unis

Aux États-Unis, le retour du questionnaire indique les documents de base utilisés dans plusieurs juridictions. Il s'agit de :

- NFPA 55 ;
- l'ICC Codes.

D'autres textes sont cités mais ne sont pas obligatoires :

- ISO 20100/ ISO 14687 ;
- SAE 2601/ SAE 2719 ;
- CSA codes 4.3.

7.1.6 Canada

Au Canada, le code CANBNQ-1784-000 vise toutes les applications faisant appel à l'hydrogène gazeux ou liquide, à l'exception des applications les installations industrielles qui produisent ou utilisent, en continu, des débits massiques excédant 21 kg/h.

7.2 PERMIS

Le document de référence HY APPROVAL WP2 a mis en évidence que les autorisations d'exploiter pouvaient être couplées à des permis de construire et/ou des permis environnementaux. Les informations sont regroupées dans le tableau ci-dessous :

	Autorisation d'exploiter	Permis de construire	Permis environnemental
Italie	X	X	
Espagne		X	X
USA	X	X	X

7.3 AUTORITES IMPLIQUEES

Ce chapitre reprend les autorités impliquées dans le processus d'autorisation :

Pays	source	Autorités impliquées
Italie	HY APPROVAL WP2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conseil municipal. 2. Organisme environnemental. 3. Département Industrie. 4. Organisme scientifique et service de santé. 5. Brigade des pompiers.
Allemagne	Questionnaire CEP	<p>Des institutions différentes en fonction de l'état :</p> <p><u>1. Des organismes d'état qui délivrent les autorisations</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - §13 Betriebssicherheitsverordnung: Autorités locales (Landeskreis) ; - §4 Bundes-Immissionsschutzverordnung: Autorités régionales (Land). <p><u>2. Implication d'organismes privés lors de la réalisation du dossier de demande d'autorisations :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Predominantly Zugelassene Überwachungsstelle (ZÜS) comme les TÜV Rheinland, TÜV SÜD, TÜV Nord,...pour contrôler la sécurité opérationnelle de la station ; - Brandschutzsachverständiger (experts en sécurité incendie) pour définir et contrôler la sécurité incendie et les mesures de lutte contre l'incendie ; - Blitzschutzsachverständiger (experts en sécurité foudre) pour définir et contrôler les mesures de sécurité contre le risque foudre.
Espagne	HY APPROVAL WP2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Conseil municipal. 2. Département Industrie.

Pays	source	Autorités impliquées
		3. Brigade des pompiers (en option).
USA	HY APPROVAL WP2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Le gouvernement d'état ou local. 2. Service d'incendie. 3. Département de qualité environnement. 4. Division d'état chargé de l'application la loi. 5. Bureau des ressources en air.
Canada	Questionnaire	<p>L'autorité de sécurité du gaz qui est spécifique en fonction de chaque province: Provincial Gas Safety Authorities.</p> <p>La coordination des problèmes liés au gaz est gérée par Gas Advisory Council (IGAC).</p>
Norvège	Questionnaire	<ol style="list-style-type: none"> 1. Organisme dédié aux installations répondant à la directive SEVESO II: DSB. 2. Conseil municipal et brigade des pompiers.
Suède	Questionnaire	Conseil municipal.

7.4 DOCUMENTS REQUIS PAR LES AUTORITES

Ce chapitre reprendre les documents nécessaires à fournir aux autorités pour avoir l'autorisation d'exploiter :

	Allemagne	Italie	Espagne	États Unis	Canada
Schémas et plans des bâtiments et de l'environnement ;	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	
Liste des éléments de l'installation (réservoirs, échangeurs, tuyauteries...) ;	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	
Déclaration des équipements sous pression de l'installation ;	/	/	HY APPROVAL WP2	/	
Description des procédés et PID ;	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	
Installations électrique tel que le système de mise à la terre et le système de protection contre la foudre ;	/	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	
Étude d'impact sur l'environnement ;	/	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	
Identification des dangers ;	HY APPROVAL WP2	/	/	HY APPROVAL WP2	
Évaluation quantitative du risque ;	HY APPROVAL WP2	/	/	/	CAN/BNQ-1784-000
Liste des exigences applicables ;	/	/	/	HY APPROVAL WP2	
Instructions d'exploitation ;	HY APPROVAL WP2	/	/	HY APPROVAL WP2	
Mesures de maîtrise du risque ;	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	
Mesures d'intervention en cas de dysfonctionnements (procédure d'arrêt) ;	HY APPROVAL WP2	/	HY APPROVAL WP2	HY APPROVAL WP2	CAN/BNQ-1784-000
Check-list des documents requis ;	/	HY APPROVAL WP2	/	/	
Registre de remise en état ;	/	/	/	/	CAN/BNQ-1784-000

