

FICHE TOXICOLOGIQUE

FT 13

# Chlorure d'hydrogène et solutions aqueuses

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS  
(N. Bonnard, M.-T. Brondeau, D. Jargot, N. Nikolova-Pavageau, O. Schneider)

HCl

Numéro CAS  
7647-01-0


Numéro CE  
231-595-7

Numéros Index  
017-002-00-2 Chlorure d'hydrogène [1]  
017-002-01-X Acide chlorhydrique  
(solutions aqueuses) [2]

## CARACTÉRISTIQUES

### UTILISATIONS [1 à 4]

Le chlorure d'hydrogène anhydre et ses solutions aqueuses sont utilisés dans diverses industries (pharmaceutique, phytopharmaceutique, alimentaire, chimique,




**CHLORURE D'HYDROGÈNE**

**DANGER**

H 331 – Toxique par inhalation.  
H 314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.

Nota : Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.  
231-595-7

Selon le règlement CE n° 1272/2008.



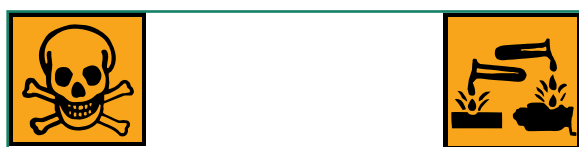
**ACIDE CHLORHYDRIQUE... (≥ 25 %)**

**DANGER**

H 314 – Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves.  
H 335 – Peut irriter les voies respiratoires.

Nota : Les conseils de prudence P sont sélectionnés selon les critères de l'annexe 1 du règlement CE n° 1272/2008.  
231-595-7

Selon le règlement CE n° 1272/2008.



T - Toxique


C - Corrosif

**CHLORURE D'HYDROGÈNE**

R 23 – Toxique par inhalation.  
R 35 – Provoque de graves brûlures.  
S 9 – Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.  
S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
S 36/37 – Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.  
S 39 – Porter un appareil de protection des yeux/du visage.  
S 45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

231-595-7 Étiquetage CE.

Selon la directive 67/548/CEE.



C - Corrosif

**ACIDE CHLORHYDRIQUE... (≥ 25 %)**

R 34 – Provoque des brûlures.  
R 37 – Irritant pour les voies respiratoires.  
S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
S 45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

231-595-7 Étiquetage CE.

Selon la directive 67/548/CEE.

électronique, métallurgique, minière, pétrolière, industrie des polymères, des matières colorantes, du cuir, du textile...). Ils interviennent dans de nombreuses réactions en chimie organique et en chimie minérale.

Le chlorure d'hydrogène anhydre est, en particulier, un produit de base pour la fabrication de chlorures d'alkyles, de chlorure de vinyle, trichlorosilane, acide chlorosulfonique, produits pharmaceutiques, engrais et produits phytopharmaceutiques...

Le chlorure d'hydrogène en solution aqueuse (acide chlorhydrique) est utilisé principalement dans les opérations de nettoyage et décapage des métaux, la production de chlorures minéraux, l'extraction et la purification de certains minerais, mais aussi comme agent de neutralisation, pour la récupération de métaux semi-précieux dans des catalyseurs usagés, le traitement de l'eau (régénération des résines échangeuses d'ions, fabrication de flocculants)...

### PROPRIÉTÉS PHYSIQUES [1 à 5]

Le chlorure d'hydrogène anhydre est un gaz incolore, d'odeur âcre et irritante, facilement liquéfiable (sous pression atmosphérique, il se liquéfie entre -94 et -85 °C).

Il est très soluble dans l'eau : pour 100 g d'eau, 82,3 g de chlorure d'hydrogène à 0 °C, 67,3 g HCl à 30 °C ou 56,1 g HCl à 60 °C. La dissolution s'accompagne d'un très grand dégagement de chaleur.

Il est également soluble dans de nombreux solvants organiques (méthanol, éthanol, propanol, oxyde de diéthyle, diméthylformamide, dioxane, tétrahydrofurane, acétate d'éthyle...).

Quelques caractéristiques physiques du chlorure d'hydrogène anhydre sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Masse molaire	36,46
Point de fusion	-114,2 °C
Point d'ébullition	-85,05 °C
Pression critique	8,3. 10 <sup>3</sup> kPa
Température critique	51,5 °C
Point triple	-114,25 °C
Densité de vapeur (air = 1)	1,268
Densité de liquide	1,045 g/cm <sup>3</sup> à -55 °C
Pression de vapeur	4 220 kPa à 20 °C

À 25 °C et 101,3 kPa, 1 ppm = 1,49 mg/m<sup>3</sup>.

L'acide chlorhydrique, solutions aqueuses de chlorure d'hydrogène, est commercialement disponible à différentes concentrations.

### PROPRIÉTÉS CHIMIQUES [2, 4]

Le chlorure d'hydrogène anhydre est un gaz stable thermiquement. Il ne se dissocie en hydrogène et chlore qu'à température élevée : 0,10 % est dissocié à 600 °C, environ 5 % à 2 000 °C [2]. En contact avec l'air, il émet des fumées corrosives.

L'acide chlorhydrique résultant de la dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau est un acide fort totalement dissocié en protons et ions chlorures, très réactif.

Le chlorure d'hydrogène et l'acide chlorhydrique peuvent

être à l'origine de réactions dangereuses. Ils réagissent vigoureusement avec les oxydants en libérant du chlore ; la réaction avec les bases, exothermique, peut être violente.

