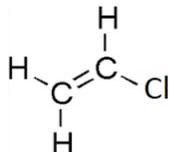


Chlorure de vinyle

Fiche toxicologique n°184 - Edition Juin 2024

Généralités

Formule :



Substance(s)

Nom	Détails	
Chlorure de vinyle	Famille chimique	Hydrocarbures aliphatiques halogénés
	Numéro CAS	75-01-4
	Numéro CE	200-831-0
	Numéro index	602-023-00-7
	Synonymes	Chloroéthylène ; Chloroéthène

Etiquette



CHLORURE DE VINYLE

Danger

- H220 - Gaz extrêmement inflammable
- H350 - Peut provoquer le cancer

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
200-831-0

- 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 non stabilisée, le fournisseur doit faire figurer sur l'étiquette le nom de la substance, suivi de la mention « non stabilisé » (Note D).
- Lorsqu'ils sont mis sur le marché, les gaz doivent être classés comme « gaz sous pression » dans l'un des groupes suivants : « gaz comprimé », « gaz liquéfié », « gaz liquéfié réfrigéré » ou « gaz dissous ». L'affectation dans un groupe dépend de l'état physique dans lequel le gaz est emballé et, par conséquent, doit s'effectuer au cas par cas (Note U).

Caractéristiques

Utilisations

[1 à 7]

Le chlorure de vinyle est utilisé principalement comme monomère dans la fabrication de matières plastiques (polychlorure de vinyle et copolymères). Il sert également de matière première en synthèse organique.

Le chlorure de vinyle a également été utilisé comme fluide frigorigène et comme anesthésiant ; ces utilisations ont été abandonnées du fait de sa toxicité et de son inflammabilité.

Propriétés physiques

[1 à 7]

Dans les conditions normales de température et de pression, le chlorure de vinyle est un gaz incolore, d'odeur légèrement éthérée mais inodore à faible concentration. Il est facilement liquéfié sous pression, forme sous laquelle il est habituellement utilisé.

Il est peu soluble dans l'eau (1,1 à 2,7 g/L à 20 °C), soluble dans de nombreux solvants organiques, notamment l'éthanol, l'oxyde de diéthyle, les hydrocarbures et les solvants chlorés.

Nom Substance	Détails	
Chlorure de vinyle	Formule	C₂H₃Cl
	N° CAS	75-01-4
	Etat Physique	Gazeux
	Masse molaire	62,5 g/mol
	Point de fusion	-154 °C
	Point d'ébullition	-14 à -13 °C
	Densité	0,91 à 20 °C
	Densité gaz / vapeur	2,2 (air = 1)
	Pression de vapeur	245 kPa à 10 °C 330 kPa à 20 °C 760 kPa à 50 °C
	Point d'éclair	-78 °C (coupelle fermée)
	Point critique	Température : 156 °C Pression : 5590 kPa
	Température d'auto-inflammation	472 °C
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	Limite inférieure : 3,6 % Limite supérieure : 33 %
	Coefficient de partage n-octanol / eau (log Pow)	1,27 à 1,58

À 20 °C et 101 kPa, 1 ppm = 2,59 mg/m³.

Propriétés chimiques

[1 à 7]

Le chlorure de vinyle polymérise facilement sous l'action des rayons solaires, de l'air, de la chaleur ou au contact de divers catalyseurs (oxydants puissants tels que l'oxygène, les nitrates ou métaux tels que le cuivre, l'aluminium) avec un risque d'incendie ou d'explosion. Pour pallier cette tendance lors du stockage ou du transport, le produit est stabilisé par un inhibiteur de polymérisation, généralement un dérivé phénolique ou l'hydroquinone. Il est principalement commercialisé sous forme liquide (gaz liquéfié).

Au contact avec l'air, il peut former des peroxydes à l'origine d'une polymérisation explosive.

Le chlorure de vinyle commence à se décomposer vers 450 °C avec formation de petites quantités d'acétylène ; le processus s'accélère au-delà de 525 °C, libérant également du chlorure d'hydrogène, du vinylacétylène et du chloroprène.

Il réagit avec le cuivre, l'aluminium et ses alliages. En présence d'humidité, il peut corroder le fer ou l'acier.

VLEP et mesurages

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle (VLEP)

[8]

Des VLEP dans l'air des lieux de travail ont été établies pour le chlorure de vinyle.

Substance	Pays	VLEP 8h (ppm)	VLEP 8h (mg/m ³)
Chlorure de vinyle	France (VLEP réglementaire contraignante - 2006)	1	2,59
Chlorure de vinyle	Union européenne (2017)	1	2,6

Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle

- Prélèvement au travers d'un ou de deux tube(s) rempli(s) de charbon actif. Désorption au sulfure de carbone ou à l'aide d'un mélange de diméthylacétamide et d'eau. Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme en injection liquide ou par espace de tête [9, 10].
- Prélèvement aussi possible au travers d'un tube rempli de tamis moléculaire carboné. Désorption par un mélange de sulfure de carbone avec 1 % de diméthylformamide en présence de sulfate de magnésium. Dosage par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme [11, 12].
- D'autres méthodes sont proposées et pourraient être utilisées après consolidation des données de validation. Parmi ces méthodes, on peut citer le prélèvement par pompage de la substance sur un adsorbant ou par diffusion de l'air, suivi par une désorption thermique et une analyse par chromatographie gazeuse [13, 14].
- L'utilisation d'appareils à réponse instantanée équipés d'un tube colorimétrique Gastec (Chlorure de vinyle n°131L, n°131LB) ou Draeger (Chlorure de vinyle 0,5/b) est possible pour une première approche, mais n'assure ni la sélectivité ni la précision nécessaires à la comparaison aux valeurs limites d'exposition professionnelle.