8. CONCLUSION – SYNTHÈSE

Ce document synthétise une étude comparative des réglementations, guides et normes concernant les stations-service hydrogène en 2014. Il vise à répondre notamment aux interrogations suivantes :

- **Quelles sont les sources de référence (réglementations ou guides), existantes ou en cours de développement, fixant des règles pour la conception et l'exploitation des stations-service hydrogène ? Quelles sont les pratiques issues de ces documents ? En particulier :**
 - **Quelles sont les mesures prises pour prévenir ou réduire les effets d'un incendie ou d'une explosion ?**
 - **Existe-t-il des distances de sécurité sur la localisation des stations-service hydrogènes vis-à-vis d'autres installations ?**
- **Quelles sont les procédures d'autorisation et les organismes en charge du processus ?**

L'étude a couvert les parties suivantes d'une station-service :

- zone d'approvisionnement en hydrogène
- stockage d'hydrogène comprimé ou liquéfié ;
- poste de compression ;
- stockage tampon haute pression ;
- poste de refroidissement ;
- zone de distribution.

Elle exclue, en revanche, de son champ les productions d'hydrogène, l'alimentation en pipe, le stockage sous forme d'hydrure et les véhicules.

Elle a été réalisée à partir d'une analyse des documents issus d'une étude bibliographique et d'informations collectées au cours d'une enquête auprès des autorités compétentes des pays concernés (confer paragraphe 2.1) et de membres du réseau HySafe. Elle identifie les principaux textes applicables dans le champ réglementaire et normatif et les guides d'application volontaire qui sont présentés en figure 15 sur un axe chronologique.

Au-delà de cet ensemble de textes, il est important de souligner qu'une proposition de directive du 24 janvier 2013 (COM (2013) 18) prévoit le développement d'une infrastructure pour carburants de substitution dans les Etats membres de l'Union Européenne. Cette proposition de directive anticipe la mise en place d'un cadre normatif harmonisé d'application obligatoire au niveau européen.

La commission européenne a donné mandat au CEN d'élaborer les normes en s'appuyant sur des textes existants qu'il conviendra d'adopter ou d'adapter :

- **ISO/TS 20100** pour la conformité des points de ravitaillement et équipement de remplissage ;
- **ISO 14687-2** pour la conformité de la pureté hydrogène ;
- **ISO 17268** pour la conformité des connecteurs de véhicules.