Le chlorure d'hydrogène anhydre n'attaque pas les métaux usuels. Mais en présence d'humidité, il est corrosif pour la plupart des métaux avec dégagement d'hydrogène, gaz très inflammable et explosible.

Les solutions aqueuses de chlorure d'hydrogène sont stables. Les métaux, à l'exception de l'argent, de l'or, du platine, du tantale ou de certains alliages, sont attaqués par l'acide chlorhydrique avec formation d'hydrogène ; la réaction s'accompagne généralement d'un grand dégagement de chaleur.

### Récipients de stockage

Le chlorure d'hydrogène anhydre est livré sous forme de gaz comprimé liquéfié dans des conteneurs spécifiques en acier.

Le stockage de l'acide chlorhydrique peut s'effectuer, selon les concentrations et les quantités, dans des récipients en acier revêtu ou en résines synthétiques résistantes (polypropylène, polychlorure de vinyle, ABS...). Le verre est également utilisé pour de petites quantités.

### VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Une valeur limite d'exposition professionnelle contraignante dans l'air des locaux de travail a été établie en France pour le chlorure d'hydrogène (article R. 4412-149 du Code du travail).

PAYS	VLEP	Moyenne pondérée sur 8 heures		Court terme 15 minutes	
		ppm	mg/m <sup>3</sup>	ppm	mg/m <sup>3</sup>
France (VLEP contraignante - 2006)		-	-	5	7,6
Union européenne (2000)		5	8	10	15
États-Unis (ACGIH 2000) (*) valeur plafond		-	-	2(*)	-
Allemagne (valeurs MAK)		2	3	-	-

### MÉTHODES DE DÉTECTION ET DE DÉTERMINATION DANS L'AIR

■ Passage de l'air au travers d'une cassette contenant un préfiltre-membrane en PTFE (porosité < 1 µm) pour retenir et séparer les éventuels chlorures particuliers en suspension et un ou deux filtre(s) en fibres de quartz imprégné(s) de carbonate de sodium pour l'acide chlorhydrique gazeux. Les brouillards d'acide dissous sont également collectés sur le pré-filtre (et sur les parois de la cassette), puis évaporés par le passage de l'air avant d'être piégés finalement sur le (ou les) filtre(s) imprégné(s). Les filtres

sont désorbés dans l'eau (la membrane peut l'être aussi, séparément) [17, 18].

ou

Prélèvement de l'acide chlorhydrique gazeux sur un tube rempli de gel de silice. Un filtre en fibre de verre à l'entrée du tube permet la séparation des chlorures particuliers. Le filtre et le tube sont désorbés séparément dans un mélange de carbonate et de bicarbonate de sodium [19, 20].

■ L'analyse de l'acide chlorhydrique (et des autres chlorures, si besoin) est effectuée par chromatographie ionique avec détection conductimétrique ou par électrophorèse capillaire.

■ Utilisation possible d'appareils à réponse instantanée équipés des tubes détecteurs colorimétriques DRAEGER (acide chlorhydrique 1/a) et GASTEC (Hydrogen chloride 14 I), mais ces tubes ne sont pas sélectifs et d'autres substances (acides minéraux, chlore, dioxyde de chlore ou de soufre) peuvent donner une réponse semblable.

## INCENDIE – EXPLOSION

Le chlorure d'hydrogène est un composé non inflammable et non explosible.

Cependant, en présence d'eau, son action corrosive sur les principaux métaux usuels s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène, ce qui peut provoquer incendie et explosion : en effet, l'hydrogène est un gaz très inflammable et explosible en mélange avec l'air (les limites d'explosivité inférieure et supérieure sont respectivement de 4 et 75 % en volume).

En cas d'incendie, différents agents d'extinction peuvent être utilisés : dioxyde de carbone, poudres sèches, eau pulvérisée ou mousses. Refroidir à l'aide d'eau pulvérisée les récipients exposés ou ayant été exposés au feu (gaz liquéfié sous pression et acide chlorhydrique).

Les intervenants qualifiés et entraînés seront équipés d'appareils de protection respiratoire autonomes isolants et de combinaisons de protection spéciales.

## PATHOLOGIE – TOXICOLOGIE

### TOXICOCINÉTIQUE – MÉTABOLISME [3, 6]

**L'absorption, la distribution et l'excrétion du chlorure d'hydrogène sont identiques chez l'homme et l'animal. Après inhalation ou ingestion, il est rapidement dissocié en ions H<sup>+</sup> et Cl<sup>-</sup> ; ces derniers entrent dans le pool corporel, l'excédent est éliminé dans l'urine.**

Les vapeurs de chlorure d'hydrogène ou les gouttelettes (aérosol/brouillard) de ses solutions aqueuses peuvent être inhalées et provoquer des effets locaux sur le tractus respiratoire supérieur ; une pénétration plus profonde peut se produire lors d'une ventilation plus importante. Le chlorure d'hydrogène se dissocie rapidement et l'anion Cl<sup>-</sup> entre dans le pool corporel des électrolytes. L'acidité de la paroi muqueuse du tractus respiratoire peut être partiellement neutralisée par l'ammoniaque corporelle.

