

# Hydrogène

Fiche toxicologique n°326

## Fiche

## Généralités

Edition \_\_\_\_\_ Décembre 2021

### Formule :

H<sub>2</sub>

## Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
H <sub>2</sub>	Nom	<b>Hydrogène</b>
	Numéro CAS	<b>1333-74-0</b>
	Numéro CE	<b>215-605-7</b>
	Numéro index	<b>001-001-00-9</b>

## Etiquette



**HYDROGÈNE**

**Danger**

- H220 - Gaz extrêmement inflammable
- H280 - Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur
- H281 - Contient un gaz réfrigéré ; peut causer des brûlures ou blessures cryogéniques

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.  
215-605-7

*Selon l'annexe VI du règlement CLP.*

**Attention : pour le choix des mentions de danger H280 ou H281**, lorsque les gaz sont mis sur le marché, ils doivent être classés comme « gaz sous pression » dans l'un des groupes suivants : « gaz comprimé », « gaz liquéfié », « gaz liquéfié réfrigéré » ou « gaz dissous ». L'affectation dans un groupe dépend de l'état physique dans lequel le gaz est conditionné et, par conséquent, doit s'effectuer au cas par cas. Se reporter à la section "Réglementation".

## Caractéristiques

### Utilisations

[1 à 3]

L'hydrogène est obtenu principalement par reformage du méthane issu des énergies fossiles ou du biogaz, ou par électrolyse de l'eau.

Il est utilisé principalement dans les activités suivantes :

- via une pile à combustible en tant que source d'électricité et pour alimenter des véhicules (voitures, bus, chariots élévateurs) ;
- le soudage plasma ou soudage à l'arc des aciers inoxydables ;

- la synthèse d'amines et d'alcane par hydrogénation, de méthanol ;
- comme gaz de protection réducteur ou antioxydant ;
- l'industrie du pétrole et des gaz (désulfuration des carburants, hydrocraquage...);
- l'industrie agroalimentaire (hydrogénation des amines et acides gras, fabrication de graisses alimentaires solides telles que les margarines...);
- en aérospatiale, sous forme liquide, pour la propulsion des fusées et lanceurs.

## Propriétés physiques

[3 à 9]

Dans les conditions normales de températures et de pression, l'hydrogène est un gaz incolore et inodore, plus léger que l'air. Il est soluble dans l'eau à hauteur de 1,6 mg/L à 21°C.

Par évaporation, l'hydrogène liquéfié réfrigéré (hydrogène liquéfié cryogénique) forme des brumes froides qui se répandent sur le sol et s'élèvent vers le haut à mesure qu'elles se réchauffent. Un litre d'hydrogène liquide se transforme en 845 litres d'hydrogène gazeux par évaporation.

Nom Substance	Détails	
Hydrogène	Formule	<b>H<sub>2</sub></b>
	N° CAS	<b>1333-74-0</b>
	Etat Physique	<b>Gazeux</b>
	Solubilité	<b>1,6 mg/L à 21 °C</b>
	Masse molaire	<b>2,02</b>
	Point de fusion	<b>-259,2 °C</b>
	Point d'ébullition	<b>-253 °C</b>
	Température d'auto-inflammation	<b>560 °C</b>
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	<b>4 % - 75 à 77 % (selon les sources)</b>

A 25°C et 101,3 kPa, 1 ppm = 0,084 mg/m<sup>3</sup>

## Propriétés chimiques

[3 à 8]

L'hydrogène est un agent réducteur puissant, qui s'enflamme très facilement avec l'oxygène. Il est à l'origine de réactions qui peuvent devenir violentes jusqu'à l'explosion, ou formant des mélanges explosifs sensibles à la chaleur et/ou aux chocs, au contact d'oxydants, d'halogènes (brome, chlore, fluor, iode) ou de gaz (acétylène, monoxyde de carbone). Les catalyseurs métalliques, tels que le platine et le nickel, amplifient ces réactions.

## VLEP et mesurages

### Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Aucune VLEP n'a été spécifiquement établie pour l'hydrogène en France, dans l'Union européenne, les États-Unis (ACGIH) et l'Allemagne (DFG).

### Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

[10 à 12]

En l'absence de méthodes validées, la mesure de la concentration en hydrogène dans l'air peut se faire à l'aide d'un analyseur de gaz qui fournit en temps réel (en continu, en ligne) une indication en trace ou en pourcentage (à ne pas confondre avec un détecteur de gaz, voir [10] à ce sujet). Les analyseurs d'hydrogène utilisent diverses technologies, telles que la conductivité thermique (catharomètre fonctionnant sur le principe du pont de Wheatstone), la chromatographie en phase gazeuse avec détection FID, la technologie de capteur à l'état solide ou la spectroscopie par diode laser. Ils sont essentiellement utilisés pour satisfaire aux exigences en matière de sécurité, de réglementation et de contrôle de procédés pour une grande variété d'applications industrielles et peuvent intégrer un étalonnage automatique, l'enregistrement des données mesurées et une imprimante numérique. L'utilisation d'un analyseur pour l'évaluation des expositions sur les lieux de travail, nécessitera une étude de ses performances au regard des critères publiés pour les systèmes capteurs de la qualité de l'air [11, 12] ou, *a minima*, une réflexion sur le principe de l'étalonnage effectué par l'instrument et une information sur les essais de validation réalisés par le fabricant.

## Incendie - Explosion

[4 à 6]

L'hydrogène est un gaz extrêmement inflammable et réactif. Il brûle avec une flamme légèrement bleue qui devient pratiquement invisible à haute température. Il forme des mélanges explosifs avec l'air dans des limites très larges (4 à 75-77 % en volume). En outre, il peut exploser spontanément sous l'effet d'une élévation de température ou de pression (notamment en cas de fuite à plusieurs dizaines de bars). Son énergie minimale d'inflammation (EMI) est très faible (17 µJ), ce qui le rend sensible et réactif. La réactivité de l'hydrogène vis-à-vis de certains éléments ou composés peut également être source d'incendies ou d'explosions (voir § « Propriétés chimiques »).

En cas d'incendie :

- En cas de fuite enflammée d'hydrogène, fermer l'arrivée du gaz si l'accès au robinet peut se faire sans risque ;
- Si la fuite ne peut être arrêtée, laisser brûler en refroidissant les bouteilles et les installations voisines exposées au feu à l'aide d'eau pulvérisée ;
- Si des bouteilles d'hydrogène sont exposées à un incendie (sans que l'hydrogène ne brûle lui-même), refroidir les contenants à l'aide d'eau pulvérisée depuis une zone protégée.

## Pathologie - Toxicologie

### Toxicocinétique - Métabolisme

[4]

Chez les mammifères, l'hydrogène endogène est produit lors de la fermentation des glucides non digestibles par les bactéries intestinales ; il est absorbé dans la circulation systémique et est ensuite retrouvé dans l'air exhalé.

Chez des rats anesthésiés, l'administration d'hydrogène par inhalation (3 %) jusqu'à saturation dans les organes ciblés (entre 6 et 20 min, dans le cerveau, le foie, les reins, les muscles et le tissu adipeux mésentérique) met en évidence une distribution plus importante au niveau du foie [13].

### Toxicité expérimentale

#### Toxicité aiguë

[4]

Aucune donnée n'est disponible concernant la toxicité aiguë de l'hydrogène, mis à part une CL50 1 heure supérieure à 15000 ppm, déterminée chez le rat.

**Irritation, sensibilisation :** l'hydrogène n'est irritant ni pour les voies respiratoires, ni pour les yeux, ni pour la peau.