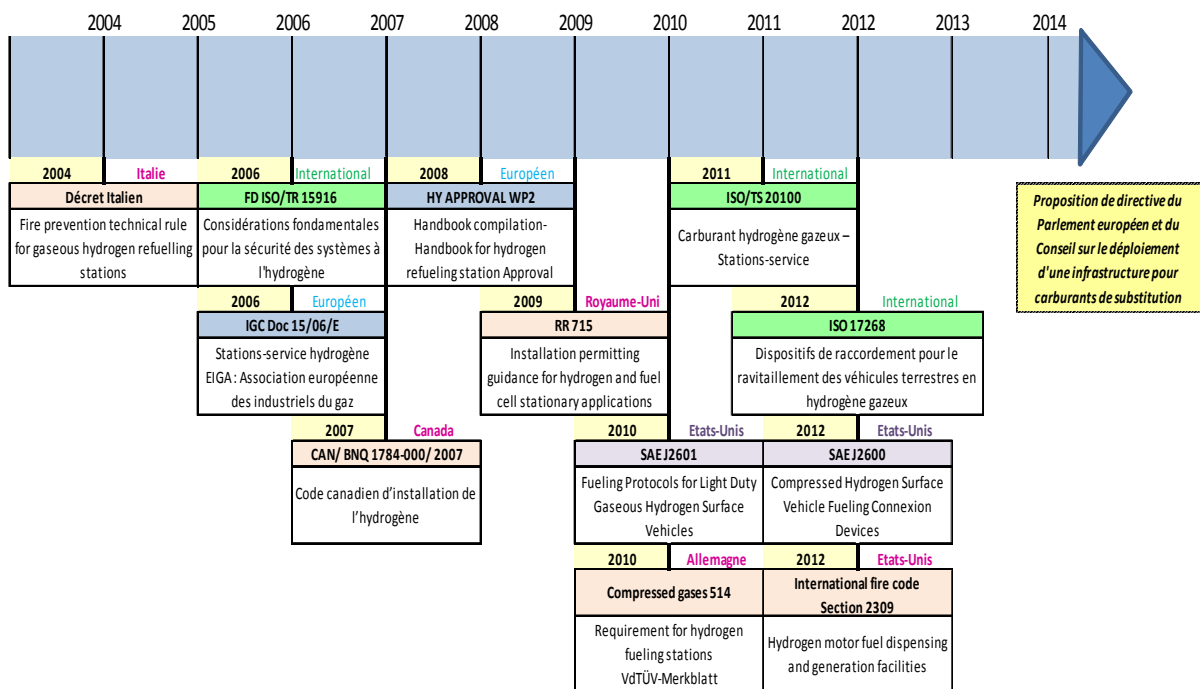


Figure 21 : Présentation chronologique du contexte réglementaire et normatif

En ce qui concerne le cadre réglementaire national spécifique, seule l'Italie a été identifiée comme disposant d'une réglementation.

Les mesures de maîtrise des risques ont été recensées dans ce rapport à partir de 12 documents dont la liste est donnée dans le tableau 9.

	Obligatoires (réglementaires)
	Obligatoires mais non réglementaires (imposés par les assureurs, une profession...)
	Probablement obligatoires dans les années à venir (textes inclus dans une proposition de directive) Attention pour la ISO/TS 20100 ne concerne que la partie borne de distribution. La norme ISO 14687-2 est reprise aussi dans le projet de directive et concerne la qualité de l'hydrogène (cf. chapitre 6.4.1.1)
	Conseillés par les guides ou textes normatifs

Analyse comparée des domaines d'application des documents			Conception	Exploitation	Stockage H2 gaz	Stockage H2 cryogénique	Stockage tampon	Station de compression	Poste de refroidissement	Borne de distribution	Aire de distribution
Application internationale											
Comité technique Norme ISO	ISO/TR 15916		X	X	X	X	X	X	X	X	X
	ISO 17268		X	X						X	
	ISO/ TS 20100		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Application européenne											
Commission européenne Handbook	HY APPROVAL WP2		X	X	X	X	X	X	X	X	X
EIGA	IGC Doc 15/06/E		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Application américaine											
SAE	SAE J 2600		X	X						X	X
	SAE J 2601		X	X						X	X
Etats Unis	International fire code :section 2309		X							X	X
Application nationale											
Allemagne	Compressed gases 514		X	X	X	X	X	X		X	X
Canada	CAN/BNQ-1784-000		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Italie	FPTCGHRS		X	X	X						X
Royaume-Uni	RR 715		X	X	X	X					

Tableau 9 : Statut de la réglementation

Quelques orientations principales pour les composants d'une station-service hydrogène :

Concernant les installations de déchargement, stockage, de compression, de refroidissement, les recommandations formulées par les référentiels étudiés s'apparentent aux mesures de sécurité habituellement adoptées sur des sites industriels manipulant l'hydrogène.

Elles visent en particulier à maîtriser les risques de fuite et d'inflammation de l'hydrogène ainsi que de surpression. Elles font souvent référence aux cadres réglementaires et normatifs associés aux directives ATEX, équipements sous pression...

Certaines recommandations sont plus spécifiquement liées aux propriétés de l'hydrogène. Ainsi sont traités le risque de fragilisation ou la nécessité d'éviter le confinement.

Concernant les distances de sécurité, les scénarios et les critères pris en compte pour les définir sont extrêmement variés. Aucun ensemble cohérent de distances de sécurité n'apparaît à partir des divers textes étudiés. Cependant le projet de norme ISO/TS 20100 semble faire consensus en Europe et présente une méthodologie pour calculer les distances de sécurité qui servira de base aux travaux initiés par le CEN TC 268. Elle pourra être une alternative à des distances issues d'une analyse de risques spécifique de chaque installation.

La zone de ravitaillement fait l'objet d'une attention particulière qui conduit à un développement de mesures de maîtrise des risques innovantes et spécialement adaptées à la distribution d'hydrogène. Par exemple, la borne de distribution est munie d'un dispositif anti-arrachement, un arrêt d'urgence qui déclenche en cas de collision... Le protocole de distribution est défini de manière très précise avec un suivi des paramètres clés (la température, la pression...) et repose sur une interface de communication entre le véhicule et la borne de distribution. La charge du réservoir, la température et la pression sont communiquées et vérifiées en permanence par un système de régulation qui optimise les débits et interrompt le chargement automatiquement.