Les effets locaux des solutions aqueuses sont surtout dus à l'ion H<sup>+</sup> (dépôt local de protons, modification du pH) plus qu'à l'anion Cl<sup>-</sup>. L'acide chlorhydrique est un constituant normal du suc gastrique où il joue un rôle physiologique important ; l'estomac est adapté aux variations d'acidité. Après ingestion, seule la membrane muqueuse du tractus gastro-intestinal est lésée. Des défenses naturelles immédiates contre les modifications de pH sont apportées par des solutions tampons ; la régulation du pH dépend, en dernier recours, des poumons (excrétion de CO<sub>2</sub>) et des reins (régénération de bicarbonate par une excrétion de protons dans l'urine) ; les ions Cl<sup>-</sup> excédentaires sont éliminés dans l'urine.

## TOXICITÉ EXPÉRIMENTALE

### Toxicité aiguë [3]

**Le chlorure d'hydrogène, ou ses solutions aqueuses, sont corrosifs ou irritants selon la concentration ; ils induisent des effets locaux sur la peau, les yeux et le tractus gastro-intestinal, après exposition directe à une dose suffisamment élevée.**

Voie	Espèce	DL50/CL50
Orale	Rat	238-277 mg/kg (sol à 3,3 %) 700 mg/kg
	Lapin	900 mg/kg
Inhalation (gaz)	Rat	23,7-60,9 mg/L/5 min 5,7-7,0 mg/L/30 min 4,2-4,7 mg/L/60 min
	Souris	20,9 mg/L/5 min 3,9 mg/L/30 min 1,7 mg/L/60 min
	Lapin Cobaye	6,5 mg/L/30 min [6]
Inhalation (aérosol)	Rat	45 mg/L/5 min 5,7-8,3 mg/L/30 min
	Souris	16,5 mg/L/5 min 2,1-3,2 mg/L/30 min
Cutanée	Lapin	> 5 010 mg/kg

Les signes cliniques d'une exposition au gaz ou à l'aérosol sont une baisse de la fréquence respiratoire (chez la souris à partir de 99 ppm, soit 148 mg/m<sup>3</sup> [6]), une irritation et/ou une corrosion des yeux (opacification et érosion de la cornée) et de la peau (en particulier, ulcération du scrotum) ; les animaux meurent, rapidement après l'exposition, par arrêt respiratoire (emphysème alvéolaire, atélectasie et œdème des poumons).

Administré par voie orale, l'acide chlorhydrique provoque, chez le rat, une ulcération de l'estomac, une inflammation aiguë de l'intestin, une décoloration du foie et une hyperémie des poumons. Des lésions sévères et une perméabilité aux ions H<sup>+</sup> augmentée ont été observées dans l'œsophage de lapins après perfusion avec des solutions d'acide chlorhydrique (40 à 80 mmoles/l). Une œsophagite est observée chez le chat traité par cet acide (pH 1 à 1,3) pendant 1 heure.

Des souris, exposées à 304 ppm (453 mg/m<sup>3</sup>) 6 h/j pendant 3 jours, sont moribondes et présentent exfoliation de

l'épithélium respiratoire et érosion, ulcération et nécrose de l'épithélium olfactif. Aucune modification pathologique des paramètres respiratoires n'est provoquée chez le cobaye par une exposition à 15 mg/m<sup>3</sup>, 2 h/j, 5 j/sem pendant 7 semaines.

### Irritation

Des concentrations comprises entre 3,3 % et 17 % sont irritantes pour la peau ; au-delà, elles sont corrosives.

Sur l'œil, des concentrations supérieures à 3,3 % provoquent une irritation grave ; les symptômes peuvent inclure rougeurs, gonflements, douleurs et larmes. Une exposition prolongée, ou à concentration bien plus forte, induit une opacité cornéenne, une ulcération et une diminution de la vision avec risque d'altération permanente. La sévérité de l'irritation est liée à la durée du traitement (les larmes ont un effet tampon et diluant). Chez le lapin, 0,1 ml d'une solution aqueuse à 10 % provoque une altération permanente de la vision ; la concentration non irritante est 0,33 %.

L'acide chlorhydrique est un irritant respiratoire pour la souris ; la RD50 est de 309 ppm (460 mg/m<sup>3</sup>), 6 h/j pendant 3 jours.

### Sensibilisation

Le test de maximisation chez le cobaye (induction et déclenchement : solution à 1 %) et le test de gonflement de l'oreille de la souris (induction 1 %, déclenchement 5 %) donnent des résultats négatifs.

### Toxicité subchronique et chronique [3]

Une exposition à long terme confirme les effets irritants de l'acide chlorhydrique ou de ses solutions aqueuses.

Des rats et des souris sont exposés à 0-10-20 et 50 ppm, 6 h/j, 5 j/sem pendant 90 jours ; les souris exposées à 50 ppm présentent une baisse de la prise de poids et de nourriture ainsi qu'une baisse du poids du foie (mâle) ; les rats diminuent la prise de nourriture à 20 et 50 ppm et perdent du poids (mâles, 50 ppm). Aucune modification des paramètres sanguins ou urinaires n'a été notée. Des modifications inflammatoires des lèvres et des cavités nasales ont été observées (rats > 10 ppm, souris > 20 ppm). La NOAEL est de 20 ppm chez le rat et la souris si on excepte l'irritation locale.

Une exposition à 10 ppm, 6 h/j, 5 j/semaine pendant toute la durée de la vie induit chez le rat des effets sur le tractus respiratoire supérieur : rhinite, hyperplasie épithéliale ou squameuse et métaplasie squameuse de la muqueuse nasale, hyperplasie du larynx et de la trachée [8].

