

Chlore

Fiche toxicologique n°51

Généralités

Edition _____ Janvier 2018

Formule :

Cl₂

Substance(s)

Formule Chimique	Détails	
Cl ₂	Nom	Chlore
	Numéro CAS	7782-50-5
	Numéro CE	231-959-5
	Numéro index	017-001-00-7

Etiquette



CHLORE

Danger

- H270 - Peut provoquer ou aggraver un incendie ; comburant
- H315 - Provoque une irritation cutanée
- H319 - Provoque une sévère irritation des yeux
- H331 - Toxique par inhalation
- H335 - Peut irriter les voies respiratoires
- H400 - Très toxique pour les organismes aquatiques

Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.
231-959-5

Selon l'annexe VI du règlement CLP

ATTENTION : pour la mention de danger H331, se reporter à la section "Réglementation".

Caractéristiques

Utilisations

- Matière première pour la synthèse de nombreux composés organiques et minéraux.
- Agent de blanchiment en papeterie.
- Agent de désinfection et de stérilisation (traitement des eaux).

Le chlore est également susceptible de se dégager lors d'opérations industrielles telles que l'oxydation du chlorure d'hydrogène ou la pyrolyse de composés chlorés.

Propriétés physiques

[1 à 7]

À température ambiante et pression atmosphérique, le chlore est un gaz de couleur jaune verdâtre, plus lourd que l'air, d'odeur piquante et suffocante, perceptible à moins de 1 ppm. Il est vendu liquéfié sous sa propre pression de vapeur saturante.

Le chlore est faiblement soluble dans l'eau (0,7 g/100 mL à 20 °C).

Le point triple du chlore est de -101 °C à 1,4 kPa.

La masse volumique du liquide est de 1,405 g/cm³ à 20 °C et 569 kPa (pression saturante).

Nom Substance	Détails	
Chlore	N° CAS	7782-50-5
	Etat Physique	Gaz
	Masse molaire	70,91
	Point de fusion	-101 °C
	Point d'ébullition	-34 °C
	Densité gaz / vapeur	2,49
	Pression de vapeur	569 kPa à 20 °C 1 340 kPa à 50 °C
	Point critique	144 °C à 7 710 kPa

À 25°C et 101 kPa, 1 ppm = 3 mg/m³

Propriétés chimiques

[1 à 7]

Le chlore est un produit oxydant très réactif. Il réagit avec l'eau ou en présence d'humidité, avec formation des acides chlorhydrique et hypochloreux.

Les mélanges de chlore avec l'hydrogène, l'acétylène, l'éthane, l'éthylène et l'ammoniac peuvent exploser sous l'action d'une étincelle, de la lumière ou de certains catalyseurs.

Le produit réagit violemment (jusqu'à l'inflammation et l'explosion) avec de nombreux composés organiques, ainsi qu'avec le phosphore, l'arsenic, l'antimoine et les métaux finement divisés.

Il existe également un risque d'inflammation violente lorsqu'il est en contact avec les graisses, les huiles et les silicones.

À température inférieure à 120 °C, le chlore anhydre n'agit pas sur les métaux et les alliages courants (il attaque en revanche le titane qui s'enflamme spontanément).

Le chlore humide corrode la plupart des métaux dès la température ambiante (à l'exception du titane et du tantale).

Récipients de stockage

Le stockage du chlore liquéfié s'effectue généralement dans des récipients en acier. Le chlorure de polyvinyle (à basse pression et basse température) et les polymères fluorés (à haute température) peuvent également être utilisés.

Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites d'exposition professionnelle **réglementaires contraignantes** dans l'air des lieux de travail ont été établies en France pour le chlore (article R. 4412-149 du Code du travail)

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m ³)	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m ³)
Chlore	France (VLEP réglementaire contraignante - 2007)	-	-	0,5	1,5
Chlore	Union européenne	-	-	0,5	1,5
Chlore	États-Unis (ACGIH)	0,5	1,5	1	2,9
Chlore	Allemagne (Valeurs MAK)	0,5	1,5	-	-

Méthodes de détection et de détermination dans l'air

- Prélèvement des vapeurs de chlore par pompage de l'air au-travers d'un filtre membrane en argent associé à un préfiltre en polymère fluoré (PTFE) pour retenir les chlorures particulaires. Désorption du filtre par une solution de thiosulfate de sodium et dosage des ions chlorures par chromatographie ionique avec détection conductimétrique [8].
- Prélèvement des vapeurs de chlore par barbotage de l'air dans une solution d'acide sulfamique, après passage sur un préfiltre en PTFE pour retenir les chlorures particulaires. Réaction d'une aliquote de la solution sulfamique avec de l'iodure de potassium et dosage de l'iode formé à l'aide d'une électrode spécifique [9].