Concernant les processus d'autorisation à une station-service d'hydrogène, les réglementations applicables et les processus dans les différents pays divergent. L'Allemagne est le seul pays qui décrit de manière précise dans un guide le processus à suivre pour obtenir l'autorisation d'exploiter d'une station-service hydrogène. Bien qu'écrit spécifiquement pour les stations-service hydrogène, ce guide présente en fait le déroulé général d'un processus d'autorisation et les démarches à suivre. Le processus de demande d'autorisation d'exploiter dépend de la quantité d'hydrogène et de l'existence ou non de production d'hydrogène sur site.

En conclusion, ce benchmark a identifié les textes de référence et montre l'importance du cadre normatif qui évolue très rapidement et qui sera amené à acquérir un caractère obligatoire avec l'adoption de la proposition de directive sur le déploiement d'une infrastructure sur les carburants de substitutions. Il a également mis en évidence un ensemble de mesures de maîtrise des risques spécifiques à une station-service principalement pour la distribution.

Certains sujets pourraient être approfondis :

- les processus et seuils en Europe pour les autorisations en fonction des quantités et de la présence ou pas de production d'hydrogène sur la station-service. La manière dont la directive IED, qui impose une procédure d'autorisation pour la production industrielle d'hydrogène, est transposée pourrait aussi faire l'objet d'une analyse plus poussée ;
- la pertinence des mesures identifiées en vue de les traduire en exigences réglementaires (distances de sécurité, bien-fondé de mesures techniques ou humaines spécifiques...)
- les installations de production d'hydrogène et les raccordements à des canalisations de transport d'hydrogène (exclues du présent benchmark) pourraient faire aussi l'objet d'une future analyse.

Enfin, ce premier benchmark ne visait pas l'exhaustivité et a été réalisé dans un contexte de forte évolution des normes et des réglementations. Ainsi, certains textes sont actuellement en projet au niveau ISO et SAE. Ils sont susceptibles de faire évoluer ce qui a été présenté dans le cadre de cette étude. Il serait légitime de poursuivre ce travail par une veille visant à élargir tant le champ thématique que géographique de la présente étude.

9. LISTE DES ANNEXES

Repère	Désignation	Nb pages
1	Questionnaire	3
2	Rappel sur l'élaboration des normes	3
3	Présentation d'un programme de maintenance type	4

ANNEXE 1

QUESTIONNAIRE

Questionnaire for international practices

Topic: International benchmark on regulations and best practices regarding gaseous hydrogen fuelling stations

1- Context of this questionnaire

INERIS, the French national research institute that deals with risk management, gives support to the French Public Authorities and industry on the implementation of the directives related to the control of accident hazards. This year, on behalf of the French Ministry of Ecology, the Accident Risks Division of INERIS is carrying out an international benchmark study on the following topic:

“Benchmark study on regulations and best practices regarding hydrogen fuelling stations”.

The aim of the benchmark study is to have an overview of the current regulations and best practices in countries such as United States (California), United Kingdom, Italy, Germany, Canada, Sweden, Norway, Denmark and Spain.

This benchmark includes the following parts of the hydrogen fuelling station:

- a/ the hydrogen storage systems (cryogenic or compressed gases)
- b/ the compressor stations
- c/ the high pressure buffer storage
- d/ the cooling systems for hydrogen
- e/ the dispensing equipments
- f/ the dispensing area


We are seeking representatives from competent authorities or experts to help us to better understand this issue. We would be very grateful if you could provide inputs to this study by answering our questionnaire.

Please feel free to contact us if you need any clarification in this regard.

2- Practical terms

Please, send your respond, by email if possible, to the contact below. We would prefer to have responses before the 30th of April 2014, however, if you need more time please let us know.

CONTACTS

 <p>Unit: Processes and Emergency- Clean and Safe Accident Risk Department Mail: svyvaline.riquis@ineris.fr Phone: +33(0)3 44 61 87 54</p>
--

3- Identification of the respondent

NAME	
E-Mail	
PHONE	
Organization/Department/Unit	
Address	

4- Questions

1) In your country, what are the existing regulations regarding hydrogen fuelling stations?

Please provide the reference of the regulations to enable us a further detailed analysis, (e.g. if available the www link etc.). The regulations could be defined directly for hydrogen fuelling station or can be generalized and linked to other regulations (e.g. pressure equipment, fire or explosion protection etc.)

Existing regulations regarding hydrogen fuelling stations

2) Are there specific standards or best practices used for hydrogen fuelling stations regarding technical aspects or the qualification of employees..?

