

Cyanure d'hydrogène et solutions aqueuses

Fiche toxicologique n°4 - Edition Septembre 2022

Généralités

Formule :



Substance(s)

Nom	Détails	
Cyanure d'hydrogène	Famille chimique	Cyanures
	Numéro CAS	74-90-8
	Numéro CE	200-821-6
	Numéro index	006-006-00-X
	Synonymes	Formonitrile
Cyanure d'hydrogène ...%	Famille chimique	Cyanures
	Numéro CAS	74-90-8
	Numéro CE	200-821-6
	Numéro index	006-006-01-7
	Synonymes	Acide cyanhydrique ; Formonitrile ...% ; Acide prussique

Etiquette



CYANURE D'HYDROGENE

Danger

- H224 - Liquide et vapeurs extrêmement inflammables
- H330 - Mortel par inhalation
- H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme

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

200-821-6

- Selon l'annexe VI du règlement CLP. Cet étiquetage harmonisé et la classification associée sont d'application obligatoire. Cette classification harmonisée doit être complétée le cas échéant par le metteur sur le marché (autoclassification) et la substance étiquetée en conséquence (cf. § "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation").
- Attention : pour la mention de danger H330, se reporter au paragraphe "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation"

Numéro Index - nom chimique	Etiquetage selon le règlement CLP (CE n° 1272/2008)
N° 006-006-01-7 CYANURE D'HYDROGENE ...%	



- Selon l'annexe VI du règlement CLP. Cet étiquetage harmonisé et la classification associée sont d'application obligatoire. Cette classification harmonisée doit être complétée le cas échéant par le metteur sur le marché (autoclassification) et la substance étiquetée en conséquence (cf. § "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation").
- Si cette substance est mise sur le marché sous forme d'une solution aqueuse, le fournisseur doit indiquer sur l'étiquette la concentration de la solution en pourcentage (Note B).
- Attention : pour les mentions de danger H300 et H330, se reporter au paragraphe "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation"

Caractéristiques

Utilisations

[1, 2]

Le cyanure d'hydrogène est principalement utilisé en synthèse organique pour la fabrication de produits tels que : acrylonitrile, adiponitrile, chlorure de cyanogène, chlorure cyanurique, acrylates et méthacrylates, cyanures, ferrocyanures, agents chélatants (EDTA...).

Il est également présent en tant que substance active dans les produits biocides utilisés comme fumigants à usage professionnel pour lutter contre des parasites du bois (TP 8), des rongeurs (TP 14) et des insectes (TP 18) dans des entrepôts vides, des conteneurs, certains moyens de transport, des bâtiments vides...

Sources d'exposition

[1, 2]

Le cyanure d'hydrogène peut être produit par :

- la réaction de cyanures avec un acide,
- l'incendie ou la combustion de nitriles, polyacrylonitriles, polyuréthanes...
- certaines industries (métallurgie, pétrochimie, incinérateurs d'ordures...),
- la décomposition de certaines plantes.

On peut également le retrouver dans la fumée du tabac, les gaz d'échappement de véhicules à combustion interne...

Propriétés physiques

[1 à 10]

Le cyanure d'hydrogène se présente sous forme d'un liquide (point d'ébullition : 26 °C) ou d'un gaz incolore d'odeur caractéristique d'amande amère, détectable dès 0,58 ppm ; ce seuil de détection olfactive peut varier, selon les sources, jusqu'à 4,5 ppm. Il est très soluble dans l'eau et l'éthanol, peu soluble dans l'éther. Le cyanure d'hydrogène est souvent utilisé en solution aqueuse.

Nom Substance	Détails	
Cyanure d'hydrogène	Formule	HCN
	N° CAS	74-90-8
	Etat Physique	Liquide ou gaz
	Masse molaire	27,03 g/mol
	Point de fusion	-13 °C
	Point d'ébullition	25,7 °C
	Densité	0,69
	Densité gaz / vapeur	0,94 (air = 1)
	Pression de vapeur	35 kPa à 0 °C 84 kPa à 20 °C
	Point d'éclair	- 17,8 °C (coupelle fermée)
	Température d'auto-inflammation	538 °C
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	limite inférieure : 5,4 % limite supérieure : 40 à 46,6 %
Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow)	- 0,25	

À 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 1,12 mg/m³.

Propriétés chimiques

[1, 2, 7, 8]

Le cyanure d'hydrogène, s'il n'est pas rigoureusement pur ou stabilisé, peut polymériser dangereusement (formation de composés solides noirs). Après une période d'incubation, la polymérisation est rapide et violente et peut être explosive, en particulier au delà de 180 °C. La présence d'eau ou d'alcalis accélère le processus. L'acide sulfurique ou l'acide phosphorique joue un rôle d'inhibiteur de polymérisation. On stabilise généralement le cyanure d'hydrogène avec 0,05 % à 0,1 % d'acide phosphorique.

