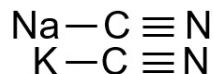


Cyanure de sodium, Cyanure de potassium

Fiche toxicologique n°111 - Edition Septembre 2022

Généralités

Formule :



Substance(s)

Nom	Détails	
Cyanure de sodium	Famille chimique	Cyanures
	Numéro CAS	143-33-9
	Numéro CE	205-599-4
	Numéro index	006-007-00-5
Cyanure de potassium	Famille chimique	Cyanures
	Numéro CAS	151-50-8
	Numéro CE	205-792-3
	Numéro index	006-007-00-5
Sels de cyanure d'hydrogène à l'exception des cyanures complexes tels que ferrocyanures, ferricyanures et oxycyanure de mercure	Famille chimique	Cyanures
	Numéro CAS	-
	Numéro CE	-
	Numéro index	006-007-00-5

Etiquette



CYANURE DE SODIUM

Danger

- H300 - Mortel en cas d'ingestion
- H310 - Mortel par contact cutané
- H330 - Mortel par inhalation
- H410 - Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme
- EUH 032 - Au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique

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

205-599-4

- 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 les mentions de danger H300 et H330, se reporter au paragraphe "Classification et étiquetage" du chapitre "Réglementation".

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 3]

Les cyanures de sodium et de potassium sont principalement utilisés dans les applications suivantes :

- Traitement des minerais pour extraire l'or et l'argent ;
- Galvanoplastie ;
- Traitements thermiques des métaux (cémentation de l'acier) ;
- Fabrication de produits chimiques (colorants, agents chélatants...)
- Industries pharmaceutiques ;
- Laboratoires d'analyse.

Propriétés physiques

[1 à 6]

Les cyanures de sodium et de potassium se présentent sous la forme de poudre blanche hygroscopique, sans odeur à l'état sec.

Ils sont solubles dans l'eau et les solutions ont un caractère basique (pH = 11 pour une solution 0,1 N de cyanure de potassium). Le cyanure de sodium est légèrement soluble dans les alcools ; la solubilité du cyanure de potassium dans ces solvants est plus faible.

Nom Substance	Détails	
Cyanure de sodium	Formule	NaCN
	N° CAS	143-33-9
	Etat Physique	Solide
	Solubilité	480 - 520 g/L d'eau à 20 °C 820 g/L d'eau à 35 °C
	Masse molaire	49,02 g/mol
	Point de fusion	563 °C
	Point d'ébullition	1 496 °C
	Densité	1,6 à 25 °C
	Pression de vapeur	0,1 kPa à 800 °C 12 kPa à 1 200 °C
Cyanure de potassium	Formule	KCN
	N° CAS	151-50-8
	Etat Physique	Solide
	Solubilité	716 g/L d'eau à 25 °C
	Masse molaire	65,11 g/mol
	Point de fusion	634,5 °C
	Point d'ébullition	1 625 °C
	Densité	1,55 à 25 °C
	Pression de vapeur	-

Propriétés chimiques

[2, 4 à 7]

Les cyanures de sodium et de potassium sont des produits qui se décomposent au contact de l'eau, de l'humidité de l'air ou du dioxyde de carbone libérant de faibles quantités de cyanure d'hydrogène (gaz inflammable et très toxique) ainsi que du carbonate de calcium. En milieu acide, l'émission de cyanure d'hydrogène est plus rapide et plus importante.

À des températures supérieures à 50 °C, le cyanure de sodium s'hydrolyse en ammoniac et formiate de sodium ; la réaction est irréversible. L'augmentation de la température au cours de la réaction accélère le processus et peut entraîner des effets de surpression dans des réacteurs clos. Cette réaction est plus modérée avec le cyanure de potassium.

Le cyanure de potassium est décomposé à chaud par la potasse avec dégagement d'ammoniac et formation de formiate de potassium.

Les cyanures sont des agents réducteurs qui peuvent réagir violemment (risque d'explosion) avec de nombreux composés : chlorates, nitrites, acide nitrique, fluor, trichlorure d'azote...

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

[8 à 11]

Des VLEP dans l'air des lieux de travail ont été établies pour le cyanure de sodium et le cyanure de potassium.