#### Toxicité subchronique, chronique

*Aucune donnée relative aux effets subchroniques ou chroniques de l'hydrogène n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche.*

#### Effets génotoxiques

*Aucune donnée relative aux effets génotoxiques n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche toxicologique.*

#### Effets cancérogènes

*Aucune donnée relative aux effets cancérogènes n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche toxicologique.*

#### Effets sur la reproduction

*Aucune donnée relative aux effets sur la reproduction n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche toxicologique.*

### Toxicité sur l'Homme

**L'exposition au gaz hydrogène à de fortes concentrations provoque une asphyxie qui peut être rapidement mortelle. Le contact cutané ou oculaire avec l'hydrogène liquide ou le gaz froid peut être responsable de brûlures potentiellement graves.**

**L'hydrogène n'a pas d'activité pharmacologique propre, il n'y a pas d'effets chroniques décrits.**

#### Toxicité aiguë

[14]

L'hydrogène est un gaz asphyxiant qui n'a pas d'activité pharmacologique, mais qui, lorsque sa concentration dans l'air est importante, entraîne une diminution de la concentration en oxygène dans l'air. L'inhalation d'air appauvri en oxygène provoque une hypoxémie, qui peut être mortelle.

Dans une atmosphère privée d'oxygène, la perte de conscience survient immédiatement et la mort en quelques minutes [15].

A plus faible concentration, une phase initiale d'euphorie peut parfois être observée.

L'intensité des signes cliniques présentés est inversement corrélée à la fraction inspirée d'oxygène (cf. tableau 1) ; elle dépend aussi de la durée d'exposition, du débit ventilatoire (augmenté lors d'une activité physique) et des antécédents de l'individu exposé.

Une hypoxémie prolongée peut être responsable de complications cardiaques et/ou cérébrales.

FiO <sub>2</sub> (%)	Signes cliniques
12-16	Tachypnée, tachycardie, troubles de la vigilance, euphorie, céphalées, légère incoordination
10-12	Altération du jugement, incoordination, fatigue musculaire, cyanose
6-10	Nausées, vomissements, léthargie, incoordination importantes, dyspnée de Kussmaul, coma

< 6	Respiration haletante, convulsions, coma, décès
-----	---

Tableau 1 : Signes cliniques attendus en fonction de la fraction inspirée d'oxygène (FIO<sub>2</sub>).**Toxicité cutanée**

Le contact de la peau avec l'hydrogène liquide ou le gaz qui s'en dégage peut provoquer des brûlures thermiques, voire des gelures (congélation des tissus) [3].

**Toxicité oculaire**

L'hydrogène liquide comme le gaz froid qui s'en dégage peuvent provoquer des gelures [16].

## Toxicité chronique

Aucun effet chronique n'a été décrit chez l'homme.

## Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Décembre 2021

Les textes cités se rapportent essentiellement à la prévention du risque en milieu professionnel et sont issus du Code du travail et du Code de la sécurité sociale. Les rubriques "Protection de la population", "Protection de l'environnement" et "Transport" ne sont que très partiellement renseignées.

## Sécurité et santé au travail

**Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)**

- Articles R. 4412-1 à R. 4412-57 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

**Aération et assainissement des locaux**

- Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

**Prévention des incendies et des explosions**

- Articles R. 4227-1 à R. 4227-41 du Code du travail.
- Articles R. 4227-42 à R. 4227-57 du Code du travail.
- Articles R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du Code de l'environnement (produits et équipements à risques).

**Maladies à caractère professionnel**

- Articles L. 461-6 et D. 461-1 et annexe du Code de la sécurité sociale : déclaration médicale de ces affections.

**Travaux interdits**

- Jeunes travailleurs de moins de 18 ans : article D. 4153-17 du Code du travail. Des dérogations sont possibles sous conditions : articles R. 4153-38 à R. 4153-49 du Code du travail.

**Entreprises extérieures**

- Article R. 4512-7 du Code du travail et arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars 1993) fixant la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention.

**Classification et étiquetage**a) **substance** hydrogène

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOU E L 353 du 31 décembre 2008)) introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. La classification et l'étiquetage de l'hydrogène figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Gaz inflammables, catégorie 1 : H220
- Gaz sous pression (comprimés, liquéfiés ou dissous) : H280(\*)
- Gaz sous pression (gaz liquéfiés réfrigérés) : H281(\*)

(\*) : Pour les mentions de danger H280 ou H281, lorsque les gaz sont mis sur le marché, ils doivent être classés comme « gaz sous pression » dans l'un des groupes suivants : « gaz comprimé », « gaz liquéfié », « gaz liquéfié réfrigéré » ou « gaz dissous ». L'affectation dans un groupe dépend de l'état physique dans lequel le gaz est conditionné et, par conséquent, doit s'effectuer au cas par cas. Le fabricant choisira alors l'une ou l'autre de ces mentions.

b) **mélanges** contenant de l'hydrogène

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié.