Incendie - Explosion

Le chlore, bien qu'ininflammable, va favoriser l'inflammation des matières combustibles environnantes (graisses notamment) en raison de ses propriétés comburantes. Instable et possédant un fort pouvoir oxydant, il peut être à l'origine de réactions violentes, voire explosives, en présence de nombreux composés organiques ou minéraux (voir partie "propriétés chimiques").

En cas d'incendie où serait impliqué du chlore, faire évacuer rapidement les locaux et combattre le feu avec toutes les précautions requises pour les produits oxydants. On veillera à ce que les agents d'extinction utilisés soient compatibles avec les éléments combustibles présents. Ne laisser intervenir que des personnes spécialisées dotées d'un équipement complet de protection. Refroidir à l'aide d'eau pulvérisée les récipients exposés au feu en évitant le contact direct de l'eau avec le produit.

Pathologie - Toxicologie

Toxicocinétique - Métabolisme

Pas de donnée disponible sur la toxicocinétique du chlore inhalé.

Chez l'animal

Aucune information n'est actuellement disponible sur la toxicocinétique du chlore inhalé. Une étude du devenir de solutions aqueuses de plusieurs composés radiomarqués de chlore (monochloramine, hypochlorite, chlorure de sodium), chez le rat, indique qu'ils sont métabolisés en ions chlorure (Cl⁻). Ces ions sont distribués, par ordre décroissant, dans le plasma, le sang total, les cellules sanguines, les testicules, les reins, le poumon, l'estomac et la moelle osseuse. Aucun des composés n'est totalement éliminé en 72 à 120 h [10].

Mode d'action

[11]

Le chlore possède une forte capacité d'oxydation qui se traduit par une déshydrogénation de l'eau des tissus. Celle-ci provoque une libération d'oxygène naissant, qui produit la plupart des lésions tissulaires, et d'acide chlorhydrique, qui en augmente l'effet. L'acide chlorhydrique est aussi rapidement transformé dans l'organisme en acide hypochloreux (HOCl), qui perméabilise les membranes cellulaires et réagit avec les protéines cellulaires pour former des chloramines. Ces dernières détruisent la structure cellulaire, induisant lésions corrosives et œdèmes.

Toxicité expérimentale

Toxicité aiguë

Le chlore est un irritant sévère des yeux, des voies aériennes supérieures et du tractus respiratoire.

Le chlore est un irritant sévère des yeux, du nez, de la gorge et du tractus respiratoire.

La CL50 est de 414 ppm chez le rat, 256 ppm chez la souris et 650 ppm chez le chien pour une inhalation de 30 min [10]. Les animaux meurent essentiellement entre le 5^e et le 30^e jour [12].

Une exposition à des concentrations non létales de chlore entraîne, chez la souris et le rat, une baisse de la prise de poids et une irritation oculaire et respiratoire. Le chlore est un irritant sensoriel capable de stimuler les terminaisons trigéminales de l'œil et des muqueuses du tractus respiratoire, provoquant une baisse de la fréquence respiratoire [13]. La réponse maximale est atteinte en 45 à 60 minutes chez la souris ; elle n'est pas modifiée si l'exposition est prolongée à 120 minutes [14]. La concentration de chlore, induisant une diminution de fréquence respiratoire de 50 % (RD50), est d'environ 10 ppm pour une exposition de 10 minutes chez le rat et la souris [15]. La RD50 est de 3,5 ppm pour une exposition de 60 minutes chez la souris [14]. Après arrêt de l'exposition, la récupération est rapide. Les vérifications effectuées 30 minutes après des expositions allant jusqu'à 5 ppm, et 24 heures après une exposition à 8,8 ppm, indiquent une récupération totale [14]. Une tolérance à l'irritation respiratoire est induite chez le rat par une préexposition de 1 à 10 jours au chlore ; elle est fonction de la dose et du temps de prétraitement. Une tolérance croisée a été montrée avec d'autres irritants respiratoires, notamment le formaldéhyde [15].