Incendie - Explosion

[1, 15 à 17]

Le chlorure de vinyle est un gaz extrêmement inflammable (point d'éclair en coupelle fermée : - 78 °C) qui peut former des mélanges explosifs avec l'air dans des limites de concentration allant de 3,6 à 33 % en volume. Il est également susceptible de provoquer des incendies et des explosions notamment sous l'action de la chaleur ou par contact avec de nombreuses substances, en particulier les métaux (voir "Propriétés chimiques").

En cas d'incendie :

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

De façon générale, l'eau peut être utilisée sous forme pulvérisée ou sous forme de brouillard pour éteindre un feu largement développé ou pour refroidir les récipients exposés au feu. Le dioxyde de carbone en tant qu'agent extincteur est inadapté. Les poudres sèches et les mousses peuvent quant à elles être utilisées seulement si on est certain de pouvoir stopper l'émission de gaz. Dans le cas contraire, il est préférable d'éloigner de la flamme, tout élément combustible et de laisser brûler.

En raison de la toxicité du chlorure de vinyle et des fumées émises lors de sa décomposition (chlorure d'hydrogène, oxydes de carbone, phosgène), les personnes chargées de la lutte contre l'incendie seront équipées d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection adaptés.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

[18, 19]

Chez l'animal, le chlorure de vinyle est bien absorbé par voies orale et inhalatoire et est distribué largement dans l'organisme. Il est rapidement métabolisé au niveau hépatique en métabolites réactifs responsables de la toxicité, éliminés principalement dans les urines. A forte dose, le chlorure de vinyle non métabolisé est excrété dans l'air expiré. Le passage transplacentaire du chlorure de vinyle ou de ses métabolites est possible. Chez l'Homme, les données sont plus limitées mais le métabolisme est identique, de même que l'élimination, principalement urinaire mais aussi inhalatoire.

Chez l'animal

Absorption

Chez le rat, le chlorure de vinyle est rapidement et complètement absorbé après exposition orale (le pic sanguin est observé 10 à 20 minutes après exposition) ou inhalatoire. L'absorption cutanée est faible ; chez le singe, elle est estimée à 0,031 % d'une dose de 800 ppm après 2 heures d'exposition.

Distribution

Les études animales indiquent que la distribution est vaste et rapide, cependant le stockage corporel est limité à cause d'une métabolisation et d'une excrétion rapides. Le chlorure de vinyle et/ou ses métabolites sont retrouvés dans le foie, les reins, la rate, la peau et le cerveau, sans que la concentration tissulaire n'augmente après des expositions répétées. Ils passent la barrière placentaire.

Métabolisme

Les voies impliquées dans le métabolisme du chlorure de vinyle sont identiques quelle que soit la voie d'exposition ou l'espèce (voir Fig. 1). Il est oxydé, dans le foie, par les oxydases à cytochrome P450 en un intermédiaire réactif, l'oxyde de 2-chloroéthylène, qui se réarrange spontanément en 2-chloroacétaldéhyde. Ces métabolites réactifs, responsables de la toxicité par fixation aux macromolécules, sont conjugués au glutathion et excrétés.

Le métabolisme est un processus saturable (fonction de la dose). Chez le rat, il suit une cinétique du 1^{er} ordre avec saturation enzymatique à environ 100 ppm par inhalation ou entre 1 et 100 mg/kg/j par voie orale.

Excrétion

Le chlorure de vinyle est excrété essentiellement dans l'urine après exposition orale ou inhalatoire à faible concentration. Quand la dose augmente, le métabolisme est saturé et le chlorure de vinyle non métabolisé est excrété dans l'air expiré (voir Tableau 1). Après exposition cutanée, le singe excrète dans l'air expiré la faible quantité de chlorure de vinyle absorbée.

Voie d'excrétion	Dose orale		Concentration inhalée (pendant 6 heures)	
	1 mg/kg	100 mg/kg	10 ppm	1000 ppm
Air expiré - Chlorure de vinyle - CO ₂	2,1 % 13,3 %	66,6 % 2,5 %	1,6 % 12,1 %	12,3 % 12,3 %
Demi-vie d'élimination pulmonaire	53 min	14,4 min et 40,8 min	20,4 min	22,4 min
Urine	59,3 %	10,8 %	68 %	56,3 %
Demi-vie d'élimination urinaire	Biphasique : 1 - env. 4,6 heures (97 % de la dose) 2 - variable selon l'animal			
Fèces	2,2 %	0,5 %	4,4 %	4,2 %
Carcasse et tissus	11,1 %	1,8 %	13,8 %	14,5 %

Tableau 1. Excrétion du chlorure de vinyle et/ou de ses métabolites chez le rat [20]

Chez l'homme

La rétention du chlorure de vinyle est de 42 % quelle que soit la concentration inhalée (2,9 à 23,5 ppm) ; sa distribution dans le corps humain n'a pas été étudiée. Il est métabolisé de manière identique à l'animal (voir Fig. 1). Une exposition par inhalation, à faible concentration, est suivie d'une faible élimination dans l'air expiré et une forte élimination urinaire ; il n'y a pas de donnée sur l'excrétion après exposition orale ou cutanée. Trois métabolites sont excrétés dans l'urine, dont deux identifiés (voir Fig. 1). Le taux urinaire d'acide thioglycolique est corrélé avec la concentration de chlorure de vinyle dans l'air au-delà de 5 ppm. Cet indicateur fiable seulement pour des valeurs très supérieures à la valeur limite de 1 ppm (VLEP 8h) ne peut donc être conseillé comme élément de la surveillance médicale de l'exposition [21].