## Protection de la population

- Article L. 1342-2 du Code de la santé publique en application du règlement CE/1272/2008 (CLP) :
  - étiquetage (cf. n°§ Classif & étiquetage).

## Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement : les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE.

Pour consulter des informations thématiques sur les installations classées, veuillez consulter le site (<https://aida.ineris.fr>) ou le ministère chargé de l'environnement et ses services (DREAL (Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement) ou les CCI (Chambres de Commerce et d'Industrie)).

## Transport

Se reporter entre autres à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (dit " Accord ADR ") en vigueur ([www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr\\_f.html](http://www.unece.org/fr/trans/danger/publi/adr/adr_f.html)). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport..

## Recommandations

L'hydrogène est un gaz industriel d'utilisation courante. Toutefois, en raison des risques d'inflammation et d'explosion, des mesures strictes de prévention s'imposent lors du stockage et de la manipulation de ce produit.

## Au point de vue technique

### Information et formation des travailleurs

- **Instruire le personnel** des risques présentés par la substance, des précautions à observer, des mesures d'hygiène à mettre en place ainsi que des mesures d'urgence à prendre en cas d'accident.
- **Former les opérateurs** à la manipulation des moyens d'extinction (extincteurs, robinet d'incendie armé...).
- **Former les opérateurs** au risque lié aux atmosphères explosives (risque ATEX) [17].
- Ne pas **fumer, vapoter, boire** ou **manger** sur les lieux de travail.

### Manipulation

- Réduire le nombre de contenants (bouteilles notamment) au minimum nécessaire permettant d'assurer le bon fonctionnement du poste de travail.
- Le **flexible** utilisé pour raccorder le contenant doit être adapté à l'hydrogène, à la pression et comporter des câbles de retenues correctement fixés. Utiliser des équipements dont les matériaux sont compatibles et résistants à l'hydrogène, notamment s'il est sous forme liquéfié réfrigéré.
- Assurer une **bonne ventilation des locaux** de manière à maintenir la teneur en hydrogène dans l'atmosphère inférieure à **4000 ppm** (c'est-à-dire inférieure à 10 % de la limite inférieure d'explosivité). Ne pas travailler dans des locaux exigus et/ou mal aérés.
- Manipuler les contenants avec soin pour prévenir les chocs.
- Utiliser les **bouteilles debout et attachées** afin d'éviter leur chute.
- Lors des déplacements de contenants, privilégier un **dispositif de transport approprié** (type chariot porte-bouteille) muni d'un système d'attache. Le robinet doit être fermé et surmonté de son chapeau de protection s'il existe.
- **Protéger** les contenants du soleil et des sources de chaleur.
- Ne jamais transvaser l'hydrogène d'un contenant à un autre.
- Fermer le robinet du contenant à chaque arrêt prolongé du poste (un flexible n'est pas conçu pour rester de manière prolongée sous pression).
- **Éviter l'inhalation de gaz**. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** du gaz à la source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [18].
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité de l'hydrogène doivent posséder des liaisons équipotentielles et être mis à la terre, afin d'évacuer toute accumulation de charges électrostatiques pouvant générer une source d'inflammation sous forme d'étincelles [19].
- Les opérations génératrices de sources d'inflammation (travaux par point chaud type soudage, découpage, meulage...) réalisées à proximité ou sur les équipements utilisant ou contenant de l'hydrogène doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [20].
- Au besoin, les espaces dans lesquels l'hydrogène est stocké et/ou manipulé doivent faire l'objet d'une **signalisation** [21].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'hydrogène sans prendre les précautions d'usage [22].

### Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Leur choix dépend des conditions de travail et de l'évaluation des risques professionnels.