Le cyanure d'hydrogène est un acide faible. Il est toutefois corrosif dans deux conditions particulières [1] :

- les solutions aqueuses diluées de cyanure d'hydrogène peuvent agir sur l'acier inoxydable à température ambiante dans certaines conditions,
- les solutions aqueuses stabilisées à l'acide sulfurique corrodent sévèrement l'acier au-dessus de 40 °C et l'acier inoxydable au-dessus de 80 °C.

Certains plastiques, caoutchoucs ou revêtements peuvent être attaqués par le cyanure d'hydrogène.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

[11 à 14]

Des VLEP dans l'air des lieux de travail ont été établies en France pour le cyanure d'hydrogène.

Substance	Pays	VLEP 8h (ppm)	VLEP 8h (mg/m ³)	VLEP CT (ppm)	VLEP CT (mg/m ³)	Valeur Plafond /ppm	Valeur Plafond /mg/m ³	VLEP Description
Cyanure d'hydrogène	France (VLEP contraignantes - 2019)	0,9	1	4,5	5			Exprimées en cyanures Mention peau
Cyanure d'hydrogène	Union européenne (2017)	0,9	1	4,5	5			Exprimées en cyanures Mention peau
Hydrogen cyanide	États-Unis (ACGIH - 1994)					4,7	5	Exprimées en cyanures Mention peau
Hydrogen cyanide	Allemagne (valeurs MAK)	1,9	2,1	3,8	4,2			Mention peau

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

- Prélèvement par pompage sur un tube rempli de chaux sodée (600-200 mg), équipé d'un pré-filtre en fibre de verre pour piéger d'éventuels cyanures particuliers. Désorption par 10 mL d'eau ultra-pure. Analyse par chromatographie ionique [16] ou analyse par spectrophotométrie dans le visible après réaction à l'aide d'un agent oxydant N-chlorosuccinimide/succinimide et d'un agent de couplage acide barbiturique/pyridine pour obtenir un dérivé coloré [15].
- Prélèvement sur un filtre en cellulose imprégné de soude qui stabilise l'acide cyanhydrique sous forme d'un sel. Désorption du filtre par distillation acide (pour éliminer les substances pouvant provoquer des interférences) et oxydation du cyanure en cyanate par ajout d'hypochlorite de sodium. Dosage (sous forme de cyanate) par chromatographie ionique avec membrane de suppression, colonne échangeuse d'ions et détecteur conductimétrique ou par potentiométrie avec une électrode spécifique aux cyanures [17, 18].

Incendie - Explosion

[3, 19 à 21]

Le cyanure d'hydrogène et ses solutions lorsqu'elles sont concentrées, sont des liquides extrêmement inflammables. Puisque la température d'ébullition du cyanure d'hydrogène est voisine de la température ambiante (25,7 °C), la substance peut facilement se présenter sous forme gazeuse. Ainsi, le cyanure d'hydrogène pur ou en solution concentrée peuvent générer des atmosphères explosives à température ambiante (limites d'explosivité de 5,4 à 46,6 %).

Par ailleurs, les violentes réactions de polymérisation mettant en jeu le cyanure d'hydrogène peuvent être génératrices d'explosions (voir la partie concernant les propriétés chimiques).

Pour combattre un incendie dans lequel le cyanure d'hydrogène ou ses solutions seraient impliqués, les agents d'extinction préconisés sont l'eau avec additif ou sous forme de mousse (adjonction d'un émulseur spécial compatible avec les produits polaires) voire le dioxyde de carbone. En général, l'eau n'est pas recommandée car elle peut favoriser la propagation de l'incendie. On pourra toutefois l'utiliser sous forme pulvérisée pour éteindre un feu peu important ou pour refroidir les récipients exposés au feu et disperser les vapeurs.

En raison de la toxicité de la substance (mortelle par inhalation), les personnes chargées de la lutte contre l'incendie doivent impérativement être équipées d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes et de combinaisons de protection résistant au cyanure d'hydrogène. Ainsi, il peut être préférable de laisser brûler de manière la plus contrôlée possible plutôt que d'essayer d'éteindre sans protections adaptées à l'aide de moyens de première intervention (extincteurs par exemple).

Pathologie - Toxicologie

Le cyanure d'hydrogène est très toxique quelle que soit la voie d'exposition. Les effets chroniques ont été très peu étudiés et les rares études disponibles ne montrent aucun effet aux doses testées. Aucune donnée n'est disponible concernant les effets cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques.

Toxicocinétique - Métabolisme

[8]

Bien absorbé par voies respiratoire, cutanée et digestive, le cyanure d'hydrogène bloque la respiration cellulaire dans tout l'organisme. Il peut être détoxifié par une enzyme qui produit des thiocyanates, essentiellement éliminés par les urines, ou il peut être éliminé par les poumons sous forme inchangée. Le cyanure est principalement retrouvé dans le foie, le sang, les poumons et le cerveau.

Chez l'animal

Absorption

Aucune donnée quantitative n'est disponible concernant l'absorption du cyanure d'hydrogène par voies respiratoire, orale ou cutanée mais les effets toxiques, et la mortalité, observés lors des études de toxicité aiguë, mettent en évidence son absorption.