Substance	Pays	VLEP 8h (mg/m ³)	VLEP CT (mg/m ³)	Valeur Plafond /ppm	Valeur Plafond /mg/m ³	VLEP Description
Cyanure de sodium - Cyanure de potassium	France (VLEP réglementaires indicatives - 2019)	1	5			Exprimées en cyanures Mention peau
Sodium cyanide - Potassium cyanide	États-Unis (ACGIH - 1994)			4,7	5	Exprimées en cyanures Mention peau
Cyanure de sodium - Cyanure de potassium	Union européenne (2017)	1	5			Exprimées en cyanures Mention peau
Sodium cyanide	Allemagne (valeurs MAK)	3,8	3,8			Fraction inhalable Mention peau
Potassium cyanide	Allemagne (valeurs MAK)	5	5			Fraction inhalable Mention peau

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

- Prélèvement des sels de cyanure sur un filtre en cellulose imprégné de soude. Désorption et traitement du filtre par distillation acide et oxydation des cyanures en cyanates à l'aide d'hypochlorite de sodium. Dosage des cyanates par chromatographie ionique avec membrane de suppression et détecteur conductimétrique, ou par potentiométrie à l'aide d'une électrode spécifique [12, 13].
- Une seule méthode est actuellement jugée suffisamment sensible et validée pour la collecte des sels de cyanure, en présence de cyanure d'hydrogène gazeux : prélèvement sur un filtre en PVC (associé à un barboteur pour la détermination de HCN) puis extraction du filtre dans une solution de KOH diluée. Analyse par potentiométrie à l'aide d'une électrode spécifique [14].

Incendie - Explosion

[2, 4]

Les cyanures de sodium et de potassium ne sont pas combustibles. Toutefois, en présence d'acides et de produits à réaction acide, d'eau, de vapeurs d'eau ou de dioxyde de carbone, ils s'hydrolysent en libérant du cyanure d'hydrogène, **gaz inflammable et très toxique** (voir fiche toxicologique n° 4).

Lorsque ces produits sont impliqués dans un incendie, ils peuvent se décomposer à la chaleur, libérant du cyanure d'hydrogène et des oxydes d'azote.

En cas d'incendie, choisir l'agent d'extinction en fonction des autres produits/matériaux impliqués. Si possible, déplacer les récipients exposés au feu. Refroidir les récipients contenant des cyanures de sodium ou de potassium exposés ou ayant été exposés au feu à l'aide d'eau pulvérisée, en évitant tout contact des cyanures avec l'eau (s'assurer de l'étanchéité des contenants). **Si les cyanures sont à l'air libre, ne pas utiliser à proximité du dioxyde de carbone ou des agents extincteurs à base d'eau (eau pulvérisée, eau additivée, mousse...).**

En raison de la toxicité des produits émis lors de la combustion, les intervenants, qualifiés, seront équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection spéciales.

Pathologie - Toxicologie

Les cyanures alcalins se décomposent en milieu acide, même faiblement, avec formation de cyanure d'hydrogène (voir fiche toxicologique n° 4).

Toxicocinétique - Métabolisme

Les cyanures alcalins sont décomposés en cyanure d'hydrogène en milieu acide (estomac). L'ion cyanure est un poison cellulaire qui bloque la respiration cellulaire. Il peut être détoxifié par plusieurs voies, et notamment par une enzyme qui produit des thiocyanates, essentiellement éliminés par les urines. Le cyanure est principalement retrouvé dans le foie, le sang, les poumons et le cerveau.

Chez l'animal

Absorption

Par voie orale, l'absorption des ions cyanures est rapide et presque complète. Chez des rats recevant par gavage 1 mg/kg de cyanure de potassium, le pic sanguin d'ions cyanures apparaît après 2 minutes [15]. Aucune donnée n'est disponible par inhalation ou par voie cutanée, mais les études de toxicité aiguë, disponibles chez le lapin, mettent en évidence un passage percutané.

Distribution

A la suite d'une exposition unique de rat par voie orale à 7 ou 21 mg/kg de CN⁻ sous forme de cyanure de sodium, les concentrations les plus importantes en cyanures ont été mesurées dans le foie, le sang, les poumons, la rate et le cerveau [16].

Métabolisme

Les cyanures de potassium et de sodium sont majoritairement métabolisés dans le foie, en thiocyanates de potassium et de sodium [17, 18]. Dans des conditions physiologiques normales, plusieurs systèmes enzymatiques permettent une détoxification rapide ; 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 de cyanure d'hydrogène, de dioxyde carbone. Face à une absorption en grandes quantités de cyanures, tous ces mécanismes de détoxification sont débordés.