Des rats ont été exposés à 280-1 250 mmol/kg de nourriture (10,2-45,6 mg/kg de nourriture) pendant 7 à 12 semaines. À la plus forte dose, les animaux présentent une baisse de poids, de prise de nourriture, du pH sanguin, de la longueur du fémur et du taux de cendres dans les os.

L'acidification de l'eau de boisson par l'acide chlorhydrique jusqu'à pH 2 provoque, chez le rat exposé pendant 21 semaines, une baisse du volume de l'urine et du taux de protéines urinaires [9].

### Effets génotoxiques [3, 6]

**L'acide chlorhydrique n'est pas mutagène in vitro. In vivo, il donne des résultats positifs dans un test.**

*In vitro*, les tests bactériens (test d'Ames *S. typhimurium*,

recombinaison mitotique *S. cerevisiae* et *E. coli*, mutation reverse *E. coli*) donnent des résultats négatifs. Les tests non bactériens donnent des résultats positifs à forte dose (aberrations chromosomiques et échanges entre chromatides sœurs cellules ovariennes de hamster chinois, avec ou sans activateurs métaboliques, pH = 5,3-5,5 ; mutations géniques cellules de lymphome de souris, dose cytotoxique) et négatifs à plus faible dose et pH plus élevé ( $\approx$  6,3). Les résultats positifs sont considérés comme un artéfact dû au pH faible.

*In vivo*, des résultats positifs sont obtenus dans un test de létalité récessive liée au sexe chez la drosophile par inhalation de vapeurs ou en nourrissant les larves avec la solution aqueuse.

### Effets cancérigènes [3, 6]

**L'acide chlorhydrique n'est pas cancérigène pour l'animal.**

L'exposition de rats par inhalation à 10 ppm de chlorure d'hydrogène gazeux, 6 h/j, 6 j/sem, pendant 128 semaines, n'augmente ni la mortalité ni l'incidence des tumeurs malignes chez les animaux traités, malgré l'augmentation de l'hyperplasie dans le larynx et la trachée.

L'exposition de souris par voie cutanée (3-5 % acide chlorhydrique, 25 à 46 semaines) n'induit pas l'apparition de tumeur maligne.

En exposition combinée (6 h/j, 5 j/sem, 128 semaines), le chlorure d'hydrogène (9,9 ppm, soit 14,8 mg/m<sup>3</sup>) mélangé avec du formaldéhyde (15,2 ppm, soit 18,7 mg/m<sup>3</sup>) induit, chez le rat, des carcinomes de la muqueuse nasale de façon identique au formaldéhyde seul. Le taux de tumeurs totales est légèrement plus élevé chez les animaux exposés au mélange réalisé avant la chambre d'inhalation que chez ceux exposés au mélange dans la chambre d'inhalation ou au formaldéhyde seul. Les auteurs suggèrent la formation d'agents alkylants par réaction entre les deux composés [8].

### Effets sur la reproduction [6]

**Les effets de l'acide chlorhydrique sur la reproduction ne se manifestent qu'à des concentrations toxiques pour les mères.**

Des rates, exposées au chlorure d'hydrogène (450 mg/m<sup>3</sup> pendant 1 heure) soit 12 jours avant l'accouplement soit au 9<sup>e</sup> jour de gestation, présentent une létalité importante (30 %) et, chez les survivantes, une perturbation de la fonction pulmonaire (baisse de la saturation en oxygène) et rénale (augmentation de l'excrétion de protéines et de chlorures). La mortalité postnatale est augmentée et la fonction rénale des petits de sexe masculin perturbée (augmentation de la diurèse et baisse de l'excrétion de protéines) si l'exposition est faite pendant la gestation ; le poids des petits est plus faible quand la mère a été exposée avant l'accouplement. Dans les deux cas, on observe une augmentation de la sensibilité pulmonaire.

## TOXICITÉ SUR L'HOMME

**Le chlorure d'hydrogène et ses solutions aqueuses (ou acide chlorhydrique) sont caustiques et peuvent provoquer, en cas d'exposition à une concentration suffisante, des brûlures chimiques de la peau, des yeux et des muqueuses respiratoire et digestive. Les effets d'une exposition chronique sont également de type irritatif. Dans une récente**

**évaluation, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a classé les brouillards d'acides inorganiques forts dans le groupe 1 des substances cancérigènes pour l'homme.**

### Toxicité aiguë [10 à 14]

En milieu professionnel, les principales voies d'exposition sont les voies respiratoire et cutanée.

La contamination cutanée ou oculaire (projection de solutions d'acide chlorhydrique ou exposition au chlorure d'hydrogène gazeux, à des vapeurs ou des aérosols d'acide) entraîne localement des brûlures chimiques dont la gravité est fonction de la concentration de la solution, de l'importance de la contamination et de la durée du contact. Selon la profondeur de l'atteinte cutanée, on peut observer un érythème chaud et douloureux, la présence de phlyctènes ou une nécrose. L'évolution peut se compliquer de surinfection, de séquelles esthétiques ou fonctionnelles. Au niveau oculaire, la symptomatologie associe une douleur immédiate, un larmolement, une hyperhémie conjonctivale et souvent un blépharospasme. Des lésions séquellaires sont possibles : adhérences conjonctivales, opacités cornéennes, cataracte, glaucome, voire cécité.