Métabolisme

Les cyanures sont majoritairement métabolisés dans le foie, en thiocyanates [9]. Dans des conditions physiologiques normales, plusieurs systèmes enzymatiques permettent une détoxication rapide des ions cyanures ; le plus important étant représenté par le Rhodanèse de Lang* qui aboutit à la formation de thiocyanates, substances beaucoup moins toxiques (environ 80 % des cyanures sont métabolisés par cette voie). En dehors de ces processus enzymatiques, d'autres voies d'élimination existent : formation de cyanocobalamine et de cyano-méthémoglobine, élimination respiratoire sous forme inchangée de cyanure d'hydrogène, de dioxyde de carbone...

Face à une absorption massive de cyanures, tous ces mécanismes de détoxication sont débordés.

*Rhodanèse de Lang : enzyme mitochondriale (transférase) catalysant la réaction de détoxication du cyanure.

Excrétion

Après absorption par voie orale, l'excrétion urinaire est la principale voie d'élimination, sous forme de thiocyanates.

Chez l'homme

En milieu industriel, l'intoxication aiguë est le plus souvent due à une absorption de vapeurs par inhalation.

Parmi les autres voies de pénétration, on peut citer :

- la voie digestive (exceptionnelle et généralement le fait d'intoxications volontaires) ;
- la voie cutanée (rôle favorisant des érosions cutanées et de l'hypersudation) ;
- la voie oculaire (rôle favorisant des conjonctivites).

Les cyanures sont très rapidement absorbés par inhalation (quelques secondes). Par voie orale, l'absorption est rapide, de l'ordre de quelques minutes à quelques heures. Aucune donnée n'est disponible par voie cutanée.

Le cyanure passe dans le sang avant d'être distribué rapidement vers les tissus où il va se fixer sur des macromolécules contenant des métaux (telles que l'hydroxycobalamine, la méthémoglobine, les cytochrome-oxydases...). Il est principalement retrouvé dans les reins, le foie, les poumons, le sang et le cerveau.

Les cyanures sont majoritairement métabolisés dans le foie, en thiocyanates [9, 10]. Dans des conditions physiologiques normales, les mêmes systèmes enzymatiques que chez l'animal permettent une détoxication rapide. Face à une absorption massive de cyanures, tous ces mécanismes de détoxication sont débordés.

Chez l'Homme, une exposition moyenne de 10 ppm de cyanure d'hydrogène (11,2 mg/m³, salariés exposés de 5 à 15 ans) entraînerait une excrétion urinaire d'environ 6 mg de thiocyanates par 24 heures [22].

Lors d'expositions chroniques professionnelles à des concentrations de 0,19 à 0,75 ppm de cyanure d'hydrogène (0,22 à 0,84 mg/m³), les niveaux moyens de thiocyanates dans les urines de 24 heures, chez les sujets exposés, sont de 6,23 µg/mL (chez les fumeurs) et de 5,4 µg/mL (chez les non-fumeurs), alors que chez les témoins, elles sont de 3,2 µg/mL (chez les fumeurs) et de 2,15 µg/mL (chez les non-fumeurs) [23].

Surveillance biologique de l'exposition

[24]

Le dosage des cyanures sanguins immédiatement en fin d'exposition est essentiellement utilisé pour confirmer le diagnostic d'intoxication aiguë cyanhydrique.

Le dosage des thiocyanates urinaires en fin de poste de travail (ou fin de poste et fin de semaine) semble utile pour la surveillance biologique de l'exposition professionnelle.

Le dosage des thiocyanates plasmatiques a également été proposé comme indicateur biologique d'exposition.

Ces trois indicateurs ne sont pas spécifiques (influence du tabac et de l'alimentation), ils peuvent être présents dans le sang et les urines des sujets non professionnellement exposés.

Il n'existe pas de valeur biologique d'interprétation (VBI) pour la population professionnellement exposée pour ces indicateurs. Des VBI issues de la population générale sont disponibles pour les thiocyanates urinaires.

Mode d'action

[10]

L'ion cyanure est un poison cellulaire : il bloque la chaîne respiratoire mitochondriale en se fixant à certains ions métalliques, en particulier à l'ion ferrique de la cytochrome-oxydase mitochondriale, bloquant ainsi la respiration cellulaire. Les tissus les plus riches en cytochrome-oxydase (système nerveux central, cœur) sont les plus sensibles et les plus rapidement atteints. Les manifestations cliniques observées sont la conséquence d'un effet anoxiant aigu. Les cyanures forment des complexes réversibles avec d'autres ions métalliques que l'ion ferrique, inhibant ainsi de nombreuses autres métallo-enzymes.

Toxicité expérimentale

Très peu d'informations sont disponibles concernant le cyanure d'hydrogène lui-même ; en revanche, des informations complémentaires sur la toxicité du cyanure de sodium et du cyanure de potassium sont présentes dans la fiche toxicologique n°111.