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

Excrétion

Après absorption par voie orale, l'excrétion urinaire est la principale voie d'élimination, sous forme de thiocyanates. A la suite d'une inhalation, 85-90 % sont éliminés sous forme de CO₂ dans l'air exhalé.

L'analyse de la radioactivité dans les urines de rats montre que 94,7 % du KCN radioactif absorbé sont éliminés dans les urines recueillies pendant 14 jours [7].

Chez l'homme

Même si aucune donnée quantitative n'est disponible quant à l'absorption des cyanures de potassium et de sodium, il est admis que ces sels sont facilement et complètement absorbés après une exposition par voie respiratoire. L'absorption cutanée dépend de l'état de la peau et de la présence ou non d'humidité (sudation) [18]. Par voie orale, l'absorption du KCN et du NaCN résulte à la fois d'une absorption intestinale des ions cyanures mais également de l'absorption de l'acide cyanhydrique généré dans l'estomac (en milieu acide) [1].

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...) [1]. Il est principalement retrouvé dans le foie, les poumons, le sang et le cerveau [11].

Chez l'homme, les cyanures de potassium et de sodium sont majoritairement métabolisés dans le foie, en thiocyanates de potassium et de sodium [17, 18].

Dans des conditions physiologiques normales, les mêmes systèmes enzymatiques que chez l'animal permettent une détoxification rapide. Face à une absorption en grandes quantités de cyanures, tous les mécanismes de détoxification sont débordés.

Après absorption par voie orale, l'excrétion urinaire est la principale voie d'élimination, sous forme de thiocyanates. A la suite d'une inhalation, 85-90 % sont éliminés sous forme de CO₂ dans l'air exhalé.

Surveillance biologique de l'exposition

[19]

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

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

[18]

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 touchés. Les manifestations cliniques observées sont la conséquence d'un effet anoxiant aigu. Les cyanures forment des complexes réversibles avec d'autres ions métalliques tel que le fer, inhibant ainsi de nombreuses autres métallo-enzymes.

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

[6]

La toxicité aiguë par voie orale des ions cyanures est importante, le cyanure de potassium étant plus toxique que le cyanure de sodium. Par voie cutanée chez le lapin, spasmes, difficultés respiratoires et faiblesse sont observés avant la mort. Après instillation dans le sac conjonctival de l'œil de lapin, des signes d'irritation apparaissent ainsi que des effets systémiques importants, conduisant à la mort rapide des animaux.

Par voie orale, les DL50 chez le rat varient de 5 à 56 mg/kg pc pour le cyanure de sodium et de 7 à 11,3 mg/kg pc pour le cyanure de potassium [11]. Avant de mourir, les animaux exposés au cyanure de potassium présentaient une hyperhémie, une mastication excessive, une absence de réactivité, une respiration haletante et une augmentation du volume urinaire. Avec le cyanure de sodium, hyper salivation et léthargie sont observées.

Par voie cutanée chez le lapin, les DL50 suivantes ont été déterminées pour le cyanure de sodium : sur peau intacte, 200 mg/kg pc (poudre sèche), 11,8 mg/kg pc (poudre humide) et 14,6 mg/kg pc (en solution, sans plus de précision) ; sur la peau abimée, 7,35 mg/kg pc (poudre sèche) et 11,3 mg/kg pc (en solution, sans plus de précision). Concernant le cyanure de potassium en solution aqueuse, des DL50 de 22,3 et 14,3 mg/kg pc ont été déterminées, respectivement pour de la peau intacte et de la peau abimée. Avant de mourir, les animaux présentaient des difficultés pour respirer, des spasmes occasionnels, une faiblesse et des mouvements saccadés.

Aucune donnée de toxicité aiguë par inhalation n'est disponible pour ces sels.

Le cyanure de sodium provoque une irritation oculaire chez le lapin qui se manifeste par un larmolement, une inflammation, un gonflement de la conjonctive et une opacification de la cornée. Après l'instillation dans le sac conjonctival, les effets systémiques apparaissent (respiration rapide, ataxie, convulsions, coma) et conduisent à la mort des animaux en 4 à 12 minutes [4].