Des rats et des souris, exposés à des concentrations équivalentes à la RD50 (environ 10 ppm, 6 h/j, pendant 1 à 5 jours), présentent des inflammations des voies respiratoires supérieures et inférieures. Elles sont bilatérales et touchent surtout l'épithélium olfactif et respiratoire des fosses nasales. L'altération la plus importante est une érosion et une ulcération, partielle à totale, des cellules sensorielles olfactives. Les lésions histologiques dégénératives et inflammatoires sont principalement localisées au niveau de l'épithélium, des cornets nasaux et maxillaires, avec une perte des cellules ciliées à ce niveau. Les modifications sont moins sévères au niveau du larynx, de la trachée et des poumons [16].

Toxicité subchronique, chronique

Les expositions répétées sont à l'origine de lésions inflammatoires des voies respiratoires.

L'exposition répétée au chlore induit une aggravation de l'inflammation des voies respiratoires qui est fonction de l'espèce, du sexe et de la dose.

Une exposition subchronique entraîne chez le rat (1 et 3 ppm, 6 h/j, 5 j/sem, pendant 6 semaines) une extension de l'inflammation à la sous-muqueuse de la trachée, aux bronchioles et aux conduits alvéolaires ; une exposition à 9 ppm induit une érosion de l'épithélium de la muqueuse nasale, accompagnée d'une hyperplasie épithéliale dans la trachée, les bronchioles et les conduits alvéolaires. Les alvéoles contiennent un taux plus important de sécrétions et de macrophages. L'augmentation de quelques paramètres biologiques est notée : hémocrite et nombre des globules blancs, activité de certaines enzymes sériques révélant des modifications hépatiques, taux sanguin d'urée et densité urinaire avec quelques signes histologiques de lésion dégénérative dans les tubes rénaux proximaux [10].

Des rats et des souris exposés pendant 2 ans (0,4 - 1 - 2,5 ppm, 6 h/j, 5 j/sem) présentent une baisse de la prise de poids sans modification du temps de survie. Aucun effet n'est observé sur le poids du cerveau, du foie ou des reins, sur les paramètres hématologiques ou cliniques, ou au niveau macroscopique. Les lésions histologiques dégénératives et inflammatoires sont restreintes aux fosses nasales. Les lésions nasales présentent un gradient de sévérité décroissant du rostre nasal au naso-pharynx ; leur sévérité et/ou leur incidence n'est pas toujours fonction de la concentration. Les souris mâles et les rats femelles sont les plus sensibles. Les souris femelles présentent en outre une réponse inflammatoire de l'appareil reproducteur (augmentation dose-dépendante du taux d'abcès ovariens et d'inflammation utérine) [17].

Les rats, du fait de leur respiration uniquement nasale, sont plus sensibles à l'effet irritant du chlore que les singes. Des singes Rhésus ont été exposés au chlore pendant 1 an (0,1 - 0,5 - 2,3 ppm, 6 h/j, 5 j/sem). À la concentration de 2,3 ppm, on note chez certains animaux une irritation de la conjonctive ainsi que des lésions focales modérées de l'épithélium des fosses nasales et de la trachée (hyperplasie épithéliale, perte des cellules ciliées). Des effets limités à la muqueuse nasale sont observés aux concentrations inférieures [30].

Effets génotoxiques

Les données limitées de génotoxicité sont négatives mais ne permettent pas de conclusions définitives.

Effets cancérogènes

Les données limitées de cancérogénicité sont négatives mais ne permettent pas de conclusions définitives.

L'exposition 6 h/j, 5 j/sem, pendant 2 ans à 0,4, 1 ou 2,5 ppm de chlore (99,7 % de pureté) n'induit pas l'apparition de néoplasme chez la souris ou le rat, mâle ou femelle [17].

Effets sur la reproduction

Les données limitées de reprotoxicité sont négatives mais ne permettent pas de conclusions définitives.