Please provide the reference of the regulations to enable us a further detailed analysis, (e.g. if available the www link etc.).

Specific standards or best practices

3) Which government department or private agency is responsible for the enforcement of the regulations?

body's for the enforcement of the act

4) Are there any known safety distances for the localization of the hydrogen fuelling stations (distances to: other hazardous installations, hospitals/schools, neighborhood...)?

Please provide the reference of the regulations

Restrictions/ Safety distances

5) Which safety barriers are required or recommended for hydrogen fuelling stations to prevent or reduce the effects of fires or explosions?

Dedicated hydrogen equipment, hydrogen gas/ fire detection, protection from corrosion and mechanical damage, pressure relief devices, venting, operation and maintenance safety instructions, design of vent stack, Discharge relief valves, instrumented safety system, Shut-off measures, anti-static protection devices, material requirements regarding fire, insulation,...

Safety barriers
Recommended:

6) Does the legislation give technical requirements (e.g. use of cryogenic instead of compressed gases or inverse, underground storage, type of compressors, maximum design pressure, material requirements <<e.g. 316 stainless steels>> etc...)?

Please provide any details below that help explain your answer

Technical requirements

Supplementary questions

1) In your country, are there regulations in progress regarding hydrogen fuelling stations? If yes: please provide the reference of the regulations to enable us to carry out a detailed analysis.

Regulations in progress regarding hydrogen fuelling stations

2) Which regulation is required for the hydrogen fuelling stations? Labor regulation? Environment Code? Town planning code?

Regulation

3) Are there different processes for obtaining a licence to implement hydrogen fuelling stations (e.g. just notification, authorization, demonstration that risk is acceptable...)? Does it depend on quantity stored or mass flow of hydrogen?

Please provide any details below that help explain your answer (e.g., steps of the process of authorization, required documents, compliance with regulation or standards ...).

Different processes for obtaining a licence to implement hydrogen fuelling stations

4) Are there specific regulations or requirements regarding hydrogen fuelling stations without service personnel?

Requirements for stations without service personnel

5) Are there different regulations or requirements regarding hydrogen fuelling stations for buses and cars?

Requirements for stations for buses and cars

6) In your country do you record accidents regarding hydrogen fuelling stations? If yes, do you identify the root causes? Which measures have been taken following accidents? Are these incidents/accidents documented into any database and if possible could you forward us ^{these} information if it is public?

Accidents

7) Please provide any additional comments that you consider relevant for this survey.

ANNEXE 2

RAPPEL SUR L'ELABORATION DES NORMES

Dans ce rapport, de nombreuses normes sont citées en références : des normes ISO, EN, NF. Pour les normes internationales, les spécificités TS, TR, AWI sont également apportées. Il a été décidé de rappeler les différences entre ces normes, le statut d'une norme et l'élaboration des normes ISO qui rappelle les paliers TS/TR/AWI.

Notion de Normes

La « norme » ISO (internationale), EN (européenne) ou NF (française) résulte de l'activité de normalisation. L'Association française de normalisation (AFNOR) est l'organisme officiel français de normalisation, membre de l'Organisation internationale de normalisation (ISO).

Dans cette acception, la norme est un standard qui n'a pas de valeur réglementaire et qui est mis à la disposition des utilisateurs qui peuvent décider de le respecter ou de l'appliquer, notamment dans le cadre de leurs relations contractuelles. Un texte réglementaire peut toutefois rendre obligatoire une norme.²²