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

Toxicité subchronique, chronique

[20]

A la suite d'expositions répétées par voie orale au cyanure de potassium, des effets neurologiques, thyroïdiens (rats) et des effets rénaux et hépatiques (lapins) sont rapportés. Aucune étude n'est disponible par inhalation ou par voie cutanée avec les cyanures de potassium et de sodium.

Des rats mâles et femelles ont été exposés à 0-3-10-30-100 et 300 ppm de cyanure de sodium dans l'eau de boisson (correspondant à 0-0,16-0,48-1,4-4,5 ou 12,5 mg CN $-/kg$ pc/j pour les mâles ; 0-0,16-0,53-1,7-4,9 ou 12,5 mg CN $-/kg$ pc/j pour les femelles, pendant 13 semaines). Seule une augmentation du poids du foie des femelles a été observée à la plus forte dose testée.

Dans le cas du cyanure de potassium, des rats mâles ont été gavés avec 0 - 0,06 - 0,12 ou 0,24 mg CN $-/kg$ pc/j sous forme de KCN, pendant 12 semaines. Aucun signe clinique de toxicité n'a été observé. Par contre, des effets sur le système nerveux central ont été rapportés chez les animaux exposés à la plus forte dose : perte de neurones dans l'hippocampe, dommages au niveau des cellules de Purkinje (non détaillés), perte de myéline dans le cervelet et augmentation liée à la dose du nombre de corps sphéroïdes présent dans la myéline de la moelle épinière. Quelle que soit la dose testée, les taux sériques des hormones thyroïdiennes (triiodothyronine -T3 et thyroxine - T4) et du glucose sont restés inchangés [21].

Des rats mâles ont été exposés à 44 mg CN $-/kg$ pc/j sous forme de KCN, dans la nourriture, pendant 11 mois. Après seulement 4 mois de traitement, le taux plasmatique et son niveau de sécrétion diminuent respectivement de 53 et 68 % ; après 11 mois, on observe toujours une diminution de la sécrétion de T4, associée à une augmentation du poids de la thyroïde. Aucune lésion histopathologique n'est observée au niveau des nerfs sciatique et optique ou de la thyroïde. Par contre, une légère dégénérescence de la myéline de la moelle épinière est rapportée [1].

Des lapins mâles ont reçu pendant 10 mois, 36,5 mg CN $-/kg$ pc/j sous forme de KCN dans la nourriture. Une diminution du poids et de la consommation de nourriture a été observée. Après 10 mois, les taux sériques d'alanine aminotransférase (ALT), de phosphatases alcalines (ALP), de lactate déshydrogénase (LDH) et sorbitol déshydrogénase ont augmenté, signes de dommages rénaux et hépatiques. Une analyse histopathologique du foie et des reins a mis en évidence des foyers de nécrose hépatique ainsi qu'une congestion et une nécrose des tubules et glomérules rénaux [22].

Aucune étude n'est disponible par inhalation ou par voie cutanée avec les ions cyanures de sodium et de potassium.

Effets génotoxiques

Les cyanures de potassium et de sodium ne sont pas mutagènes.

In vitro

Concernant le cyanure de sodium, des résultats négatifs ont été obtenus dans un test d'Ames, réalisé sur *S. typhimurium*, avec et sans activation métabolique [20].

Concernant le cyanure de potassium, des résultats négatifs ont été obtenus dans un test d'Ames réalisé sur *S. typhimurium* et dans un test de mutation génique sur cellules de hamsters chinois, avec et sans activation métabolique [23, 24].

In vivo

Un test d'aberrations chromosomiques, réalisé sur des cellules de moelle osseuse de souris exposées à 2,2 mg CN $-/kg$ pc sous forme de KCN (injection intrapéritonéale), a donné des résultats négatifs [6].

Effets cancérogènes

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

Effets sur la reproduction

Le système reproducteur mâle (rat, souris) est la principale cible du cyanure de sodium, les femelles étant atteintes de moindre manière ; aucun effet n'est rapporté avec le cyanure de potassium. Des malformations au niveau du foie et du cerveau sont observées chez les fœtus de rats exposés au cyanure de potassium, en présence de toxicité maternelle ; certains résultats suggèrent aussi un possible retard dans le développement du cervelet. Aucune étude sur le développement n'est disponible avec le cyanure de sodium.