La seule étude menée par inhalation est très ancienne. Des lapins ont été exposés à 0,7 ou 1,7 ppm pendant 9 mois ; des fœtus en cours de résorption ont été observés chez 2 animaux sur 6. Cette étude a été effectuée sur un nombre d'animaux trop restreint pour pouvoir conclure [18].

Toxicité sur l'Homme

Comme chez l'animal, les intoxications aiguës se traduisent par des irritations des muqueuses du tractus respiratoire et des yeux. Des séquelles broncho-pulmonaires sont possibles après une exposition à de fortes concentrations. Les expositions répétées sont à l'origine d'affections cutanées, d'irritations des muqueuses oculaires et de bronchites chroniques. Le chlore n'est pas considéré comme cancérogène chez l'homme.

Toxicité aiguë

[19, 21 à 24, 26]

Les expositions à de faibles doses (< 15 ppm) entraînent une irritation des muqueuses nasale, oculaire et pharyngée sans conséquence clinique.

Des concentrations supérieures (> 30 ppm) entraînent immédiatement des sensations de brûlure et des douleurs au niveau des muqueuses oculaires (larmolements), des voies respiratoires (toux, rhinorrhée) et buccales (hypersialorrhée). Il s'y associe des signes généraux comme une sensation de suffocation avec anxiété, une douleur ou brûlure rétrosternale, des céphalées et des douleurs abdominales avec nausées et vomissements.

Dans les cas sévères, on observe une détresse respiratoire, une cyanose et des crachats hémoptoïques. La survenue d'un bronchospasme réactionnel est possible.

En cas d'exposition plus importante, la complication principale est l'œdème aigu du poumon, parfois immédiat, classiquement retardé. Des complications infectieuses : broncho-pneumonie, abcès du poumon, peuvent survenir.

Après traitement approprié, l'évolution favorable peut être sans séquelles. Il persiste cependant la plupart du temps des anomalies fonctionnelles respiratoires associant une diminution de la capacité vitale et de la capacité de diffusion. Des broncho-pneumopathies chroniques obstructives, une fibrose ou de l'asthme ont été également décrits à la suite d'accidents.

On estime que la concentration létale minimale, chez l'homme, s'élève à 430 ppm pour une exposition dépassant 30 min, et une exposition à 1 000 ppm est rapidement fatale.

Toxicité chronique

[20, 24]

L'exposition prolongée au chlore induit essentiellement des effets liés à ses propriétés irritantes. Il s'agit d'acné chlorée, de conjonctivite, kératite et blépharite, d'érosion de l'émail et de la dentine (rôle de l'acide chlorhydrique), d'anorexie, de pyrosis, nausées et vomissements. On peut également observer des troubles généraux : amaigrissement, anémie, céphalées et vertiges. Les effets les plus importants surviennent au niveau pulmonaire avec des signes respiratoires à type de bronchite chronique.

Effets cancérogènes

Le chlore n'est pas actuellement considéré comme un cancérogène professionnel.

Son utilisation comme désinfectant de l'eau de boisson entraîne la formation de dérivés comme les trihalométhanes, qui sont potentiellement cancérogènes. En 1991, le CIRC a classé les eaux de boisson chlorées dans le groupe 3 (agent qui ne peut être classé du point de vue de sa cancérogénicité pour l'homme) [29].

Depuis 1992, certaines publications indiquent une association entre l'utilisation d'eaux chlorées et certains cancers (rectum, vessie) [25, 27, 28].

Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Janvier 2018

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 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 (Européennes)

- Directive 2006/15/CE de la Commission du 7 février 2006 (JOCE du 9 février 2006).

Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Article R. 4412-149 du Code du travail : Décret n° 2007-1539 du 26 octobre 2007.

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.

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.

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.

Classification et étiquetage

a) **substance** chlore :

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 chlore figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié (règlement (CE) n° 758/2013 du 7 août 2013)
 - Gaz sous pression
 - Gaz comburants, catégorie 1 ; H270
 - Irritation cutanée, catégorie 2 ; H315
 - Irritation oculaire, catégorie 2 ; H319
 - Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 3 (*) ; H331
 - Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires ; H335
 - Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ; H400

(*) Cette classification est considérée comme une classification minimum ; 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 minimum.