Elaboration des normes ISO²³

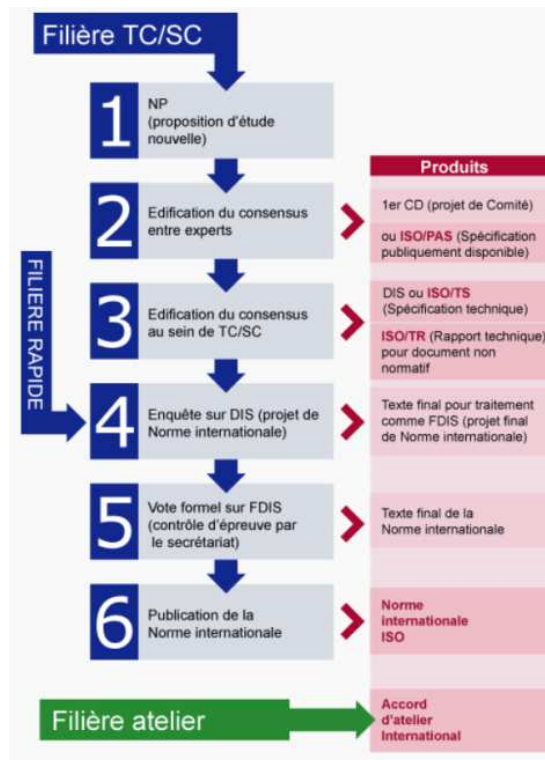
Norme ISO

Document normatif, élaboré selon des procédures consensuelles, approuvé par les membres de l'ISO et les membres (P) du comité responsable, conformément à la Partie 1 des Directives ISO/IEC, en tant que projet de Norme internationale et/ou de projet final de Norme internationale, et publiée par le Secrétariat central de l'ISO.

Un texte correspondant à une étude approuvée est élaboré, s'il y a lieu, selon les stades Préparation et/ou Comité jusqu'à l'obtention du consensus au sein du comité concerné (en cas de doute, le consensus est réalisé lorsqu'il y a approbation des deux tiers des membres (P) votants.) Le texte est soumis à tous les comités membres de l'ISO pour un vote de cinq mois en tant que projet de Norme internationale (DIS). Il est approuvé si les deux tiers des membres (P) votent par l'affirmative et si tous les votes négatifs n'excèdent pas un quart des membres (P) votants. Un texte final est préparé en tenant compte des observations des comités membres sur le DIS, dont le texte est diffusé pour vote formel en tant que projet final de Norme internationale (FDIS). Si le texte est une nouvelle fois approuvé par les deux tiers des membres (P) votants et si le nombre des votes négatifs n'excède pas un quart des votants, le texte est approuvé et le Secrétariat central le publie comme Norme internationale.

²² Hiérarchie des normes environnementales, Techniques de l'ingénieur, Date de publication : 10 juil. 2010 | Olivier NICOLAS

²³ <http://www.iso.org/>



ISO/TS Spécification technique

Document normatif représentant le consensus technique au sein d'un comité ISO.

a) Un TC/SC peut décider qu'un projet particulier aboutira à la publication d'une spécification technique. Normalement, cette décision doit être convenue dès le début, simultanément avec l'approbation de la NP. Le texte est élaboré durant les stades Préparation et Comité. Il est ensuite soumis à un vote de trois mois des membres (P) du comité en vue d'approuver la publication du document en tant que Spécification technique. L'acceptation du document exige l'approbation des deux tiers des membres (P). Si le critère d'acceptation est satisfait, le document est envoyé au Secrétariat central pour publication comme ISO/TS.

b) Si un comité décide de produire une Norme internationale, mais découvre par la suite que la publication d'une norme ne bénéficie pas d'un soutien suffisant, il peut convenir, suivant le processus ci-dessus, de publier le document comme spécification technique.

c) Tout membre (P) ou organisation en liaison de catégorie A ou D peut proposer qu'un document existant soit examiné en vue de son adoption comme Spécification technique. Le processus d'approbation est tel que décrit en a). NB: Liaison de catégorie A: participation d'une organisation, par une contribution efficace, aux travaux d'un TC ou SC. Liaison de catégorie D: participation uniquement au niveau du groupe de travail, ou contribution à un projet spécifique.

Notes

La spécification technique peut être traitée en une seule langue.

Des spécifications techniques concurrentes offrant des solutions techniques différentes sont possibles pour autant qu'elles ne soient pas en contradiction avec des Normes internationales existantes (un TC/SC peut décider de réviser une norme ISO pour tenir compte de Spécifications techniques divergentes).

Les spécifications techniques doivent être examinées par le comité technique ou le sous-comité au plus tard 3 ans après leurs publications. Le but de cet examen est de réexaminer la situation qui a abouti à la publication d'une spécification technique et, si possible d'obtenir l'accord nécessaire pour la publication d'une Norme internationale pour remplacer la spécification technique.

Les comités membres de l'ISO peuvent adopter des spécifications techniques et les publier comme document ayant le même niveau d'autorité que les ISO/TS.

ISO/TR Rapport technique

Document informatif contenant des informations d'un type différent de celles qui font normalement l'objet d'un document normatif.

Lorsqu'un comité réunit des informations à l'appui d'un ou de plusieurs projets approuvés, il peut décider, à la majorité simple des membres (P), de demander que ces informations soient publiées sous la forme d'un Rapport technique. Le Secrétaire général de l'ISO, en consultation, s'il y a lieu, avec le Bureau de gestion technique, décide de publier ou non le document comme Rapport technique.