L'exposition par inhalation au chlorure d'hydrogène gazeux, à des vapeurs ou des aérosols d'acide chlorhydrique provoque immédiatement des signes d'irritation des voies respiratoires. Dans un rapport compilant les signes subjectifs d'irritation en fonction du niveau d'exposition au chlorure d'hydrogène chez des ouvriers effectuant du décapage d'acier, les auteurs ont observé l'absence d'effet irritatif à des concentrations de 3 à 4,5 mg/m<sup>3</sup>, un début d'irritation rapidement régressive à 5,2 mg/m<sup>3</sup> et une irritation faible des voies aériennes pour des expositions de l'ordre de 7 à 11 mg/m<sup>3</sup>. Le chlorure d'hydrogène gazeux étant très hydrosoluble, il est rapidement dissous et provoque des lésions des voies aériennes supérieures. Quant à la pénétration dans l'arbre respiratoire des brouillards d'acide et la localisation initiale des lésions, elles dépendent notamment de la taille de l'aérosol. La symptomatologie observée comprend : rhinorrhée, étternuements, sensation de brûlure nasale et pharyngée, toux, dyspnée, douleur thoracique. La survenue d'un œdème laryngé ou d'un bronchospasme peut d'emblée engager le pronostic vital. À l'arrêt de l'exposition, la symptomatologie régresse le plus souvent, mais un œdème pulmonaire lésionnel peut survenir de façon retardée, jusqu'à 48 heures après l'exposition. Secondairement, la surinfection bactérienne est la complication la plus fréquente. L'hypersécrétion bronchique et la desquamation de la muqueuse bronchique en cas de brûlure étendue sont responsables d'obstructions tronculaires et d'atélectasies. À terme, des séquelles respiratoires sont possibles : asthme induit par les irritants (en particulier, syndrome de dysfonctionnement réactif des voies aériennes ou syndrome de Brooks), sténoses bronchiques, bronchectasies, fibrose pulmonaire.

L'ingestion d'une solution concentrée d'acide chlorhydrique est suivie de douleurs buccales, rétrosternales et épigastriques associées à une hypersialorrhée et des vomissements fréquemment sanglants. L'examen de la cavité bucco-pharyngée et la fibroscopie œsogastro-duodénale permettent de faire le bilan des lésions caustiques du tractus digestif supérieur. Le bilan biologique révèle une acidose métabolique et une élévation des enzymes tissulaires, témoins de la nécrose tissulaire, une hyper-

leucocytose, une hémolyse et une hyperchlorémie. Des complications peuvent survenir à court terme : perforation œsophagienne ou gastrique, hémorragie digestive, fistulisation (fistule œsotrachéale ou aorto-œsophagienne), détresse respiratoire (révélant un œdème laryngé, une destruction du carrefour aérodigestif, une pneumopathie d'inhalation ou une fistule œsotrachéale), état de choc (hémorragique, septique...), coagulation intravasculaire disséminée (évoquant une nécrose étendue ou une perforation). L'évolution à long terme est dominée par le risque de constitution de sténoses digestives, en particulier œsophagiennes ; il existe également un risque de cancérisation des lésions cicatricielles du tractus digestif.

### Toxicité chronique [3, 7, 14, 15]

L'exposition répétée au chlorure d'hydrogène gazeux, à des vapeurs ou des aérosols de solutions aqueuses peut entraîner des effets irritatifs :

- dermatite d'irritation et conjonctivite ;
- ulcérations de la muqueuse nasale et orale, épistaxis, gingivorragies ;
- érosions dentaires (des érosions dentaires ont été observées chez 34 des 38 ouvriers, décapeurs dans une usine de galvanisation ; l'évaluation de l'exposition montrait qu'ils étaient exposés à l'acide chlorhydrique à une concentration supérieure à 5 ppm pendant plus d'un quart de leur temps de travail [16] ; on peut noter l'absence de groupe témoin et le faible effectif des salariés ne permettant pas d'analyser une éventuelle relation dose-effet) ;
- bronchite chronique.

### Effets cancérigènes [7]

Dans une récente évaluation, le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a considéré que les données étaient suffisantes concernant le lien entre exposition aux aérosols d'acides inorganiques forts et risque de cancer du larynx mais limitées pour pouvoir affirmer une association causale avec le cancer bronchique. Même s'il semble plausible que la diminution locale du pH en rapport avec l'inhalation d'acides inorganiques forts puisse provoquer des dommages cellulaires et une prolifération réactionnelle, aucun mécanisme n'est formellement identifié comme étant à l'origine des cancers observés.

### Effets sur la reproduction

Il n'y a pas de donnée humaine permettant d'évaluer les effets de l'exposition au chlorure d'hydrogène sur la reproduction (fertilité, développement). De tels effets ne semblent pas plausibles dans les conditions d'exposition professionnelle [15].

## RÉGLEMENTATION

**Rappel :** La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : 4<sup>e</sup> trimestre 2010.

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 » et « Protection de l'environnement » ne sont que très partiellement renseignées.

## HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

### 1. Mesures de prévention des risques chimiques (agents chimiques dangereux)

- Articles R. 4412-1 à R. 4412-58 du Code du travail.
- Circulaire DRT n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

### 2. 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.

### 3. Valeurs limites d'exposition professionnelle

- Article R.4412-149 du Code du travail (décret du 9 février 2006 fixant des VLEP contraignantes – JO du 10/02/2006).
- Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 (JOCE du 16 juin 2000).