Toxicité aiguë

Le cyanure d'hydrogène est très toxique par inhalation. Les CL50 du cyanure d'hydrogène varient de 449 ppm à 503 ppm chez le rat, et de 310 à 325 ppm chez la souris pour une exposition de 5 minutes [25].

Chez le lapin, la DL50 par voie cutanée est de 6,9 mg/kg pc sur peau saine et 2,34 mg/kg pc sur peau abimée [14].

Chez le rat, la DL50 par voie orale est comprise entre 3,62 et 4,21 mg/kg pc [6, 14].

Quelle que soit la voie d'exposition, les animaux exposés à une dose létale de cyanures souffrent de dyspnée, d'une respiration irrégulière, une cyanose des extrémités, d'une ataxie, de convulsions, d'une perte de conscience, de spasmes musculaires et de crises de suffocation [14]. Les autopsies pratiquées ont révélé notamment des atteintes pulmonaires (hémorragies plus ou moins sévères, œdème) et un œdème au niveau de la trachée [8].

Compte tenu de la toxicité aiguë de cette substance, aucun test d'irritation cutanée n'a été réalisé. Aucune donnée concernant la sensibilisation n'est disponible.

La dose létale de cyanure d'hydrogène, obtenue chez le lapin femelle, après une instillation intraoculaire (Test de Draize) est 1,04 mg/kg pc [14].

Toxicité subchronique, chronique

[8]

Très peu d'études sont disponibles. Des rats et des singes ont été exposés à 25 ppm de cyanure d'hydrogène (soit 24 ppm CN⁻, 6 h/j, 5 j/sem, pendant 6 mois). Aucun effet hématologique, cardiovasculaire, rénal, respiratoire, musculaire, n'est rapporté chez les deux espèces (aucune analyse histologique réalisée).

Par voie orale, des rats ont été exposés à 4,3 et 10,8 mg CN⁻/kg pc/j pendant 2 ans (fumigation de la nourriture avec du HCN) : il n'y a pas d'effet sur la croissance, ni de signe de toxicité, ni de lésion histopathologique.

Effets génotoxiques

Aucune donnée n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche toxicologique (2018).

Effets cancérogènes

Aucune donnée n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche toxicologique (2018).

Effets sur la reproduction

Aucune donnée n'est disponible chez l'animal à la date de publication de cette fiche toxicologique (2018).

Toxicité sur l'Homme

Les intoxications aiguës avec le cyanure d'hydrogène peuvent provoquer des symptômes variables selon la dose, quelle que soit la voie d'exposition ; des formes rapidement mortelles sont possibles, de même que des formes plus légères avec des troubles neurologiques (vertiges, confusion). L'exposition répétée au cyanure d'hydrogène peut entraîner des signes non spécifiques neurosensoriels ou digestifs. Les effets génotoxiques, cancérogènes et sur la reproduction ne sont pas documentés.

Toxicité aiguë

[4, 7, 10, 13, 26 à 30]

Par inhalation, une intoxication aiguë cyanhydrique peut entraîner de nombreuses manifestations non spécifiques à type de céphalées, sensation vertigineuse, agitation, confusion, gêne respiratoire. En cas d'intoxication sévère, une dyspnée, un coma profond, parfois accompagné de convulsions, des troubles hémodynamiques (tachycardie, HTA, puis bradycardie, hypotension) et une acidose métabolique de type lactique peuvent apparaître. Le décès peut survenir en quelques minutes.

La guérison peut être complète si le traitement est précoce et adapté. Les séquelles d'intoxications aiguës peuvent inclure des lésions cérébrales définitives : décoloration, syndrome extrapyramidal ou cérébelleux, etc.

Certains auteurs rapportent que des concentrations de cyanures sanguins comprises entre 2,500 et 3,000 µg/L peuvent entraîner une intoxication grave avec coma.

Il est rapporté que l'absorption d'une dose totale de 50 à 100 mg de HCN peut entraîner la mort chez l'adulte ; la dose absorbée mortelle la plus faible était de 0,54 mg de cyanure d'hydrogène/kg. Dans la plupart des cas d'intoxication, une grande partie du cyanure d'hydrogène ingéré reste dans le tractus gastro-intestinal (la dose ingérée n'est donc pas le meilleur indicateur de létalité).

Le contact cutané avec du cyanure d'hydrogène peut entraîner des dermatites d'irritation. Aucune donnée sur le potentiel sensibilisant du cyanure d'hydrogène n'est disponible. Une exposition au cyanure d'hydrogène sous forme de vapeur, d'aérosol ou de poussières est susceptible d'entraîner une irritation oculaire.

Toxicité chronique

[26, 28, 30]

Les données disponibles, bien que limitées et anciennes, rapportent des symptômes non spécifiques à type de céphalées, asthénie, troubles de l'olfaction, vomissements, dyspnée ; une baisse des taux de vitamine B12 et de folates a également été rapportée.