Schéma métabolique

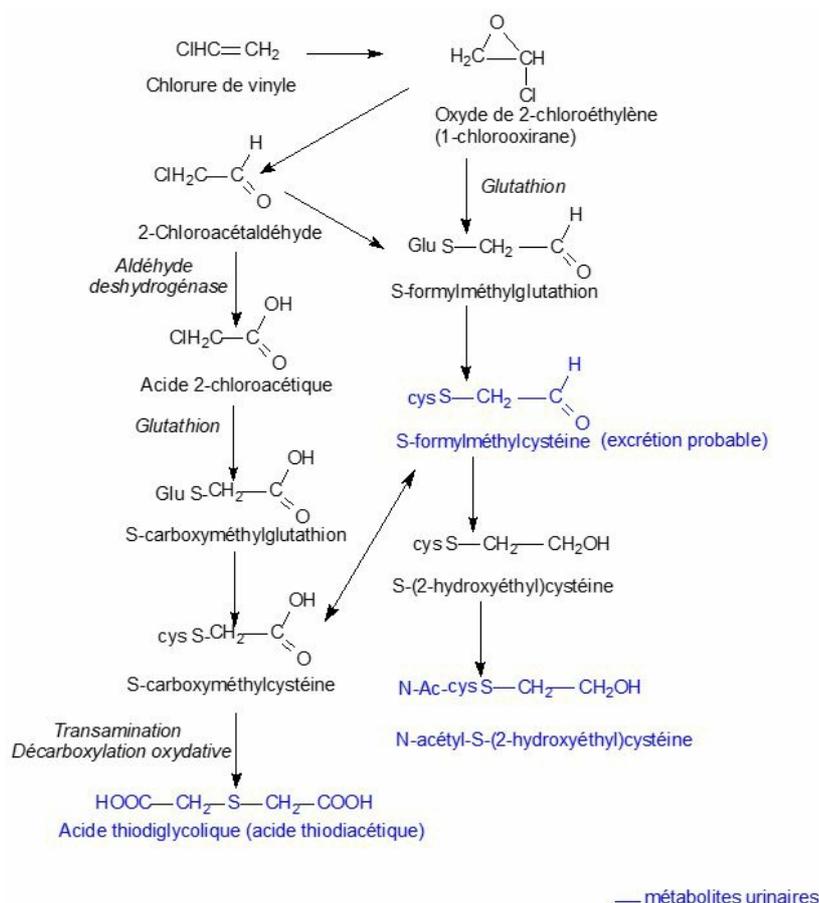


Fig. 1. Métabolisme du chlorure de vinyle [19]

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

[2, 18, 19]

La toxicité aiguë du chlorure de vinyle est faible ; cette substance a essentiellement un effet narcotique.

La DL50 par voie orale chez le rat est supérieure à 4000 mg/kg. La CL50 est de 294 mg/L chez la souris, 390 mg/L chez le rat, 595 mg/L chez le cobaye et 295 mg/L chez le lapin pour une exposition de 2 heures.

Les signes observés chez le rat et la souris sont :

- une incoordination musculaire accompagnée de crampes et de convulsions ;
- une narcose qui fait suite à un état d'hyperexcitabilité ;
- des troubles respiratoires se terminant par une apnée.

Les études histologiques ont mis en évidence des atteintes hépatiques et rénales ; à forte concentration (200 000 ppm, 30 min), le chlorure de vinyle induit une inflammation du tractus respiratoire (hyperémie, œdème et hémorragies pulmonaires) chez le rat, la souris et le cobaye.

Irritation

Une salivation intense et un larmolement sont notés chez les animaux exposés à de fortes concentrations de chlorure de vinyle gazeux (375 - 7000 mg/L). Les effets cutanés, observés lors du contact avec du chlorure de vinyle liquide (érythème, œdème, brûlures), seraient dus à une évaporation rapide au contact avec la peau.

Toxicité subchronique, chronique

[18, 19]

Le chlorure de vinyle, en exposition répétée ou prolongée, est toxique pour le foie et les reins des animaux.

Le foie et les reins sont les principaux organes cibles ; les atteintes hépatiques (nécrose, kystes, altérations cellulaires) et rénales (augmentation de poids, néphrose tubulaire) apparaissent chez plusieurs espèces.

Une exposition chronique à forte concentration (30 000 ppm, 4 h/j, 5 j/sem, 12 mois) agit sur le système nerveux central du rat (ataxie, baisse de la réponse aux stimuli externes, perturbation de l'équilibre), les examens histopathologiques révèlent une dégénérescence de la matière grise et blanche ainsi que du cervelet. La NOAEL est de 5000 ppm, 7 h/j, 5 j/sem, pendant 12 mois.