### 4. Maladies de caractère professionnel

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

### 5. Classification et étiquetage

L'étiquette doit être conforme au règlement CLP à compter du 1<sup>er</sup> décembre 2010 pour les substances et du 1<sup>er</sup> juin 2015 pour les mélanges.

#### a) substances

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (L 353, JOUE du 31 décembre 2008)) introduit, dans l'Union européenne, le nouveau système général harmonisé de classification et d'étiquetage. La classification et l'étiquetage du chlorure d'hydrogène et de ses solutions aqueuses harmonisés selon les deux systèmes (directive 67/548/CEE et règlement), figurent dans l'annexe VI du règlement CLP.

La classification est :

- selon la directive 67/548/CEE

#### a) chlorure d'hydrogène

Toxique ; R 23  
Corrosif ; R 35

#### b) acide chlorhydrique en solution (≥ 25 %)

Corrosif ; R 34  
Irritant ; R 37.

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008

#### a) chlorure d'hydrogène

Gaz sous pression  
Toxicité aiguë (par inhalation) catégorie 3 ; H 331  
Corrosion catégorie 1A ; H 314

#### b) acide chlorhydrique en solution (≥ 25 %)

Corrosion catégorie 1B ; H 314  
Toxicité spécifique pour certains organes cibles – Exposition unique, catégorie 3 : Irritation des voies respiratoires STOT SE 3 ; H 335.

Se reporter aux étiquettes au début de la fiche toxicologique.

b) **mélanges** (préparations) contenant du chlorure d'hydrogène ou de l'acide chlorhydrique :

- Arrêté du 9 novembre 2004 modifié (JO du 18 novembre 2004) transposant la directive 1999/45/CE

ou

- Règlement (CE) n° 1272/2008.

Des limites spécifiques de concentration ont été fixées pour l'acide chlorhydrique.

### 6. Entreprises extérieures

- 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.

## PROTECTION DE LA POPULATION

- Article L. 5132-2, articles R. 5132-43 à R. 5132-73 du Code de la santé publique :
  - détention dans des conditions déterminées (art. R. 5132-66) (pour le chlorure d'hydrogène anhydre) ;
  - étiquetage (cf. 5) ;
  - cession réglementée (art. R. 5132-58 et R. 5132-59) (pour le chlorure d'hydrogène anhydre).

## PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Installations classées pour la protection de l'environnement, Paris, imprimerie des Journaux Officiels, brochure n° 1001 :

- n° 1610 : fabrication industrielle d'acide chlorhydrique ;
- n° 1611 : emploi ou stockage d'acide chlorhydrique à plus de 20 % en poids d'acide ;
- n° 1141 : emploi ou stockage du chlorure d'hydrogène anhydre liquéfié.

## TRANSPORT

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

### 1. Transport terrestre national et international (route, chemin de fer, voie de navigation intérieure)

- ADR, RID, ADN R :  
Chlorure d'hydrogène anhydre  
N° ONU : 1050  
Classe : 2  
Acide chlorhydrique  
N° ONU 1789  
Classe : 8  
Groupe d'emballage : II ou III

### 2. Transport par air

- IATA

### 3. Transport par mer

- IMDG

## RECOMMANDATIONS

### I. AU POINT DE VUE TECHNIQUE

Le stockage et la manipulation du chlorure d'hydrogène diffèrent selon qu'il s'agit du gaz anhydre ou de solutions aqueuses plus ou moins concentrées d'acide chlorhydrique.

## Stockage

- Stocker le chlorure d'hydrogène (gaz liquéfié sous pression) dans des locaux frais, secs et bien ventilés, à l'abri de toute source de chaleur ou d'ignition (rayons solaires, flammes, étincelles...), à l'écart des matières inflammables et des produits incompatibles tels que les oxydants et les bases.
- Les solutions aqueuses de chlorure d'hydrogène (acide chlorhydrique) seront stockées dans des locaux frais et bien ventilés, à l'écart des produits incompatibles, notamment oxydants et bases.
- Bannir de la construction et du local tout métal ou objet métallique susceptible de réagir avec dégagement d'hydrogène au contact du chlorure d'hydrogène.
- Le sol de ces locaux sera imperméable, résistant aux acides et formera cuvette de rétention, afin qu'en cas de déversement accidentel l'acide ne puisse se répandre au-dehors. Selon l'importance du stockage, prévoir l'écoulement vers une fosse de neutralisation.
- Maintenir les récipients soigneusement fermés et étiquetés correctement.
- Reproduire l'étiquette en cas de fractionnement de l'emballage.
- Prévoir, à proximité du local de stockage, des équipements de protection individuelle, notamment des appareils de protection respiratoire autonomes isolants, un poste d'eau à débit abondant, des douches et fontaines oculaires.
- Interdire de fumer.
- Mettre le matériel électrique en conformité avec la réglementation en vigueur.