Une étude ancienne décrit une augmentation de taille de la thyroïde (sans lien formel avec les niveaux d'exposition ou les taux d'hormones thyroïdiennes) alors que d'autres auteurs ont montré une relation significative entre les taux d'hormones thyroïdiennes (T3, T4, TSH) et l'exposition professionnelle au cyanure d'hydrogène. L'exposition des travailleurs était appréciée sur les niveaux de thiocyanates sanguins ou catégorisée qualitativement en fonction de l'activité professionnelle principale [26, 27]. Le rôle des thiocyanates est évoqué dans l'inhibition de la synthèse des hormones thyroïdiennes et l'augmentation du taux de TSH [31].

Effets génotoxiques

Aucune donnée n'est disponible chez l'Homme à la date de publication de cette fiche toxicologique (2018).

Effets cancérogènes

Aucune donnée n'est disponible chez l'Homme à la date de publication de cette fiche toxicologique (2018).

Effets sur la reproduction

Aucune donnée n'est disponible chez l'Homme à la date de publication de cette fiche toxicologique (2018).

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : septembre 2022.

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).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Article R.4412-149 du Code du travail (décret n° 2019-1487 du 27 décembre 2019 fixant des VLEP contraignantes - *JO* du 29/12/2019).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive (UE) 2017/164 de la Commission du 31 janvier 2017 (*JOUE* du 1^{er} février 2017).

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.

Opérations de fumigation

- Décret n° 88-448 du 26 avril 1998 modifié relatif à la protection des travailleurs exposés aux gaz destinés aux opérations de fumigation.
- Arrêté du 4 août 1986 relatif aux conditions générales d'emploi de certains fumigants en agriculture et dispositions particulières visant le bromure de méthyle, le phosphore d'hydrogène et l'acide cyanhydrique

Classification et étiquetage

a) **substance** cyanure d'hydrogène pur ou en solution

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 modifié du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (L 353, *JOUE* 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 harmonisés du cyanure d'hydrogène et du cyanure d'hydrogène en solution figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

Cyanure d'hydrogène

- Liquides et vapeurs extrêmement inflammables, catégorie 1 ; H224
- Toxicité aiguë (par inhalation) catégorie 2 (*) ; H330
- Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ; H400
- Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 1 ; H410

(*) Cette classification est considérée comme une classification minimale ; la classification dans une catégorie plus sévère doit être appliquée si des données accessibles le justifient. Par ailleurs, il est possible d'affiner la classification minimum sur la base du tableau de conversion présenté en Annexe VII du règlement CLP quand l'état physique de la substance utilisée dans l'essai de toxicité aiguë par inhalation est connu. Dans ce cas, cette classification doit remplacer la classification minimale.

Certains fournisseurs de cyanure d'hydrogène proposent de compléter la classification officielle par l'ajout (auto-classification) de :

- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (thyroïde) – Exposition répétée, catégorie 1 ; H372

Cyanure d'hydrogène ... %

- Toxicité aiguë (par voie orale), catégorie 2(*) ; H300
- Toxicité aiguë (par voie cutanée) catégorie 1 ; H310
- Toxicité aiguë (par inhalation) catégorie 2(*) ; H330
- Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 1 ; H410
- Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ; H400

(*) Cette classification est considérée comme une classification minimale ; la classification dans une catégorie plus sévère doit être appliquée si des données accessibles le justifient. Par ailleurs, il est possible d'affiner la classification minimum sur la base du tableau de conversion présenté en Annexe VII du règlement CLP quand l'état physique de la substance utilisée dans l'essai de toxicité aiguë par inhalation est connu. Dans ce cas, cette classification doit remplacer la classification minimale.

Pour plus d'informations, se reporter au site de l'ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals> et <https://echa.europa.eu/fr/regulations/clp/classification>).

b) **mélanges** contenant du cyanure d'hydrogène

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

Interdiction / Limitations d'emploi

Produits biocides

Ils sont soumis à la réglementation biocides (article L. 522-1 et suivants du Code de l'environnement). Le cyanure d'hydrogène est une substance active identifiée à l'annexe I et notifiée à l'annexe II du règlement (CE) n° 1451/2007 pour différents types de produits biocides.

À la date de publication de cette fiche, le cyanure d'hydrogène :

- est autorisé dans les types de produits biocides suivants :
 - TP 8 (Produits de protection du bois), à compter du 01/10/2014 jusqu'au 30/09/2024 (directive 2012/42/UE de la Commission du 26/11/2012),
 - TP 14 (Rodenticides), à compter du 01/10/2014 jusqu'au 30/09/2024 (directive 2012/42/UE de la Commission du 26/11/2012),
 - TP 18 (Insecticides, acaricides et produits utilisés pour lutter contre les autres arthropodes), à compter du 01/10/2014 jusqu'au 30/09/2024 (directive 2012/42/UE de la Commission du 26/11/2012).

Pour plus d'information, consulter le Helpdesk Biocides de l'Anses (<https://www.helpdesk-biocides.fr/>) ainsi que le site de l'agence européenne Echa (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).