Accord international d'atelier (IWA)

Un Accord international d'atelier (IWA) est un document produit par une ou plusieurs réunions d'atelier et non par le processus d'un comité technique.

Toute partie intéressée peut proposer un IWA et participer à l'élaboration d'un IWA. Un comité membre de l'ISO se verra attribuer l'organisation et la direction de la ou des réunions d'atelier qui produiront l'IWA. Les acteurs économiques et d'autres parties prenantes participent directement à l'élaboration de l'IWA et il ne leur est pas nécessaire de passer par une délégation nationale. Un IWA peut être produit sur n'importe quel sujet.

Un IWA peut être élaboré rapidement (c'est-à-dire publié en moins de 12 mois) pour répondre à un besoin du marché ou à une exigence de politique publique qui se développe rapidement.

La marque ISO peut donner une reconnaissance et une crédibilité internationales au travail de votre organisation.

Les IWA peuvent servir de précurseurs à des Normes internationales.

ANNEXE 3

PRESENTATION D'UN PROGRAMME DE MAINTENANCE TYPE²⁴

²⁴ Extrait du Handbook rédigé par la commission européenne

Composants	Opérations	Fréquence
Système anti-arrachement	Remplacement du joint torique sur la tuyauterie de sortie GH2	Tous les 2 ans
Compresseur	VISITE DE TYPE A (voir tableau associé)	Tous les ans
	VISITE DE TYPE B (voir tableau associé)	Tous les deux ans
	VISITE DE TYPE C (voir tableau associé)	Tous les deux ans
Ensemble de l'installation	Test de l'absence de fuite à la pression maximum avec pulvérisation d'un spray au niveau des jonctions/ assemblages	Tous les 6 mois
	Contrôle de la ventilation	Tous les 6 mois
Flexible de chargement	Remplacement du flexible de chargement	Tous les deux ans
Flexible d'alimentation du compresseur	Remplacement du flexible d'alimentation du compresseur	Tous les ans
Soupapes	Test/ remplacement des soupapes (application de la réglementation des équipements sous pression)	Tous les 3 mois
Systèmes de détection gaz	Test/ calibration des détecteur hydrogène	Tous les 6 mois
Stop d'arrêt d'urgence	Vérification des stops d'arrêt d'urgence	Tous les ans
Capteurs de pression	Vérification des valeurs détectées	Tous les ans
Capteurs de température	Vérification de la résistivité	Tous les ans
Vanne manuelle d'isolement associée à la haute pression	Remplacement du joint torique, du pointeau et organe d'obturateur	Tous les deux ans
Vanne automatique d'isolement associée à la haute pression	Vérification de l'ouverture/ fermeture, test du piston en cas de fermeture de la vanne d'arrivée d'air, contrôle des pièces mécaniques	Tous les ans
Raccords d'alimentation	Test de l'absence fuite à la pression maximum avec de l'azote	Tous les 3 mois
Vannes électrique	Vérification de l'ouverture/ fermeture, contrôle des pièces mécaniques et de l'absence de fuites	Tous les 3 mois
Débitmètres	Test de l'absence de fuite GH2 aux connections	Tous les 3 mois
Jonctions	Test de l'absence de fuite GH2 sur toute l'installation	Tous les 3 mois
Armoire électrique	Test de la mise à la terre	Tous les ans
	Vérification des filtres au niveau de la ventilation, les connections électriques, la surchauffe des composants...	Tous les 3 mois

Pour le compresseur, exemple de visite type

Temps de fonctionnement/ fréquence maximum	Opérations
VISITE DE TYPE A Max 2000h	<ul style="list-style-type: none"> a) Vérification de l'étanchéité des vannes b) Vérification du système de contrôle commande lié au dépassement des limites de pression c) Contrôle des paramètres du procédé (pression, température, débit...) d) Contrôle des pièces mécaniques (courroie de transmission du compresseur...)
VISITE DE TYPE B Max 4000h	<ul style="list-style-type: none"> e) Contrôle des pièces mécaniques (courroie de transmission du compresseur...) f) Contrôle des paramètres du procédé (pression, température, débit...) g) Contrôle/ remplacement des jonctions des vannes h) Changement d'huile i) Nettoyage des filtres à cadre et métalliques j) Remplacement des filtres à huile k) Nettoyage des filtres à gaz l) Remplacement du diaphragme
VISITE DE TYPE B Max 4000h	<ul style="list-style-type: none"> m) Contrôle des pièces mécaniques (courroie de transmission du compresseur...) n) Contrôle des paramètres du procédé (pression, température, débit...) o) Contrôle/ remplacement des jonctions des vannes p) Changement d'huile q) Nettoyage des filtres à cadre et métalliques r) Remplacement des filtres à huile s) Nettoyage des filtres à gaz t) Remplacement du diaphragme u) Contrôle des éléments de sécurité v) Remplacement de la vanne de non retour d'huile w) Remplacement des organes internes du compresseur x) Remplacement des organes internes du système de contrôle de pression y) Remplacement des joints toriques sur le circuit d'huile