Les EPI ne doivent pas être source d'**électricité statique** (chaussures antistatiques, vêtements de protection et de travail dissipateurs de charges) [23, 24].

- Appareils de protection respiratoire : Des appareils isolants autonomes sont requis en cas d'atmosphère appauvrie en oxygène (voir § « Toxicité aiguë ») [25] ;
- Gants : Le point 8 de la FDS peut renseigner quant à la nature des matériaux pouvant être utilisés pour la manipulation de cette substance ;
- Vêtements de protection : Quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leur choix dépend de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre les dangers présentés par la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant** [26] ;
- Lunettes de sécurité : La rubrique 8 « Contrôles de l'exposition / protection individuelle » de la FDS peut renseigner quant à la nature des protections oculaires pouvant être utilisées lors de la manipulation de la substance [27].

### Stockage

- Stocker les contenants (bouteilles...) d'hydrogène **debout et attachés, à l'air libre** ou dans des locaux spéciaux frais (température de stockage inférieure à 50 °C), bien **ventilés**, construits en matériau incombustible. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, de toute source d'inflammation (étincelle, flamme nue, rayonnement solaire...). Dans tous les cas, il conviendra de se conformer aux préconisations du fabricant.

- Le stockage de l'hydrogène s'effectue habituellement sous forme de gaz comprimé ou de gaz liquéfié réfrigéré ; l'ogive de la bouteille est de couleur rouge alors que le corps de la bouteille est blanc pour un usage médical et d'une couleur autre que blanc pour un autre usage [28]. Dans tous les cas, il convient de s'assurer auprès du fournisseur de la substance ou du matériau de stockage de la bonne compatibilité entre le matériau envisagé et la substance stockée.
- Ne pas entreposer avec des matières oxydantes, des substances comburantes ou tout produit chimique dangereux.
- Les contenants vides doivent être identifiés et stockés séparément. Ils doivent être évacués régulièrement par le fournisseur.
- **Fermer soigneusement** les contenants et ne pas laisser les flexibles sous pression. Surmonter le robinet de son chapeau de protection s'il existe.
- Mettre le matériel **électrique** et **non-électrique**, y compris l'**éclairage** et la **ventilation**, en conformité avec la réglementation concernant les atmosphères explosives.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.

#### En cas d'urgence

- En cas de **fuite non enflammée**, fermer l'arrivée du gaz ; si la fuite ne peut être stoppée, interdire l'approche pour éviter tout risque d'inflammation (voitures, matériel électrique, feu nu...). Dans tous les cas, aérer la zone et évacuer le personnel en évitant la génération de sources d'inflammation.
- En cas de **fuite enflammée**, fermer l'arrivée du gaz si l'accès au robinet peut se faire sans risque ; si la fuite ne peut être stoppée, laisser brûler en refroidissant les bouteilles et les installations voisines exposées au feu à l'aide d'eau pulvérisée ;
- **Si des bouteilles d'hydrogène sont exposées** à un incendie (sans que l'hydrogène ne brûle lui-même), refroidir les contenants à l'aide d'eau pulvérisée depuis une zone protégée.
- En cas d'**échauffement apparent d'une bouteille**, ne pas s'en approcher et arroser abondamment la bouteille avec de l'eau pulvérisée depuis une zone protégée.
- Prévoir des moyens de secours appropriés contre l'incendie, à proximité immédiate du dépôt.
- Des appareils de protection respiratoires isolants autonomes sont à prévoir à proximité et à l'extérieur des locaux pour les interventions d'urgence.
- Si ces mesures ne peuvent pas être réalisées sans risque de sur-accident ou si elles ne sont pas suffisantes, contacter les équipes de secours interne ou externe au site.

## Au point de vue médical

#### Suivi des travailleurs exposés :

Une attention particulière sera portée aux salariés présentant une affection cardiovasculaire ou pulmonaire mal équilibrée, du fait d'une sensibilité accrue au risque d'hypoxie.