Protection de la population

Se reporter aux règlements modifiés (CE) 1907/2006 (REACH) et (CE) 1272/2008 (CLP). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé de la santé.

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 (<https://unece.org/fr/about-adr>). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

En raison de la toxicité élevée du cyanure d'hydrogène, de son inflammabilité et des risques d'explosion qu'il présente, des mesures très strictes de prévention et de protection s'imposent lors du stockage et de la manipulation de cette substance.

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, robinets d'incendie armés...).

- **Former les opérateurs** au risque lié aux atmosphères explosives (risque ATEX) [19].
- Observer une **hygiène corporelle et vestimentaire** très stricte : lavage soigneux des mains (savon et eau) après manipulation et changement de vêtements de travail. Ces vêtements de travail sont fournis gratuitement, nettoyés et remplacés si besoin par l'entreprise. Ceux-ci sont rangés séparément des vêtements de ville. En aucun cas les salariés ne doivent quitter l'établissement avec leurs vêtements et leurs chaussures de travail.
- Ne pas **fumer, vapoter, boire** ou **manger** sur les lieux de travail.

Manipulation

- N'entreposer dans les ateliers que **des quantités réduites de substance** et ne dépassant pas celles nécessaires au travail d'une journée.
- **Éviter tout contact** de produit avec **la peau et les yeux. Éviter l'inhalation** de gaz, de vapeurs ou d'aérosols (dans le cas de solutions aqueuses). Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** du gaz, des vapeurs ou des aérosols à leur source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [32].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées au cyanure d'hydrogène.
- Éviter tout rejet atmosphérique de cyanure d'hydrogène.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés au cyanure d'hydrogène présent dans l'air par un **organisme accrédité, sauf dans le cas où** l'évaluation des risques a conclu à un **risque faible** (§ Méthodes de l'évaluation de l'exposition professionnelle).
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité du cyanure d'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 [33].
- 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 du cyanure d'hydrogène doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [34].
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [35].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du cyanure d'hydrogène sans prendre les précautions d'usage [36].
- Supprimer toute source d'exposition par contamination en procédant à un **nettoyage régulier** des locaux et postes de travail.

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) [37, 38]. Une attention particulière sera apportée lors du **retrait des équipements** afin d'éviter toute contamination involontaire. Ces équipements seront éliminés en tant que déchets dangereux [39 à 42].

- Appareils de protection respiratoire : si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type B lors de la manipulation de la substance ou de ses solutions aqueuses [43].
- Gants : les matériaux préconisés pour **un contact prolongé** avec du cyanure d'hydrogène liquide ou en solutions sont les suivants : AlphaTec® 02-100, Silver Shield® PE/EVAL/PE (matériaux multicouches). D'autres matériaux peuvent également être recommandés pour des **contacts intermittents** ou **en cas d'éclaboussure** : caoutchouc butyle, Viton® (élastomère fluoré). Certains matériaux sont à éviter : caoutchoucs naturel, néoprène et nitrile [44, 45].
- Vêtements de protection : quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leur choix dépend de **l'état physique** de la substance (gaz, liquide ou en solution). Des combinaisons de type 1, étanches au gaz, seront nécessaires pour certaines opérations. **Seul le fabricant du vêtement** 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** [46].
- 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 [47].

Stockage

- Stocker le cyanure d'hydrogène et ses solutions dans des locaux **frais** et **sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes et de toute autre source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...). Restreindre l'accès de ces locaux aux personnes autorisées et formées.
- Prendre toutes les dispositions pour s'assurer de la compatibilité des matériaux des récipients de stockage avec le cyanure d'hydrogène et ses solutions (en contactant par exemple le fournisseur de la substance ou celui du matériau envisagé).
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- Le sol des locaux sera **imperméable** et formera **une cuvette de rétention** afin qu'en cas de déversement, la substance (liquide et ses solutions) ne puisse se répandre au dehors.
- 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.
- **Séparer** le cyanure d'hydrogène et ses solutions des produits comburants. Si possible, les stocker **à l'écart** des autres produits chimiques dangereux.

Déchets

- Le stockage des déchets doit suivre les mêmes règles que le stockage des substances à leur arrivée (§ stockage).
- Ne pas rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel les eaux polluées par du cyanure d'hydrogène.
- Conserver les déchets et les produits souillés dans des récipients spécialement prévus à cet effet, **clos et étanches**. Les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation en vigueur.

En cas d'urgence

- En cas de fuite de gaz ou de déversement accidentel de liquide, **aérer** la zone et **évacuer** le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs **entraînés et munis d'un équipement de protection approprié**. Supprimer toute source d'inflammation potentielle.
- Récupérer le produit liquide en l'épongeant avec un **matériau absorbant inerte**. Traiter la surface ayant été souillée, par exemple avec de l'hypochlorite de sodium.
- Des appareils de protection respiratoire isolants autonomes sont à prévoir **à proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.