Présentation d'un programme de maintenance type²⁵:

Matériel	Exigence	Mensuel	Trimestriel	Semestriel	Annuel	A plus long terme
Généralités	Vérifier que les pressions et les températures du système sont dans les plages prévues. Noter l'inspection, la pression et la température	x				
Généralités	Faire de façon générale l'inspection visuelle des lieux, y compris des barrières, des clôtures, des murs, des portes et autres composants pour en vérifier la conformité aux exigences du code. Noter l'inspection et toute non-conformité				x	
Vannes, tuyauteries, raccords	Faire l'inspection visuelle des vannes, de la tuyauterie et des raccords pour déceler toute fuite ou toute anomalie. Noter l'inspection et toute fuite ou anomalie	x				
Groupe compresseur	Vérifier que les pressions et les niveaux d'huile du compresseur et de tout liquide de lubrification sont conformes aux spécifications. Noter l'inspection, la pression, les niveaux d'huile du compresseur et de tout liquide de lubrification	x				
Groupe compresseur	Faire de façon générale l'inspection visuelle de l'état du groupe compresseur. Vérifier l'état des tuyaux souples, des courroies...Noter l'inspection et le remplacement des pièces si il a lieu	x				
Groupe compresseur	Vérifier que le compresseur arrête de fonctionner à la pression de sortie stipulée. Noter l'inspection.	x				
Dispositif de distribution	Vérifier que les flexibles et les pistolets de distribution sont en bon état et, s'il a lieu, les remplacer. Noter l'inspection et le remplacement des pièces.	x				
Dispositif de distribution	Inspecter et lubrifier les dispositifs de débranchement rapide. Noter l'inspection.		x			
Dispositif de distribution	Observer le processus de distribution pour chaque flexible de distribution pour		x			

²⁵ CAN : BNQ 1784-000/2007

Matériel	Exigence	Mensuel	Trimestriel	Semestriel	Annuel	A plus long terme
	en assurer la conformité. Noter l'inspection et tout cas de non -conformité					
Système d'arrêt d'urgence	Vérifier le bon fonctionnement du système d'arrêt d'urgence. Noter l'inspection.		x			
Ventilation	Vérifier le bon fonctionnement du système de ventilation y compris les alarmes sonores et visuelles. Noter l'inspection.		x			
Système de détection d'hydrogène	Vérifier le bon fonctionnement et étalonnage du système de détection d'hydrogène, y compris les alarmes sonores et visuelles. Noter l'inspection.			x		
Instruments et commandes	Vérifier les valeurs de réglage et étalonner tous les instruments (manostats, thermostats, interrupteur à niveau d'huile...). Noter l'inspection et toutes les valeurs.				x	
Essais d'étanchéité	Faire des essais d'étanchéité sur toute la tuyauterie et vérifier l'absence de fuite. Noter l'inspection et toute fuite détectée.				x	
Récipients et stockage d'hydrogène	Remettre à l'essai ou requalifier les récipients de stockage d'hydrogène. Noter la remise à l'essai ou toute requalification					Varie en fonction des réglementations/normes
Dispositifs de sureté	Faire l'inspection visuelle de tous les dispositifs de sureté et s'assurer que toutes les plaques d'identification sont en place. Noter l'inspection.		x			
Soupapes de sureté	Recertifier toutes soupapes de sureté. Noter la recertification.					5 ans
Pièces dont le remplacement est obligatoire	Vérifier tous les composants ayant une date de péremption. Noter l'inspection et le remplacement de composants ayant une date de péremption	x				



INERIS

*maîtriser le risque |
pour un développement durable*

Institut national de l'environnement industriel et des risques

Parc Technologique Alata
BP 2 - 60550 Verneuil-en-Halatte

Tél. : +33 (0)3 44 55 66 77 - Fax : +33 (0)3 44 55 66 99

E-mail : ineris@ineris.fr - **Internet** : <http://www.ineris.fr>