Fertilité

■ Cyanure de sodium [20] :

- Des rats mâles et femelles ont été exposés à 0-3-10-30-100 et 300 ppm de cyanure de sodium dans l'eau de boisson pendant 13 semaines (correspondant à 0-0,16-0,48-1,4-4,5 ou 12,5 mg CN $-/kg$ pc/j pour les mâles ; 0-0,16-0,53-1,7-4,9 ou 12,5 mg CN $-/kg$ pc/j pour les femelles). Tous les rats mâles exposés ont présenté une diminution du poids de la queue de l'épididyme et de la motilité des spermatozoïdes. A la plus forte dose testée, le nombre de spermatozoïdes par testicule a aussi été diminué par rapport aux témoins. Chez les femelles, une perturbation du cycle œstral a été observée, caractérisée par un allongement de la durée du dioestrus et du prooestrus.
- Chez des souris, exposées dans les mêmes conditions (0-0,5-1,8-5,1-16,2 ou 45,9 mg CN $-/kg$ pc/j pour les mâles ; 0-0,6-2,1-6,2-19,1 ou 54,3 mg CN $-/kg$ pc/j pour les femelles, pendant 13 semaines), la diminution du poids de la queue de l'épididyme n'a été observée qu'à la plus forte dose et aucun effet n'a été rapporté chez les femelles.

■ Cyanure de potassium [25] :

- Des rates gestantes ont été exposées du 6^e au 20^e jour de gestation à 0 – 0,4 – 1,2 ou 12 mg CN⁻/kg pc/j sous forme de KCN dans l'eau de boisson. Aucune modification du nombre de corps jaunes, d'implantations et de pertes pré ou post-implantatoires n'a été rapportée.

Développement

Des rates gestantes ont été exposées du 6^e au 20^e jour de gestation à 0 – 0,4 – 1,2 ou 12 mg CN⁻/kg pc/j sous forme de KCN dans l'eau de boisson. Le poids et la taille des fœtus, et le nombre de fœtus vivant n'ont pas été modifiés et aucune malformation squelettique n'a été observée. Une augmentation de l'incidence de malformations viscérales (foie, cerveau) est rapportée dans les portées exposées à 12 mg CN⁻/kg pc/j, mais en présence lésions similaires chez les mères [25].

Dans une autre étude, des rates gestantes ont été exposées à 0 ou 8 mg CN⁻/kg pc/j sous forme de KCN, dans la nourriture, durant toute la gestation et jusqu'au 50^e jour post natal ; le cervelet a été principalement étudié. Chez les nouveau-nés sacrifiés au 50^e jour, la distance entre les 2 hémisphères du cervelet est significativement diminuée, de même que la taille et le poids du cervelet au 28^e jour. A partir de ces observations, les auteurs suggèrent un retard dans le développement du cervelet [26].

A ce jour, aucune donnée n'est disponible concernant le cyanure de sodium.

Toxicité sur l'Homme

Les intoxications aiguës avec les cyanures de sodium et de potassium 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 aux cyanures de sodium et de potassium peut entraîner des signes non spécifiques neurosensoriels ou digestifs. Les effets génotoxiques, cancérogènes et sur la reproduction ne sont pas documentés.

Toxicité aiguë

[3, 10, 17, 27 à 31]

Par inhalation, une intoxication aiguë cyanhydrique (notamment aux cyanures de sodium et de potassium) 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 : décortication, 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 et de 150 à 250 mg de cyanures de potassium peut entraîner la mort chez l'adulte ; la dose absorbée mortelle la plus faible était de 0,54 mg de cyanure d'hydrogène par kg. Dans la plupart des cas d'intoxication, une grande partie des cyanures ingérés reste dans le tractus gastro-intestinal (la dose ingérée de cyanures n'est donc pas le meilleur indicateur de létalité).

Le contact cutané avec des solutions de cyanures de sodium et de potassium peut entraîner des dermatites d'irritation. Aucune donnée sur le potentiel sensibilisant des cyanures de sodium et de potassium n'est disponible. Une exposition aux cyanures de sodium et potassium sous forme de vapeur, d'aérosol ou de poussières est susceptible d'entraîner une irritation oculaire.

Toxicité chronique

[10, 25, 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, thyroestimuline - TSH) et l'exposition professionnelle aux cyanures. L'exposition des travailleurs était appréciée sur les niveaux de thiocyanates sanguins ou catégorisée qualitativement en fonction de l'activité professionnelle principale [25, 26]. Le rôle des thiocyanates est évoqué dans l'inhibition de la synthèse des hormones thyroïdiennes et l'augmentation du taux de TSH [32].