- Prévoir l'installation de **fontaines oculaires** et de **douches de sécurité** [48].
- 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

■ Lors des visites initiale et périodiques

Rechercher particulièrement lors de l'interrogatoire et l'examen clinique des antécédents de pathologies respiratoires chroniques ou d'affections cutanées ainsi que des signes d'atteinte neurologique (confusion, vertiges, ...).

La périodicité des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires seront déterminées par le médecin du travail en fonction des données de l'examen clinique et de l'appréciation de l'importance de l'exposition.

Déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des aérosols de cette substance.

■ Surveillance biologique de l'exposition

- Le dosage des cyanures sanguins immédiatement en fin d'exposition est essentiellement utilisé pour confirmer le diagnostic d'intoxication aiguë cyanhydrique.
- Le dosage des thiocyanates urinaires en fin de poste de travail (ou fin de poste et fin de semaine) semble utile pour la surveillance biologique de l'exposition professionnelle.
- Il n'existe pas de valeur biologique d'interprétation (VBI) pour la population professionnellement exposée pour ces indicateurs. Des VBI issues de la population générale sont disponibles pour les thiocyanates urinaires.

■ Rédaction impérative d'un plan d'intervention

L'exposition aiguë au cyanure d'hydrogène peut rapidement conduire à une intoxication grave (d'autant plus que le délai d'apparition des symptômes est bref) qui doit être considérée comme une urgence médicale absolue. Dans ce contexte, afin d'assurer l'efficacité de la prise en charge de la victime, **un protocole précis d'organisation des secours en cas d'accident** doit être établi de façon anticipée, par écrit, par le médecin du travail en collaboration avec les responsables de l'entreprise, le CSSCT, les secouristes et les organismes extérieurs de secours d'urgence. Ce protocole doit notamment comporter les précautions à prendre pour éviter les accidents en chaîne (intoxications des premiers intervenants), les coordonnées des personnes et organismes à contacter en urgence, les modalités des premiers soins à donner aux victimes (matériel de 1^{er} secours nécessaire et modalités d'utilisation des produits).

L'information et la formation régulière du personnel aux gestes de première urgence à appliquer lors de ce type d'accidents doit être organisée. La présence de secouristes formés, entraînés et périodiquement recyclés doit également être prévue dans les ateliers où sont effectués des travaux dangereux.

Le matériel de secours nécessaire doit être placé à proximité des ateliers, en dehors des zones à risque, et doit être vérifié et entretenu régulièrement. Il comprend notamment des appareils de protection individuelle pour les secouristes, des douches pour la décontamination cutanée et oculaire, du matériel de ventilation assistée et surtout d'oxygénothérapie avec masque, ainsi qu'une trousse d'urgence dont le contenu et l'utilisation seront précisés par le médecin du travail. La mise à disposition éventuelle d'antidotes sur place sera décidée par le médecin du travail en collaboration avec les organismes extérieurs de secours d'urgence. En cas d'accident, la décision d'administration des antidotes et des traitements associés (oxygénothérapie notamment) ne sera prise qu'après avis médical, sur la base de la symptomatologie et/ou de la forte présomption d'intoxication et selon l'éloignement des services d'urgence.

Conduite à tenir en cas d'accident

- **En cas de contact cutané**, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais en raison du risque d'intoxication systémique (après une première décontamination sur place). Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. 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 évitant de pratiquer la ventilation assistée au bouche à bouche.
- **En cas de projection oculaire**, appeler immédiatement un SAMU, rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées ; en cas de port de lentilles de contact, les retirer avant le rinçage. Dans tous les cas consulter un ophtalmologiste aussitôt après une première décontamination sur place, et le cas échéant signaler le port de lentilles.
- **En cas d'ingestion**, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais en raison du risque d'intoxication systémique. 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 évitant de pratiquer la ventilation assistée au bouche à bouche. Si la victime est consciente, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements.
- **En cas d'inhalation**, appeler immédiatement un SAMU, faire transférer la victime par ambulance médicalisée en milieu hospitalier dans les plus brefs délais en raison du risque d'intoxication systémique. Transporter la victime en dehors de la zone polluée en prenant les précautions nécessaires pour les sauveteurs. 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 évitant de pratiquer la ventilation assistée au bouche à bouche. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos. Si nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes).

Bibliographie

- 1 | L'acide cyanhydrique. Proposition de valeurs guides de qualité d'air intérieur, Avis de l'Anses - Rapport d'expertise collective. Juillet 2011 (<https://www.anses.fr/fr>)
- 2 | Hydrogen cyanide. In : PubChem. US NLM (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 3 | Hydrogen cyanide. In : Gestis-databank on hazardous substances. BGIA (<https://gestis-database.dguv.de/search>).
- 4 | Kopras EJ - Cyanides and nitriles. In : Bingham E, Cohn B, Powell CH (Eds) - Patty's toxicology. 6th edition, Vol. 2. New York : John Wiley and Sons ; 2012 : 945-995.
- 5 | Cyanure d'hydrogène, liquéfié. Fiche IPCS. ICSC 0492. International Labour Organization (ILO), 2013 (<https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>).
- 6 | Hydrogen cyanide. Registration dossier. ECHA, 2017 (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).
- 7 | Hydrogen cyanide and cyanides : human health aspects. Concise International Chemical Assessment Document. CICAD 61. WHO, 2004 (<https://inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad61.htm>).
- 8 | Cyanures et dérivés. Fiche de données toxicologiques en environnementales. INERIS, 2011 (<https://substances.ineris.fr/fr/>).