Voie	Espèce	NOAEL
Inhalation (7 h/j, 6 mois)	Rat	<50 ppm
	Lapin	100 ppm
	Chien, cobaye	200 ppm
Orale (gavage)	Rat	30 mg/kg/j, 6 j/sem, 13 sem 0,13 mg/kg/j, 149 sem

Tableau 2. Doses sans effet observé sur le foie et les reins

Effets génotoxiques

[18, 19]

Le chlorure de vinyle est mutagène dans les tests pratiqués in vitro et in vivo .

Le chlorure de vinyle a fait l'objet de nombreuses études et différents tests se sont révélés positifs ; l'adjonction d'activateurs métaboliques augmente la réponse mutagène.

In vitro

- réponse positive aux tests de mutation sur bactéries, champignons, insectes et cellules de mammifère ;
- induction d'aberrations chromosomiques et d'échanges entre chromatides sœurs dans les cellules de mammifère ;
- mise en évidence de lésions de l'ADN par un test de réparation.

In vivo

- pas d'augmentation de la létalité dominante chez la drosophile, le rat ou la souris ;
- induction d'aberrations chromosomiques dans les cellules de moelle osseuse du hamster ;
- micronoyaux dans les cellules de moelle osseuse de souris ;
- lésion de l'ADN, alkylation et formation d'adduits dans le foie du rat et de la souris.

Les métabolites, oxyde de 2-chloroéthylène et 2-chloroacétaldéhyde, seraient responsables de l'effet génotoxique par l'intermédiaire d'adduits (éthéno-guanine) formés avec l'ADN.

Effets cancérigènes

[18, 19, 22]

Le chlorure de vinyle est cancérigène par inhalation et par ingestion pour plusieurs espèces animales ; il est classé cancérigène pour l'Homme par le CIRC et l'Union européenne (respectivement groupe 1 et catégorie 1A).

Testé par différentes voies d'administration, le chlorure de vinyle a induit des lésions tumorales chez le rat, la souris et le hamster. Différents types de tumeurs ont été retrouvés : tumeurs et angiosarcomes hépatiques (3 espèces), néphroblastomes (rat), neuroblastomes (rat), tumeurs pulmonaires (souris), mélanomes (hamster), tumeurs de la glande de Zymbal (rat) et de la glande mammaire (rat et souris). Les angiosarcomes ont été constatés au niveau du foie, mais aussi d'autres localisations (thymique, intra-abdominale). Ils apparaissent à partir de 5,6 mg/kg/j chez le rat mâle et 17 mg/kg/j chez la femelle ; les nodules néoplasiques hépatiques sont observés à partir de 5,6 mg/kg/j chez le mâle et 1,8 mg/kg/j chez la femelle.

Effets sur la reproduction

[18, 19]

Le chlorure de vinyle ne modifie pas la fertilité et n'est pas tératogène ; cependant, il est fœtotoxique à des doses toxiques pour les mères. L'éthanol augmente ces effets fœtotoxiques.

Espèce	NOAEL parental	NOAEL Fertilité	NOAEL Développement
Souris	50 ppm	> 30 000 ppm, 6 h/j, 5 j	50 ppm, 7 h/j, j 6-15
Rat	500 ppm	≥ 1100 ppm, 6 h/j, 13 sem	500 ppm, 7h/j, j 6-15
Lapin	2500 ppm		2500 ppm, 7 h/j, j 6-18

Tableau 3. Doses sans effet observé sur la reproduction

Fertilité

Des lésions, associées à une baisse du taux de spermatozoïdes, ont été observées dans les tubes séminifères et l'épithélium spermatogène du rat exposé à des concentrations supérieures à 100 ppm (6 h/j, 6 j/sem pendant 12 mois). Cependant, aucun effet n'a été montré sur la fertilité dans une étude sur deux générations exposées à des concentrations allant jusqu'à 1100 ppm.

Développement

L'inhalation de 50 à 2500 ppm de chlorure de vinyle, 7 h/j durant la période d'organogenèse de rats, souris et lapins, n'a pas entraîné d'effet tératogène mais, à forte concentration, la mortalité maternelle et fœtale est importante. Des retards d'ossification sont notés chez le rat et la souris à partir de 500 ppm (voir Tableau 3).

Toxicité sur l'Homme

L'exposition à de fortes concentrations de chlorure de vinyle monomère provoque une dépression du système nerveux central et une irritation cutanée et muqueuse. Lors d'expositions répétées, on observe une atteinte osseuse et vasculaire caractéristique ainsi que des troubles hépatodigestifs. Le chlorure de vinyle entraîne la formation d'angiosarcomes hépatiques. Aucun effet sur la reproduction n'est rapporté.

Toxicité aiguë

[4, 23, 24]

Lors d'inhalation de quantités très importantes, supérieures à 1000 ppm, l'effet principal est une dépression du système nerveux central, parfois précédée d'un état d'euphorie. Sont rapportés : vertiges, désorientation, somnolence et céphalées. Si l'exposition persiste, une perte de connaissance parfois mortelle peut être constatée.