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.

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Article R. 4412-150 du Code du travail et arrêté du 27 septembre 2019 établissant la liste des VLEP indicatives (JO du 02 octobre 2019).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive (UE) 2017/164 de la Commission du 31 janvier 2017 (JOU E 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.

Classification et étiquetage

a) **s substances** cyanure de sodium et cyanure de potassium

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 harmonisés des cyanures de sodium et de potassium figurent dans l'annexe VI du règlement CLP sous l'entrée générale : "Sels de cyanure d'hydrogène à l'exception des cyanures complexes tels que ferrocyanures, ferricyanures et oxycyanure de mercure" (n°Index : 006-007-00-5). La classification, identique pour les 2 substances, est :

- 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 aigu, catégorie 1 ; H400
- Dangers pour le milieu aquatique – Danger chronique, catégorie 1 ; H410
- EUH032 (au contact d'un acide, dégage un gaz très toxique)

(*) 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 ces substances proposent de compléter la classification officielle par l'ajout (auto-classification) de :

- Substances ou mélanges corrosifs pour les métaux, catégorie 1 ; H290
- Lésions oculaires graves/irritation oculaire, catégorie 1 ; H318
- Toxicité spécifique pour certains organes cibles (thyroïde) – Exposition répétée, catégorie 1 ; H372

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 de sodium ou du cyanure de potassium

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

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 grande toxicité des cyanures, des mesures très strictes de protection s'imposent lors de leur stockage et de leur manipulation.

Au point de vue technique

Information et formation des travailleurs

- **Instruire le personnel** de la très grande toxicité et des risques présentés par les cyanures de sodium et de potassium, 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...).
- 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 poussières. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** des poussières à leur source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [33].
- **Réduire** le nombre de personnes exposées aux cyanures de sodium et de potassium.
- Éviter tout rejet atmosphérique de cyanures de sodium et de potassium.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés aux cyanures de sodium et de potassium présents 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).
- Au besoin, les espaces dans lesquels la substance est stockée et/ou manipulée doivent faire l'objet d'une **signalisation** [34].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu des cyanures de sodium et de potassium sans prendre les précautions d'usage [35].
- 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. 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 [36 à 39].

- Appareils de protection respiratoire : si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type B-P3 lors de la manipulation de la substance [40].
- Gants : les matériaux préconisés pour des **contacts prolongés et intermittents** sont les suivants : caoutchoucs naturel, butyle, nitrile, néoprène, poly(chlorure de vinyle), Viton® et Viton®/caoutchouc butyle (élastomères fluorés) [4, 41, 42].
- Vêtements de protection : **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** [43].
- 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 [44].

Stockage

- Stocker les cyanures de sodium et de potassium dans des locaux **frais, sous ventilation mécanique permanente et à l'écart de l'humidité**. Ces locaux seront fermés à clé et uniquement accessibles aux personnes autorisées. Tenir également à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, de toute source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...).
- Le stockage des cyanures de sodium et de potassium s'effectue habituellement dans des récipients en acier contenant des saches intérieures en plastique (polyéthylène ou polypropylène) ou en verre pour de petites quantités. 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.
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement.
- Le sol des locaux sera **impermeable** et formera une **cuvette de rétention** afin qu'en cas de déversement, ces substances ne puissent se répandre au dehors.
- 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** ces substances des acides, chlorates, nitrates, oxydants...
- Ne pas stocker les récipients contenant des cyanures de sodium et de potassium directement au sol si un risque de contact avec l'eau ne peut pas être totalement exclu (déversement, inondation...).

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 les cyanures de sodium et de potassium.
- 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 déversement accidentel de ces substances, **évacuer** le personnel en ne faisant intervenir que des opérateurs **entraînés** et **munis d'un équipement de protection approprié**. Récupérer le produit sans générer de poussières dans des récipients spéciaux, secs. **Le balayage et l'utilisation de la soufflette sont à proscrire, tout comme le nettoyage à l'eau.**
- 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** [45].
- 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 [19]

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

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 de sodium ou de potassium 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, la 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

- Cyanures et dérivés. Fiche de données toxicologiques en environnementales. INERIS, 2011 (<https://substances.ineris.fr/fr/>).
- Sodium cyanide, potassium cyanide. In : PubChem. US NLM (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 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.
- Sodium cyanide, potassium cyanide. In : Gestis-databank on hazardous substances. BGIA (<https://gestis-database.dguv.de/search>).
- Sodium cyanide, potassium cyanide. Fiches IPCS. ICSC 1118 et 0671. International Labour Organization (ILO), 2018 (<https://www.ilo.org/dyn/icsc/showcard.home>).
- Sodium cyanide, potassium cyanide. Registration dossier. ECHA, 2022 (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).