- 9 | Cyanure de potassium et Cyanure de sodium. In : Répertoire toxicologique. CNESST (<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 10 | Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Cyanide (HCN, KCN, NaCN). SCOEL/SUM/115. European Commission, 2010 (<http://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&intPageId=684&langId=en>).
- 11 | Cyanure d'hydrogène. Base de données Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) - substances chimiques. INRS (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/vlep.html>).
- 12 | Courtois B et al. - Les valeurs limites d'exposition professionnelle. Brochure ED 6443. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 13 | Hydrogen cyanide and cyanide salts. Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2021.
- 14 | Hydrogen cyanide, potassium cyanide and sodium cyanide. In : List of MAK and BAT values 2016. Documentation. Maximum concentrations and biological tolerance values at the workplace. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 2016 (<https://www.dfg.de/en/>).
- 15 | HYDROGEN CYANIDE. Method 6010. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th edition. NIOSH, 2017 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 16 | HYDROGEN CYANIDE. Method 6017. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 5th edition. NIOSH, 2017 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 17 | Cyanures M-178. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2017 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 18 | Cyanures M-179. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2017 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 19 | Mise en oeuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX). Guide méthodologique ED 945. INRS (<http://www.inrs.fr/>).
- 20 | Evaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique ED 970. INRS (<http://www.inrs.fr/>).
- 21 | Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes. Brochure ED 6054. INRS (<http://www.inrs.fr/>).
- 22 | El Ghawabi SH, Gaafar MA, El-Saharti AA, Ahmed SH et al - Chronic cyanide exposure : a clinical, radioisotope and laboratory study. *Br J Ind Med*. 1975 ; 32 : 215-219.
- 23 | Chandra H, Gupta BN et Ghargava SK - Chronic cyanide exposure : a biochemical and industrial hygiene study. *J Anal Toxicol*. 1980 ; 4 : 161-16
- 24 | Cyanure d'hydrogène, cyanures alcalins. In : BIOTOX. INRS, 2022 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>).
- 25 | Hydrogen cyanide. Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) values. Environmental Protection Agency (US EPA), 2002 (<https://www.epa.gov/aegl>).
- 26 | Toxicological review of hydrogen cyanide and cyanide salts. EPA, 2010 (<https://iris.epa.gov/static/pdfs/0060tr.pdf>).
- 27 | Cyanide. Toxicological profiles. ATSDR, 2010 (<https://www.atsdr.cdc.gov/>).
- 28 | Cyanides of hydrogen, sodium and potassium, and acetone cyanohydrin. European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals, ECETOC JACC REPORT No. 53. 2007.
- 29 | Baud F, Benaïssa L - Cyanures et nitriles. In : Bismuth C et al. - Toxicologie Clinique. 5e édition. Paris : Flammarion Médecine-Sciences ; 2000 : 907-18 : 1092 p.
- 30 | Baud F, Garnier R - Toxicologie clinique. 6^e édition. Paris : Lavoisier Médecine-Sciences ; 2017 : 1654 p.
- 31 | Banerjee K, Bishayee A, Marimuthu P. Evaluation of Cyanide Exposure and Its Effect on Thyroid Function of Workers in a Cable Industry. *Journal of Occupational & Environmental Medicine*. 39 (3) ; 1997 : 258-60.
- 32 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 33 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 34 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 35 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 36 | 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 CNAM R 435. Assurance Maladie, 2008 (https://www.ameli.fr/val-de-marne/entreprise/tableau_recommandations).
- 37 | 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>).
- 38 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 39 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°1 : Décontamination sous la douche. Dépliant ED 6165. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 40 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer sa tenue de protection en toute sécurité. Cas n°3 : Sans décontamination de la tenue. Dépliant ED 6167. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 41 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 42 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 43 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 44 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 45 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP - Quick selection guide to chemical protective clothing. 7th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 293 p.
- 46 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 47 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 48 | Equipements de premiers secours en entreprise : douches de sécurité et lave-œil. Fiche pratique de sécurité ED 151. INRS (<https://www.inrs.fr>).

Historique des révisions

1 ^{re} édition	2006
2 ^e édition (mise à jour partielle)	2011
3 ^e édition (mise à jour complète)	Février 2018
4 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none">■ Etiquette■ Utilisations - sources d'exposition■ Valeurs limites d'exposition professionnelle■ Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle■ Incendie - Explosion■ Pathologie - Toxicologie<ul style="list-style-type: none">○ Surveillance biologique de l'exposition■ Réglementation■ Recommandations techniques et médicales■ Bibliographie	Septembre 2022