Certains industriels proposent, pour le chlore, l'auto-classification complémentaire suivante : Gaz comprimé ; H280 "Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur" (<http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>).

b) **mélanges** (préparations) contenant du chlore :

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

Interdiction / Limitations d'emploi

Produits biocides

Ils sont soumis à la réglementation biocides (article L. 522-1 et suivants du Code de l'environnement). Le chlore est utilisé comme substance active de produits biocides dans les catégories « désinfectants » (type de produits (TP) 2 et 5) et « produits de protection » (TP 11) selon le règlement 528/212/UE. Le chlore a été approuvé en tant que substance active biocide destinée à être utilisée dans les produits biocides TP 2 et TP 5 conformément au règlement d'exécution (UE) 2017/1275 de la commission du 14 juillet 2017. Une évaluation du chlore est en cours au niveau européen pour l'usage « produits de protection » (TP 11) (l'Italie étant l'état membre rapporteur). En conséquence, l'utilisation des produits biocides (usage TP 11) renfermant du chlore est soumise aux obligations prévues pendant cette période transitoire.

Pour plus d'informations sur les produits biocides, consulter l'ANSES (www.helpdesk-biocides.fr).

Protection de la population

- Article L. 1342.2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73, articles R. 1342-1 à R. 1342-12 du Code de la santé publique :
 - détention dans des conditions déterminées (article R. 5132-66) ;
 - étiquetage (cf. Classification et étiquetage) ;
 - cession réglementée (articles R. 5132-58 et R. 5132-59).

Protection de l'environnement

Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) : Les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE. Pour savoir si une installation est concernée, se référer à la nomenclature ICPE en vigueur ; le ministère chargé de l'environnement édite une brochure téléchargeable et mise à jour à chaque modification (www.installationsclassées.developpement-durable.gouv.fr/La-nomenclature-des-installations.html). Pour plus d'information, consulter le ministère ou 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 autre à l'Accord européen relatif au transport international des marchandises dangereuses par route (dit " Accord ADR ") en vigueur au 1er janvier 2011 (www.developpement-durable.gouv.fr/-Transport-des-marchandises-.html). Pour plus d'information, consulter les services du ministère chargé du transport.

Recommandations

Au point de vue technique

Stockage

- Stocker le chlore à l'air libre ou dans des locaux spéciaux, secs et frais, à l'abri de l'humidité et de toute source de chaleur et à l'écart des matières combustibles et des autres produits chimiques. Le sol de ces locaux sera imperméable et disposé de façon à constituer une cuvette de rétention.
- Prévoir une surveillance continue du dépôt (ou un système de détection du chlore relié à une alarme), ainsi qu'un dispositif d'aspiration du gaz aussitôt mis en service en cas de fuite et associé à une installation d'absorption.
- Prévoir un équipement électrique anticorrosion.
- Inspecter régulièrement l'état et la fermeture des récipients qui devront être correctement étiquetés.
- Ne jamais porter le métal des récipients à une température supérieure à 50 °C.
- Prévoir, à proximité et à l'extérieur des locaux, des équipements de protection respiratoire autonomes isolants.

Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où est manipulé le chlore. En outre :

- Instruire le personnel des risques présentés par le chlore, des précautions à observer et des mesures à prendre en cas d'accident. Les procédures spéciales en cas d'accident feront l'objet d'exercices d'entraînement.
- Effectuer en appareil clos ou sous hotte toute opération susceptible de dégager du chlore. Prévoir une aspiration du gaz à sa source d'émission ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certains travaux de courte durée à caractère exceptionnel et pour les interventions d'urgence. Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type B.
- Procéder à des contrôles fréquents et réguliers de la teneur en chlore de l'atmosphère ou, mieux, à un contrôle permanent complété par un système d'alarme automatique.
- Éviter le contact avec la peau et les yeux. Mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection, des gants (en caoutchouc butyle ou en néoprène pour le chlore gazeux, en Viton® pour le chlore sous forme liquide [31]) et des lunettes de sécurité. Ces effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.
- Pour la manutention et l'utilisation des récipients contenant du chlore, se conformer strictement aux indications données par le fabricant et aux prescriptions habituelles concernant les gaz liquéfiés.
- N'utiliser que des installations technologiquement adaptées, exemptes de matériaux susceptibles de réagir avec le chlore. Ne graisser qu'avec des lubrifiants spéciaux (chlorofluorés). Soumettre les installations à un entretien préventif régulier, axé notamment sur l'étanchéité.
- Ne pas procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant, ou ayant contenu, du chlore sans prendre les précautions d'usage [32].
- Éviter les rejets de chlore dans l'environnement.
- En cas de fuite, évacuer le personnel et ne laisser intervenir que des opérateurs entraînés, munis d'un équipement de protection adapté. Ne jamais arroser un récipient qui fuit. Arrêter la fuite et ventiler. Si la fuite ne peut être stoppée, aspirer si possible les émanations vers une installation de neutralisation alcaline (soude) puis réductrice (thiosulfate ou bicarbonate de sodium).
- Dans tous les cas, éliminer les déchets et les bouteilles endommagées dans les conditions prévues par la réglementation.