#### Conduites à tenir en cas d'urgence

- **En cas d'inhalation** : dans tous les cas, quitter la zone polluée.
  - En présence de symptômes, transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant les précautions nécessaires pour les sauveteurs et appeler rapidement le SAMU. Si la victime est inconsciente, la placer en position latérale de sécurité et mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation.
- **En cas de brûlure par le froid** :
  - ne pas frotter ;
  - si les vêtements adhèrent à la peau, rincer la zone à l'eau à température ambiante avant de les retirer.

En cas de **brûlure cutanée**, réchauffer très progressivement en rinçant la zone contaminée avec de l'eau à température ambiante pendant au moins 15 minutes. Consulter rapidement un médecin.

En cas de **brûlure oculaire**, ne pas écarter les paupières, ne pas chercher à retirer les lentilles. Réchauffer très progressivement en rinçant la zone contaminée avec de l'eau à température ambiante à pendant au moins 15 minutes. Consulter rapidement un ophtalmologiste.

## Bibliographie

- 1 | Hydrogène. L'encyclopédie du gaz, Air liquide ( <https://encyclopedia.airliquide.com/fr>).
- 2 | Hydrogène. Fiche de données de sécurité. Air Liquide ( <https://www.airliquide.com/fr/fiches-securite>).
- 3 | Hydrogen. In : Répertoire toxicologique. CNESST, 1999 ( <https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 4 | Hydrogen. In : Gestis Substance Database on hazardous substance. IFA ( <https://gestis-database.dguv.de/>).
- 5 | Hydrogen. Fiche IPCS. ICSC 0001. International Labour Organization (ILO), 2014 ( <https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>).
- 6 | Hydrogen. In : CAMEO Chemicals. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) ( <https://cameochemicals.noaa.gov/>).
- 7 | Pohanish, Greene Sa – Wiley Guide to chemical incompatibilities. Hoboken : Wiley ; 2009 1110 p.
- 8 | Urban PG(Ed) – Breterick's handbook of reactive chemicals hazards. 8th edition. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2017 : 1440 p.
- 9 | Réactions chimiques dangereuses. Brochure ED 697. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
- 10 | Evaluation des performances des équipements et systèmes de sécurité. Rapport d'étude 28/07/2015 n° DRA-15-149138-06078A « Etat de l'art des détecteurs d'hydrogène. INERIS ( <https://www.ineris.fr>).
- 11 | Hydrogène A 1333-74-0. Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, Daniel Drolet Guylaine Beauchamp, 8e édition, version 8.1, mise à jour. IRSST, 2012.
- 12 | CEN/TS 17660-1 « Qualité de l'air — Évaluation des performances des systèmes capteurs de qualité de l'air — Partie 1 : Polluants gazeux dans l'air ambiant » (projet en consultation publique, 2021).
- 13 | Yamamoto R, Homma K, Suzuki S, Sano M et al. – Hydrogen gas distribution in organs after inhalation : Real-time monitoring of tissue hydrogen concentration in rat. *Sci Rep*. 2019 ; 9 : 1255-1261.
- 14 | Baud F, Garnier R (Eds) - Toxicologie clinique. 6ème édition. Paris : Lavoisier Médecine-Sciences ; 2017 : 1654 p.
- 15 | Lauwerys RR - Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles. 5<sup>ème</sup> édition. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson ; 2007 : 1252 p.

- 
- 16 | Handbook of compressed gases. 2e édition. Livre Edition : New York, Van Nostrand Reinhold Company, 1981, 507 p.
  - 17 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 18 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 19 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 20 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 21 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 22 | Cuves et réservoirs. Cuves et réservoirs. Interventions à l'extérieur ou à l'intérieur des équipements fixes utilisés pour contenir ou véhiculer des produits gazeux, liquides ou solides. Recommandation CNAMTS R 435. Assurance Maladie, 2008 ( [https://www.ameli.fr/paris/entreprise/tableau\\_recommandations](https://www.ameli.fr/paris/entreprise/tableau_recommandations)).
  - 23 | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle – Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 24 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 25 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 26 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques ? Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 27 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS ( <https://www.inrs.fr>).
  - 28 | Les bouteilles de gaz : identification, prévention lors du stockage et de l'utilisation. Brochure ED 6369. INRS ( <https://www.inrs.fr>).