- 7 | Cyanure de sodium, cyanure de potassium. In : Répertoire toxicologique. CNESST (<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 8 | Cyanure de sodium, cyanure de potassium. Base de données des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) - Substances chimiques. INRS (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/vlep.html>).
- 9 | Courtois B et al. - Les valeurs limites d'exposition professionnelle. Brochure ED 6443. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 10 | Hydrogen cyanide and cyanide salts. Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2021.
- 11 | 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/>).
- 12 | Cyanures M-178. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2017 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 13 | Cyanures M-179. In : MétroPol. Métrologie des polluants. INRS, 2017 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html>).
- 14 | CYANIDES, aerosol and gas. Method 7904. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 1994 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 15 | Leuschner J, Winkler A et Leuschner F - Toxicokinetic aspects of chronic cyanide exposure in the rat. *Toxicol Lett.* 1991 ; 57(2) :195-201.
- 16 | Yamamoto K, Yamamoto Y, Hattori H et al. - Effects of routes of administration on the cyanide concentration distribution in the various organs of cyanide-intoxicated rats. *Tohoku J Exp Med.* 1982 ; 137(1) : 73-78.
- 17 | Recommendation from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Cyanide (HCN, KCN, NaCN). SCOEL/SUM/115. European Commission, 2010 (<https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=148&langId=en&intPageId=684>).
- 18 | Sodium cyanide, potassium cyanide. IMA Single Assessment Report. NICNAS, 2015 (<https://www.nicnas.gov.au/>).
- 19 | Cyanure d'hydrogène, cyanures alcalins. In : BIOTOX. INRS, 2022 (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox.html>).
- 20 | NTP Technical Report on Toxicity Studies : Sodium Cyanide (CAS No. 143-33-9) Administered in Drinking Water to F344/N rats and B6C3F1 Mice. NTP Toxicity report series number 37. US Department of Health and Human Services, 1993 (<https://ntp.niehs.nih.gov/results/pubs/index.html>).
- 21 | Soto-Blanco B, Marioka PC et Gorniak SL - Effects of long-term low-dose cyanide administration to rats. *Ecotoxicol Environ Saf.* 2002 ; 53(1) : 37-41.
- 22 | Okolie NP et Osagie AU - Liver and kidney lesions and associated enzyme changes induced in rabbits by chronic cyanide exposure. *Food Chem Toxicol.* 1999 ; 37(7) : 745-750.
- 23 | De Flora S, Camoirano A, Zanacchi P et al. - Mutagenicity testing with TA97 and TA102 of 30 DNA-damaging compounds, negative with other *Salmonella* strains. *Mutat Res.* 1984 ; 134(2-3) : 159-165.
- 24 | De Flora S. - Study of 106 organic and inorganic compounds in the *Salmonella*/microsome test. *Carcinogenesis.* 1981 ; 2(4) : 283-298.
- 25 | De Sousa AB, Maiorka PC, Gonçalves ID, Marques LR et al - Evaluation of effects of prenatal exposure to the cyanide and thiocyanate in wistar rats. *Reprod Toxicol.* 2007 ; 23 : 568-577.
- 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 | Hydrogen cyanide and cyanides : human health aspects. Concise International Chemical Assessment Document. CICAD 61. WHO, 2004 (<https://inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad61.htm>).
- 30 | 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.
- 31 | Baud F, Garnier R - Toxicologie clinique. 6^e édition. Paris : Lavoisier Médecine-Sciences ; 2017 : 1654 p.
- 32 | 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.
- 33 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 34 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 35 | 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).
- 36 | 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>).
- 37 | 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>).
- 38 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 39 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 40 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 41 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 42 | Sodium cyanide. In : 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.
- 43 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 44 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).

45 | 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	1992
2 ^e édition (mise à jour complète)	2006
3 ^e édition (mise à jour complète)	Janvier 2018
4 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none">■ Usages■ 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