Au point de vue médical

Suivi médical :

- **Eviter d'affecter** à des postes comportant un risque d'exposition importante les sujets présentant des atteintes chroniques respiratoires..
- **Lors des visites initiales et périodiques**
 - **Examen clinique** : Rechercher particulièrement des signes d'irritations cutanées, oculaires et respiratoires.
 - **Examens complémentaires** : L'examen clinique initial peut être complété par une radiographie pulmonaire et des épreuves fonctionnelles respiratoires (EFR) qui serviront d'examen de référence. La fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires (EFR, ..) 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.

- **Autres :** Déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols de cette substance.

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 immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. 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). Prévenir du risque de survenue d'un œdème pulmonaire lésionnel dans les 48 heures suivant l'exposition.

Bibliographie

- 1 | Chlore. In : L'air liquide, Encyclopédie des gaz. New York : Elsevier ; 1976 : 779-786.
- 2 | Chlorine. In : Kirk-Othmer - Encyclopedia of chemical technology. 5th ed. Vol. 6. New York : Wiley-Interscience ; 2004 : 131-210.
- 3 | Chlorine. SAX's dangerous properties of industrial materials. 11th ed. New-York : Wiley-Interscience ; 2005 : CD-ROM.
- 4 | Chlorine. 2004. In : Documentation of the threshold limit values and biological exposures indices. Cincinnati : ACGIH ; 2014 : CD-ROM.
- 5 | Chlorine. European Union risk assessment report (final approved version). European Chemicals Bureau, December 2007 (www.echa.europa.eu/information-on-chemicals).
- 6 | Chlorine. Fiche IPCS.ICSC 0126, 2015 (www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.html ¹).
- 7 | Chlorine - Chemical safety data sheets. Cambridge : The Royal Society of Chemistry ; 1991, vol. 4a : 133-138.
- 8 | Bromine and chlorine. Method 6011. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 1994 (www.cdc.gov/niosh/nmam)
- 9 | Chlorine in workplace atmospheres. Method ID-101. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA, 1991 (www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html).
- 10 | Report of an expert panel - Interpretive review of potential adverse effects of chlorinated organic chemicals on human health and environment. Chapter 2 : chlorine. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 1994 ; 20, 1, part 2 : S69-S125.
- 11 | Martin D. Barrie et al. - The Halogens. Chlorine, Cl₂. In : Bingham E, Corhssen B (Eds) - Patty's toxicology. 6th edition. Volume 1. Oxford : John Wiley and Sons ; 2012 : 1057-1067.
- 12 | Bitron MD, Aharonson EF - Delayed mortality of mice following inhalation of acute doses of CH₂O, SO₂, Cl₂ and Br₂. *American Industrial Hygiene Association Journal*. 1978 ; 39 (2) : 129-138.
- 13 | Barrow CS et coll. - Comparison of the sensory irritation response in mice to chloride and hydrogen chloride. *Archives of Environmental Health*. 1977 ; 31 : 68-76.
- 14 | Gagnaire F et col. - Comparison of the sensory irritation response in mice to chlorine and nitrogen trichloride. *Journal of Applied Toxicology*. 1994 ; 14 (6) : 405-409.
- 15 | Chang JC, Barrows CS - Sensory irritation tolerance and cross-tolerance in F344 rats exposed to chlorine or formaldehyde gas. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 1984 ; 76 (2) : 319-327.
- 16 | Jiang XZ, Buckley LA, Morgan KT - Pathology of toxic responses to the RD50 concentration of chlorine gas in the nasal passage of rats and mice. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 1983 ; 71 (2) : 225-238.
- 17 | Wolf DC et coll. - Two-year inhalation exposure of female and male B6C3F1 mice and F344 rats to chlorine gas induces lesions confined to the nose. *Fundamental and Applied Toxicology*. 1995 ; 24 (1) : 111-131.
- 18 | Skylanskaya RM, Rapaport IL - Experimented Studien über chronische Vergiftung von Kaninchen mit geringen Chlorkonzentrationen und die Enturktung der Nachkommenschaft der chlorvergifteten Kaninchen. *Naunyn Schmiedeberg's Archiv für Experimentelle Pathologie und Pharmacologie*. 1935 ; 177 : 276-287.
- 19 | Abhyankar A et coll. - Six-month follow-up of fourteen victims with short-term exposure to chlorine gas. *Journal of the Society of Occupational Medicine*. 1989 ; 39 (4) : 131-132.
- 20 | Centerwall BS et coll. - Erosion of dental enamel among competitive swimmers at a gas-chlorinated swimming pool. *American Journal of Epidemiology*. 1986 ; 123 : 641-647.
- 21 | Charan NB et coll. - Effects of accidental chlorine inhalation on pulmonary function. *Western Journal of Medicine*. 1985 ; 143 (3) : 333-336.
- 22 | Fleta J et coll. - Intoxication of 76 children by chlorine gas. *Human Toxicology*. 1986 ; 5 (2) : 99-100.
- 23 | Kennedy SM et coll. - Lung health consequences of reported accidental chlorine gas exposures among pulp mill workers. *American Review of Respiratory Disease*. 1991 ; 143 (1) : 74-79.
- 24 | Lauwerys R - Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 3^e éd. Paris : Masson ; 1992 : 391-393.
- 25 | Mac Geehin MA, Reif JS et coll. - Case-control study of bladder cancer and water disinfection methods in Colorado. *American Journal of Epidemiology*. 1993 ; 138 : 492-501.
- 26 | Moore BB, Sherman MD - Chronic reactive airway disease following acute chlorine gas exposure in asymptomatic atopic patient. *Chest*. 1991 ; 100 (3) : 855-856.
- 27 | Morris RD, Audet AM et coll. - Chlorination, chlorination by-products, and cancer : a meta-analysis. *American Journal of Public Health*. 1992 ; 82 (7) : 955-963.
- 28 | Mughal FH - Chlorination of drinking water and cancer : a review. *Journal of Environmental Pathology Toxicology and Oncology*. 1992 ; 11 (5-6) : 287-292.