Une irritation modérée du tractus bronchique peut survenir en cas d'exposition à de très fortes concentrations. Quelques lésions de la peau (brûlures du second degré) ainsi que des atteintes cornéennes réversibles ont été constatées après projections de chlorure de vinyle liquéfié. Ces lésions sont vraisemblablement en grande partie liées à une hypothermie provoquée par le contact d'un gaz liquéfié.

Toxicité chronique

[4, 23, 24]

Les troubles provoqués par le chlorure de vinyle ont été bien décrits chez les ouvriers occupés à nettoyer les cuves de polymérisation et soumis à de fortes expositions généralement supérieures à 100 ppm. Une série de symptômes caractéristiques a été nommée par certains « maladie du chlorure de vinyle » et associée :

- somnolence et asthénie ;
- atteinte trophique cutanée et osseuse caractérisée par une destruction des os des doigts ou acroostéolyse (mais l'atteinte d'autres os est possible), un syndrome de Raynaud et une sorte de sclérose cutanée (sclérodermie). Les examens angiographiques peuvent objectiver une atteinte vasculaire de type inflammatoire des artères, artérioles et capillaires ;
- signes digestifs évocateurs d'un ulcère avec des nausées et une anorexie. Il existe fréquemment une hépatite qui est caractérisée par une hépatomégalie puis une cytololyse suivie d'un stade de fibrose ou de cirrhose ; elle peut s'accompagner d'une splénomégalie [25 à 27].

Les anomalies biologiques traduisent une inflammation et des désordres immunologiques : thrombocythémie, augmentation des α -2 globulines et des lymphocytes B, cryoglobulinémie, modification des enzymes hépatiques.

Effets génotoxiques

Dans plusieurs études, on note une augmentation des aberrations chromosomiques dans les lymphocytes de travailleurs exposés au chlorure de vinyle. Ces effets peuvent être liés au niveau d'exposition à la substance [28].

Par ailleurs, on a recherché l'impact du chlorure de vinyle sur des gènes en relation avec le développement de cancers chez l'Homme. Ainsi, dans des populations exposées à des concentrations supérieures à la VME actuelle (1 ppm), on a observé une augmentation de l'expression de l'oncogène K-*ras*-2 [29] et de la teneur sanguine en protéine p53 mutée (p53 suppresseur de tumeurs) [30, 31].

Effets cancérogènes

[22 à 24, 32]

Depuis le milieu des années 1970, le chlorure de vinyle est connu pour provoquer des angiosarcomes hépatiques. De nombreuses études épidémiologiques ont recherché s'il existait d'autres organes cibles. En 2003, une méta-analyse des études de mortalité par cancer en relation avec l'exposition au chlorure de vinyle a été publiée [33]. Elle montre une augmentation significative des tumeurs hépatiques (angiosarcomes, mais aussi des sarcomes). Dans sa dernière évaluation le CIRC indique qu'il existe des preuves d'une élévation plus importante du risque de tumeurs hépatiques chez des sujets exposés au chlorure de vinyle et ayant des antécédents d'hépatite virale ou une consommation chronique d'alcool.

Il n'y a pas d'augmentation de tumeurs pulmonaires chez les salariés exposés au chlorure de vinyle. Une augmentation de l'incidence des tumeurs pulmonaires malignes a été observée dans une usine de fabrication de PVC (polychlorure de vinyle). Dans ce cas, il existait une coexposition aux poussières de PVC et au chlorure de vinyle [34].

Une étude multicentrique américaine a montré une augmentation significative du risque de tumeurs du tissu conjonctif et des tissus mous. Aucune preuve épidémiologique ne permet de relier l'exposition au chlorure de vinyle et les risques de cancers cérébraux, des tissus lymphatiques, des organes hématopoïétiques ou de mélanomes.

Effets sur la reproduction

Il n'y a pas d'effet néfaste sur la reproduction décrit, dans des études bien conduites, lié à l'exposition au chlorure de vinyle. Des études rétrospectives et prospective de la fin des années 1980 n'ont pas montré d'incidence sur la grossesse de l'exposition des mères au chlorure de vinyle [4, 23].

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : juin 2024.

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 cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction dits CMR, de catégorie 1A ou 1B)

- Articles R. 4412-59 à R. 4412-93 du Code du travail.
- Circulaire DRT du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

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° 2006-133 du 9 février 2006.

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive (UE) 2017/2398 du Parlement européen et du Conseil du 12 décembre 2017 (JOUE du 27/12/2017).

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.

Maladies professionnelles

- Article L. 461-4 du Code de la sécurité sociale : déclaration obligatoire d'emploi à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'inspection du travail ; tableaux n° 52 et 52 bis.

Suivi Individuel Renforcé (SIR)

- Article R. 4624-23 du Code du travail.

Surveillance post-exposition ou post-professionnelle

- Article D. 461-23 du Code de la sécurité sociale.
- Article L. 4624-2-1 du Code du travail.

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.
- Salariés sous contrat de travail à durée déterminée et salariés temporaires : articles D. 4154-1 à D. 4154-4, R. 4154-5 et D. 4154-6 du Code du travail.

Entreprises extérieures

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

Classification et étiquetage

a) **substance** chlorure de vinyle

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOUE 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 du chlorure de vinyle figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- Gaz inflammables, catégorie 1 ; H220
- Gaz sous pression ; H280 ou H281
- Cancérogénicité, catégorie 1A ; H350

Choix de la mention de danger H280 ou H281 : lorsqu'ils sont mis sur le marché, les gaz doivent être classés comme « gaz sous pression » dans l'un des groupes suivants : « gaz comprimé », « gaz liquéfié », « gaz liquéfié réfrigéré » ou « gaz dissous ». L'affectation dans un groupe dépend de l'état physique dans lequel le gaz est emballé et, par conséquent, doit s'effectuer au cas par cas (Note U).