## Manipulation

Les prescriptions relatives aux zones de stockage sont applicables aux ateliers où est utilisé le chlorure d'hydrogène ou ses solutions aqueuses. En outre :

- Instruire le personnel des risques présentés par le produit, 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.
- Pour la manipulation des récipients de chlorure d'hydrogène, gaz sous pression, se conformer strictement aux instructions du fournisseur. Éviter tout choc ou manipulation brutale.
- N'entreposer dans les ateliers que des quantités limitées d'acide chlorhydrique ne dépassant pas celles nécessaires au travail à réaliser.
- Éviter l'inhalation de vapeurs, d'aérosols ou de brouillards de chlorure d'hydrogène ou d'acide chlorhydrique. Effectuer en appareil clos toute opération industrielle qui s'y prête. Prévoir un captage des émissions à leur source ainsi qu'une ventilation générale des locaux. Prévoir également des appareils de protection respiratoire pour certaines opérations. Leur choix dépend des conditions de travail. Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type BE2P3. Choisir de préférence un masque complet. Pour des interventions d'urgence, utiliser un appareil de protection respiratoire isolant autonome.
- Contrôler régulièrement la teneur de l'atmosphère en

chlorure d'hydrogène et vérifier que la valeur limite réglementaire contraignante est respectée.

- Éviter le contact du produit avec la peau et les yeux. Selon les opérations à réaliser et la concentration en acide chlorhydrique, mettre à la disposition du personnel des vêtements de protection résistant aux acides (combinaison, tablier...), des bottes ou des chaussures fermées, des écrans faciaux ou des lunettes de sécurité avec protections latérales, des gants (par exemple en caoutchouc naturel, caoutchouc nitrile, caoutchouc butyle, polychloroprène, polychlorure de vinyle, Viton®, Barrier®... ; le polyéthylène et le polyalcool vinylique ne sont pas recommandés car dégradés par l'acide chlorhydrique en solution [21]). Ces effets doivent être en bon état et, s'ils ne sont pas à usage unique, nettoyés après chaque usage.
- Prévoir l'installation de douches et de fontaines oculaires.
- Effectuer les vidanges, transvasements, dilutions, dissolutions de manière à éviter les surchauffes locales, les projections de liquide et la formation de vapeurs/brouillards/aérosols.
- Pour les dilutions avec l'eau (réaction exothermique), verser lentement l'acide concentré dans l'eau par petites quantités et en agitant. Ne jamais verser l'eau dans l'acide.
- Ne pas fumer, boire et manger dans les ateliers.
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu du chlorure d'hydrogène ou de l'acide chlorhydrique sans prendre les précautions d'usage [22].
- En cas de fuite de chlorure d'hydrogène ou de déversement accidentel d'acide chlorhydrique d'hydrogène, faire évacuer le personnel, aérer la zone et ne laisser intervenir que des opérateurs spécialement entraînés munis d'un équipement de protection approprié.
- En cas de déversement accidentel d'acide chlorhydrique de faible importance, récupérer immédiatement le produit à l'aide d'un absorbant : boudin, feuilles ou granulés hydrophiles (polypropylène en mélange ou non avec des fibres minérales ou végétales et des additifs spéciaux). Laver ensuite la surface souillée à l'eau.
- Ne pas rejeter l'acide chlorhydrique à l'égout ou dans l'environnement aquatique.
- Conserver les déchets et les eaux de nettoyage dans des récipients spécialement prévus à cet effet et les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation.

## II. AU POINT DE VUE MÉDICAL

- À l'embauchage, rechercher particulièrement des atteintes chroniques cutanées, respiratoires ou des voies aéro-digestives supérieures ainsi que des lésions kérato-conjonctivales chroniques. L'examen clinique peut être complété par une radiographie pulmonaire et des épreuves fonctionnelles respiratoires qui serviront d'examen de référence.
- La fréquence des examens médicaux périodiques et la nécessité ou non d'effectuer des examens complémentaires seront déterminées par le médecin du travail en fonction de l'importance de l'exposition. On recherchera plus particulièrement des signes d'irritation cutanée, oculaire, des voies aéro-digestives supérieures et

broncho-pulmonaire ainsi que des érosions dentaires. Les examens complémentaires d'embauchage pourront également être répétés à intervalles réguliers.

■ En l'absence d'équipement de protection individuelle approprié, déconseiller le port de lentilles de contact souples hydrophiles lors de travaux pouvant potentiellement exposer à des vapeurs ou aérosols d'acide. Celles-ci peuvent constituer une source d'irritation oculaire supplémentaire du fait de leur affinité pour ce type de produits. L'utilisation de verres correcteurs ou de lentilles rigides est préférable dans ce cas. Ces moyens de correction visuelle ne dispensent cependant pas du port d'équipements de protection oculaire adaptés.

■ Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas l'avis d'un médecin ou du centre antipoison. Préciser, si possible, le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est inférieur à 2.

■ En cas de contact cutané, retirer immédiatement les vêtements souillés et laver la peau à grande eau pendant 15 minutes. Ne réutiliser les vêtements qu'après les avoir décontaminés. Si des lésions cutanées apparaissent ou si la contamination est étendue ou prolongée, consulter un médecin.

■ En cas de projection oculaire, laver immédiatement et abondamment à l'eau tiède pendant 15 minutes puis consulter un ophtalmologiste.

■ En cas d'inhalation de vapeurs ou d'aérosols, retirer le sujet de la zone polluée après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Mettre en œuvre, s'il y a lieu, des manœuvres de réanimation. Dans tous les cas, faire transférer la victime à l'hôpital en ambulance médicalisée pour bilan clinique et radiologique, surveillance et traitement symptomatique, si nécessaire. En l'absence de symptômes, prévenir du risque de survenue d'un œdème pulmonaire lésionnel dans les 48 heures suivant l'exposition et de la nécessité de consulter en cas d'apparition de symptômes respiratoires.