- 29 | Chlorinated drinking water. In : IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, vol. 52. Lyon : CIRC/IARC ; 1991 : 45-144.
- 30 | Klonne DR et coll. - One-year inhalation toxicity study of chlorine in Rhesus monkeys (*Macaca muleta*). *Fundamental and Applied Toxicology*. 1987 ; (9) : 557-572.
- 31 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP - Quick selection guide to chemical protective clothing. 6th ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 260 p.
- 32 | Cuves et réservoirs. Interventions à l'extérieur ou à l'intérieur des équipements fixes utilisés pour contenir ou véhiculer des produits gazeux, liquides ou solides. Recommandation CNAMTS R 435. Assurance Maladie, 2008 (<http://www.ameli.fr/employeurs/prevention/recommandations-textes-de-bonnes-pratiques.php>).
- ¹<http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/icstart.%20html>

Auteurs

N. Bonnard, M.-T. Brondeau, T. Clavel, M. Falcy, D. Jargot, F. Pillière, S. Robert, O. Schneider, P. Serre

Historique des révisions

1 ^{re} édition	1966
2 ^e édition	1982
3 ^e édition	1996
4 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none"> ■ Valeurs limites d'exposition professionnelle ■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air ■ Réglementation ■ Bibliographie 	2008
5 ^e édition (mise à jour partielle) <ul style="list-style-type: none"> ■ Utilisations ■ Valeurs limites d'exposition professionnelle ■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air ■ Incendie-Explosion ■ Réglementation ■ Recommandations (Manipulation et Au point de vue médical) ■ Bibliographie 	Janvier 2018