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 chlorure de vinyle

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Interdiction / Limitations d'emploi

Substance soumise à restriction

Annexe XVII du règlement (CE) n° 1907/2006 (REACH) établissant la liste des substances soumises à restriction ou limitation d'emploi :

- Règlement (UE) n° 552/2009 de la Commission du 22 juin 2009 :
 - point 2 : le chlorure de vinyle ne peut être utilisé comme agent propulseur d'aérosols pour quelque emploi que ce soit (cette restriction figurait déjà dans la directive 76/769/CEE du Conseil du 27 juillet 1976) ;
 - point 28 : substances figurant à l'annexe VI du règlement CLP et classées cancérigènes catégorie 1A ou 1B.

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 et de la très grande inflammabilité du chlorure de vinyle, des mesures strictes de prévention et de protection s'imposent et des exigences particulières sont à respecter lors de son stockage et de sa manipulation.

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.
- 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.
- **Lutte contre l'incendie** : former les opérateurs à la manipulation des moyens de première intervention (extincteurs, robinets d'incendie armés...).
- Former les opérateurs au risque lié aux **atmosphères explosives** (risque ATEX) [15].

Manipulation

- **Réduire** le nombre de contenants (bouteilles notamment) au minimum nécessaire permettant d'assurer le bon fonctionnement du poste de travail.
- **Réduire** le nombre de personnes exposées au chlorure de vinyle.

- **Éviter tout contact** de produit avec **la peau** et **les yeux**. **Éviter l'inhalation de gaz**. Effectuer en **système clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration** du gaz à la source d'émission, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur [35].
- Manipuler les contenants avec soin pour prévenir les chocs et les **protéger** du soleil et des sources de chaleur.
- Lors des déplacements de contenants, privilégier un **dispositif de transport approprié** (type chariot porte-bouteille) muni d'un système d'attache. Le robinet doit être fermé et surmonté de son chapeau de protection s'il existe.
- Utiliser les **bouteilles debout et attachées** afin d'éviter leur chute.
- Fermer le robinet du contenant à chaque arrêt prolongé du poste (un flexible n'est pas conçu pour rester de manière prolongée sous pression).
- Le **flexible** utilisé pour raccorder le contenant doit être adapté au chlorure de vinyle, à la pression et comporter des câbles de retenues correctement fixés. Utiliser des équipements dont les matériaux sont compatibles et résistants au chlorure de vinyle.
- Faire évaluer **annuellement** l'exposition des salariés au chlorure de vinyle présent dans l'air par un **organisme accrédité** et s'assurer du respect de la ou des valeurs limites d'exposition professionnelle réglementaire(s) (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air).
- Procéder à un contrôle fréquent et régulier de la teneur de l'atmosphère en chlorure de vinyle ou mieux, à un contrôle permanent complété par un **système d'alarme automatique**.
- Éviter tout rejet atmosphérique de chlorure de vinyle.
- N'utiliser que des installations technologiquement adaptées, exemptes de matériaux susceptibles de donner lieu à une réaction avec le chlorure de vinyle ; en particulier, exclure le cuivre, l'aluminium et leurs alliages. Utiliser des joints en polytétrafluoroéthylène et des lubrifiants fluorocarbonés.
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité de chlorure de vinyle 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 [36].
- 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 chlorure de vinyle doivent faire l'objet d'un **permis de feu** [37].
- Au besoin, les espaces dans lesquels du chlorure de vinyle est stocké et/ou manipulé doivent faire l'objet d'une **signalisation** [38].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du chlorure de vinyle sans prendre les précautions d'usage [39].

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) [40, 41]. 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 [42 à 45].

- Appareils de protection respiratoire : si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type AX lors de la manipulation de la substance [46].
- Gants : les matériaux préconisés pour un **contact prolongé** sont les suivants : les élastomères fluorés Viton[®] et Viton[®]/Caoutchouc butyle, les matériaux multicouches AlphaTec[®] 02-100 et Silver Shield[®] (PE/EVAL/PE) et le caoutchouc nitrile. Les caoutchoucs naturel, butyle et néoprène ainsi que le polychlorure de vinyle sont à éviter [47 à 49].
- Vêtements de protection : quand leur utilisation est nécessaire (en complément du vêtement de travail), leur choix dépend de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant 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** [50].
- 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 [51].

Déchets

- Dans tous les cas, traiter les déchets, résidus ou bouteilles endommagées dans les conditions autorisées par la réglementation.