■ En cas d'ingestion de quelques gouttes d'une solution diluée (pH supérieur à 2), faire rincer la bouche et boire un ou deux verres d'eau. S'il apparaît des douleurs rétro-sternales ou abdominales, des nausées ou des vomissements, consulter un médecin.

■ En cas d'ingestion d'une solution concentrée dont le pH est inférieur à 2, ou d'une solution dont le pH n'est pas connu, quelle que soit la quantité absorbée, ne pas faire boire et ne pas tenter de provoquer des vomissements ; faire transférer rapidement par ambulance médicalisée en milieu hospitalier pour bilan des lésions caustiques du tractus digestif, surveillance et traitement symptomatique.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Hydrogen chloride. The Merck index. An encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals. 14<sup>th</sup> edition. Whitehouse Station : Merck and Co ; 2006.
2. Hydrogen chloride. In : Kirk-Othmer - Encyclopedia of chemical technology. 5<sup>th</sup> edition. Vol. 13. Hoboken : Wiley-Interscience ; 2005 : 808-837.
3. Hydrogen chloride. OECD SIDS Initial Assessment Report for SIAM 15. UNEP, 2002. ([www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECD/SIDS/sidspub.html](http://www.chem.unep.ch/irptc/sids/OECD/SIDS/sidspub.html)).
4. Hydrogen chloride. Update 2009. In : HSDB. NLM, 2010.
5. Hydrogen chloride. 2003. In : Documentation of the threshold limit values and biological exposures indices. Cincinnati : ACGIH ; 2007 : CD-ROM.
6. Hydrochloric Acid. In : Occupational Exposures to Mists and Vapours from Strong Inorganic Acids and Other Industrial Chemicals. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 54. Lyon : IARC ; 1992 : 189-211, 336 p.([monographs.iarc.fr/](http://monographs.iarc.fr/)).
7. Strong inorganic acids. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 100F. IARC ; in prep ([www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)).
8. Sellakumar AR, Snyder CA, Solomon JJ et Albert RE - Carcinogenicity of formaldehyde and hydrogen chloride in rats. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1985, 81 : 401-406.
9. Clausen P et Gottschalk M - Effects of drinking water acidification, restriction of water supply and individual caging on parameters of toxicological studies in rats. *Z. Versuchstierkd.* 1989 ; 32 (3) : 129-34.
10. Pontal PG, Brun JG, Lormier G – Brûlures caustiques du tractus digestif supérieur. *Rev Med.* 1983 ; 4-5 : 191-195.
11. Brooks SM, Hammad Y, Richards I et al - The spectrum of irritant-induced asthma. Sudden and not-so-sudden onset and the role of allergy. *Chest.* 1998 ; 113 : 42-49.
12. Garnier R - Acides et anhydrides. In : Bismuth C, Baud PJ, Conso F et al. - Toxicologie Clinique. 5<sup>e</sup> édition. Paris, Flammarion Médecine-Sciences ; 2000 : 699-713, 1092 p.
13. Acides et bases minérales fortes. In : Testud F - Pathologie toxique professionnelle et environnementale. 3<sup>e</sup> édition. Paris, éditions ESKA ; 2005 : 69-76, 672 p.
14. Bingham E, Cofrancesco J, Powell CH (Eds) - Patty's toxicology. 5<sup>th</sup> ed. Vol. 3. New York : John Wiley and Sons ; 2001 : 862 p.
15. Van der Hagen M, Järnberg J - 140. Sulphuric, hydrochloric, nitric and phosphoric acids. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals. 2009 ; 43 (7) : 122 p. ([gupea.ub.gu.se/handle/2077/21106](http://gupea.ub.gu.se/handle/2077/21106)).
16. Remijn B, Koster P, Houthuijs D, Boleil J et al - Zinc chloride, zinc oxide, hydrochloric acid exposure and dental erosion in a zinc galvanizing plant in the Netherlands. *Ann Occup Hyg.* 1982 ; 25 : 299-307.
17. Anions minéraux. Fiche 009. In : Métropol. Métrologie des polluants. INRS, 2010 ([www.inrs.fr/metropol/](http://www.inrs.fr/metropol/)).
18. Qualité de l'air. Air des lieux de travail. Détermination des acides inorganiques par chromatographie ionique – Partie II : Acides volatils, sauf acide fluorhydrique (acide chlorhydrique, acide bromhydrique et acide nitrique). Norme NF ISO 21438-2. Indice de classement X43-211-2. La Plaine Saint-Denis : AFNOR ; 2010.
19. Hydrogen chloride in workplace atmospheres. Méthode partiellement validée ID-1745G. In : Sampling and Analytical Methods. OSHA ([www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html](http://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html)).
20. Acids, Inorganic. Method 7903. In : NIOSH Manual of Analytical Methods (NMAM), 4th edition. NIOSH, 1994 ([www.cdc.gov/niosh/nmam](http://www.cdc.gov/niosh/nmam)).
21. Forsberg K, Mansdorf SZ - Quick selection guide to chemical protective clothing. 5<sup>th</sup> edition. Hoboken : John Wiley and Sons ; 2007 : 203 p.
22. Cuves et réservoirs. Recommandation CNAMTS R 435. Paris : INRS ; 2008.