Stockage

- Stocker les contenants (bouteilles) de chlorure de vinyle **debout et attachés**, dans des locaux frais (température inférieure à 50 °C) 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...). Dans tous les cas, il conviendra de se conformer aux préconisations du fabricant.
- Le stockage du chlorure de vinyle s'effectue habituellement sous forme de gaz liquéfié ; **l'ogive de la bouteille est de couleur rouge** [52]. Dans tous les cas, il convient de s'assurer auprès du fournisseur de la substance ou du matériau de stockage de la bonne compatibilité entre le matériau envisagé et la substance stockée.
- Ne pas entreposer avec des matières oxydantes, des substances comburantes ou tout produit chimique dangereux.
- Les contenants vides doivent être identifiés et stockés séparément. Ils doivent être évacués régulièrement par le fournisseur.
- **Fermer soigneusement** les contenants et ne pas laisser les flexibles sous pression. Surmonter le robinet de son chapeau de protection s'il existe.
- Mettre le matériel **électrique** et **non-électrique**, y compris l'**éclairage** et la **ventilation**, en conformité avec la réglementation concernant les atmosphères explosives.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.

En cas d'urgence

- En cas de **fuite non enflammée**, fermer l'arrivée du gaz. Si la fuite ne peut pas être stoppée, interdire l'approche pour éviter tout risque d'inflammation (matériel électrique, feu nu...). Dans tous les cas, aérer la zone et faire évacuer le personnel en évitant la génération de sources d'inflammation.
- En cas de **fuite enflammée**, fermer l'arrivée du gaz si l'accès au robinet peut se faire sans risque. Si la fuite ne peut pas être stoppée, laisser brûler en refroidissant les bouteilles et les installations voisines exposées au feu à l'aide d'eau pulvérisée.
- Si des bouteilles de chlorure de vinyle sont **exposées à un incendie** (sans que le chlorure de vinyle ne brûle lui-même), refroidir les contenants à l'aide d'eau pulvérisée depuis une zone protégée.
- En cas de **d'échauffement apparent d'une bouteille**, ne pas s'en approcher et arroser abondamment la bouteille avec de l'eau pulvérisée depuis une zone protégée.
- Prévoir les moyens de première intervention appropriés pour lutter contre l'incendie à proximité immédiate du dépôt.
- 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 **rinçage-œil** et de **douches de sécurité** [53].
- 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 initiales et périodiques**
 - Rechercher particulièrement lors de l'interrogatoire et l'examen clinique, des antécédents de pathologies hépato-digestives, neurologiques, cutanées, ou respiratoires chroniques, des signes d'atteintes trophiques cutanées et osseuses, des troubles angioneurotiques des doigts et des orteils, des signes hépato-digestifs (hépatomégalie, splénomégalie, anorexie, etc.), des symptômes évocateurs d'une atteinte neurologique (syndromes ébrieux ou narcotique) ainsi que des signes d'irritation des muqueuses oculaire et respiratoire.
 - La fréquence des examens médicaux et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (bilan hépatique, NFS, plaquettes, échographie abdominale, angiographie, etc.) 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 vapeurs ou des aérosols de chlorure de vinyle.
- **Surveillances post-exposition et post-professionnelle**
 - En l'absence de recommandations de bonne pratique concernant la surveillance post-exposition ou post-professionnelle des travailleurs ayant été exposés à cette substance, le médecin considèrera le profil toxicologique de la substance, en particulier sa cancérogénicité hépatique, les scénarios d'exposition, l'état de santé et l'âge des travailleurs concernés.

Conduites à tenir en cas d'urgence

- **En cas de contact cutané**, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Si une irritation apparaît ou si la contamination est étendue ou prolongée, consulter un médecin.
- **En cas de projection oculaire**, 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. Si une irritation oculaire apparaît, consulter un ophtalmologiste et le cas échéant lui signaler le port de lentilles.
- **En cas d'inhalation**, appeler rapidement un centre antipoison. 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. 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 la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes). En cas de symptômes, consulter rapidement un médecin.

Bibliographie

- 1 | Vinyl Chloride. In : Gestis Substance Database on hazardous substance. IFA (<https://gestis-database.dguv.de/>).
- 2 | Vinyl Chloride. In : Registration dossier, ECHA (<https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals>).
- 3 | Vinyl Chloride. In : PubChem. US NLM (<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- 4 | Vinyl Chloride. In : Documentation of the TLVs® and BEIs® with worldwide occupational exposure values. Cincinnati : ACGIH, CD-ROM, 2023.
- 5 | Valeurs toxicologiques de référence pour le chlorure de vinyle. Rapport d'expertise collective. Anses, 2012 (<https://www.anses.fr/fr>).
- 6 | Chlorure de vinyle. Fiche de données toxicologiques et environnementales. INERIS, 2010 (<https://substances.ineris.fr>).
- 7 | Chlorure de vinyle. In : Répertoire Toxicologique. CNESST (<https://reptox.cnesst.gouv.qc.ca/Pages/repertoire-toxicologique.aspx>).
- 8 | Chlorure de vinyle monomère. In : Base de données « Valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) – Substances chimiques ». INRS (<https://www.inrs.fr/publications/bdd/vlep.html>).
- 9 | Vinyl Chloride. Method 1007. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 1994 (<https://www.cdc.gov/niosh/nmam/>).
- 10 | Method for determination of vinyl chloride. In : Air monitoring methods, Volume 4, 194-210, 18 p. DGUV, 1992 (<https://doi.org/10.1002/3527600418.am7501e0004>).
- 11 | Vinyl Chloride. Method 75. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA, 1989 (<https://www.osha.gov/chemicaldata/sampling-analytical-methods>).
- 12 | Qualité de l'air des lieux de travail. Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse. Partie 1 : Méthode d'échantillonnage par pompage. Norme française homologuée NF EN ISO 16200-1.
- 13 | Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail. Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. Échantillonnage par pompage. Norme française homologuée NF EN ISO 16017-1.
- 14 | Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail. Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire. Échantillonnage par diffusion. Norme française homologuée NF EN ISO 16017-2.
- 15 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 16 | Évaluation du risque incendie dans l'entreprise. Guide méthodologique ED 970. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 17 | Les extincteurs d'incendie portatifs, mobiles et fixes. Brochure ED 6054. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 18 | Vinyl chloride. OECD SIDS Initial assessment report. UNEP publications. OECD, 2001 (<https://hvpchemicals.oecd.org/ui/Search.aspx>).
- 19 | Toxicological profile for vinyl chloride draft for public comment. September 2004. (<https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiledocs/index.html>).
- 20 | Vinyl chloride. Environmental Health Criteria 215. International Programme on Chemical Safety (IPCS) ; 1999, 350 p. (<https://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc215.htm>).

- 21 | Cheng TJ, Huang YF, Ma YC - Urinary thiodiglycolic acid levels for vinyl chloride monomer-exposed polyvinyl chloride workers. *J Occup Environ Med.* 2001 ; 43 (11) : 934-938.
- 22 | Vinyl chloride. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol 97. Lyon : IARC ; 2008 : 311-443 ; 510 p. (<https://monographs.iarc.who.int/monographs-available/>).
- 23 | Vinyl chloride SIDS. Screening Information Data Set for High Production Volume Chemicals ; 2004, 244 p.
- 24 | Bolt HM-Vinyl chloride-a classical industrial toxicant of new interest. *Crit Rev Toxicol.* 2005 ; 35 (4) : 307-323.
- 25 | Maroni M, Fanetti AC - Liver function assessment in workers exposed to vinyl chloride. *IntArch Occup Environ Health.* 2006 ; 79 (1) : 57-65.
- 26 | Hsiao TJ et al. - Liver fibrosis in asymptomatic polyvinyl chloride workers. *J Occup Environ Med.* 2004 ; 46 (9) : 962-966.
- 27 | Maroni M et al. - Periportal fibrosis and other liver ultrasonography findings in vinyl chloride workers. *Occup Environ Med.* 2003 ; 60 (1) : 60-65.
- 28 | Lei YC et al. - DNA single strand breaks in peripheral lymphocytes associated with urinary thiodiglycolic acid levels in polyvinyl chloride workers. *Mutat Res.* 2004 ; 561 (1-2) : 119-126.
- 29 | Weihrauch Metal.-High prevalence of K-ras-2 mutations in hepatocellular carcinomas in workers exposed to vinyl chloride. *IntArch Occup Environ Health.* 2001 ; 74 : 405-410.
- 30 | Luo JJ et al. - Plasma p53 protein and anti-p53 antibody expression in vinyl chloride monomer workers in Taiwan. *J Occup Environ Med.* 1999 ; 41,6 :521-526.
- 31 | Mocci F, Nettuno M- Plasma mutant-p53 protein and anti-p53 antibody as a marker : an experience in vinyl chloride workers in Italy. *J Occup Environ Med.* 2006 ; 48 (2) : 158-164.
- 32 | Swaen G, Duijts S - Epidemiologic evidence for the carcinogenicity of vinyl chloride monomer. *Scand J Work Environ Health.* 2005 ; 31 (3) : 233235.
- 33 | Boffetta P et al. - Meta-analysis of studies of occupational exposure to vinyl chloride in relation to cancer mortality. *Scand J Work Environ Health.* 2003 ; 29 (3) : 220-229.
- 34 | Mastrangelo G et al. - Lung cancer risk in workers exposed to poly(vinyl chloride) dust : a nested case-referent study. *Occup Environ Med.* 2003 ; 60 (6) : 423-428.
- 35 | Principes généraux de ventilation. Guide pratique de ventilation ED 695. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 36 | Phénomènes électrostatiques. Brochure ED 6354. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 37 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 38 | Signalisation de santé et de sécurité au travail - Réglementation. Brochure ED 6293. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 39 | 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).
- 40 | 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>).
- 41 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 42 | 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>).
- 43 | 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>).
- 44 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique. Dépliant ED 6168. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 45 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants réutilisables. Dépliant ED 6169. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 46 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 47 | Des gants contre le risque chimique. Fiche pratique de sécurité ED 112. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 48 | 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.
- 49 | Chloroéthylène. In : ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>).
- 50 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 51 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 52 | Les bouteilles de gaz : identification, prévention lors du stockage et de l'utilisation. Brochure ED 6369. INRS (<https://www.inrs.fr>).
- 53 | 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	1983
2 ^e édition (mise à jour partielle)	2000
<ul style="list-style-type: none"> ■ Etiquette ■ Réglementation 	
3 ^e édition (mise à jour complète)	2007

4 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none">■ Etiquette■ Valeurs limites d'exposition professionnelle■ Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle■ Toxicité sur l'Homme : effets cancérogènes■ Réglementation■ Recommandations médicales■ Bibliographie	2011
5 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none">■ Usage■ Propriétés chimiques■ Valeurs limites d'exposition professionnelle■ Méthodes d'évaluation de l'exposition professionnelle■ Incendie - Explosion■ Réglementation■ Recommandations techniques et médicales■ Bibliographie	Juin 2024