

## FICHE TOXICOLOGIQUE

## FT 16

# Ammoniac et solutions aqueuses

Fiche établie par les services techniques et médicaux de l'INRS



C - Corrosif



N - Dangereux pour l'environnement



T - Toxique



N - Dangereux pour l'environnement

## AMMONIAQUE... (≥ 25%)

- R 34 – Provoque des brûlures.  
 R 50 – Très toxique pour les organismes aquatiques.  
 S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
 S 36/37/39 – Porter un vêtement de protection approprié, des gants et 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).  
 S 61 – Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
- 215-647-6 – Étiquetage CE.

## AMMONIAC

- R 10 – Inflammable.  
 R 23 – Toxique par inhalation.  
 R 34 – Provoque des brûlures.  
 R 50 – Très toxique pour les organismes aquatiques.  
 S 9 – Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.  
 S 16 – Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer.  
 S 26 – En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.  
 S 36/37/39 – Porter un vêtement de protection approprié, des gants et 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).  
 S 61 – Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
- 231-635-3 – Étiquetage CE.

### NH<sub>3</sub>

Ammoniac (1)

### NH<sub>4</sub>OH

Ammoniaque (2)

### Numéros CAS

7664-41-7 (1)  
 1336-21-6 (2)

### Numéros CE (EINECS)

231-635-3 (1)  
 215-647-6 (2)

### Numéros Index

007-001-00-5 (ammoniac anhydre) (1)  
 007-001-01-2 (en solution aqueuse ... %) (2)

### Synonyme

Hydroxyde d'ammonium (2)

## CARACTÉRISTIQUES

### UTILISATIONS

- Fabrication des engrais.
- Pétrole et carburants.
- Traitement des métaux.
- Synthèse organique.
- Industrie du froid.
- Industrie des fibres textiles.
- Produits d'entretien.
- Industrie du papier.

## PROPRIÉTÉS PHYSIQUES [1 à 4, 9]

L'ammoniac est un gaz incolore à odeur piquante, plus léger que l'air. Il se liquéfie facilement.

Ses principales caractéristiques physiques sont les suivantes.

Masse molaire	17,03
Point de fusion	- 77,7 °C
Point d'ébullition	- 33,3 °C
Densité (ammoniac liquide)	0,682 à - 33,3 °C
Température critique	132 °C
Densité de vapeur (air = 1)	0,59
Tension de vapeur	860 kPa à 20 °C
Limites d'explosivité dans l'air (% en volume)	
limite inférieure	15 %
limite supérieure	28 %
Limites d'explosivité dans l'oxygène (% en volume)	
limite inférieure	15,5 %
limite supérieure	79 %
Température d'autoinflammation	651 °C

L'ammoniac est très soluble dans l'eau (33,1% en poids à 20 °C). La dissolution s'accompagne d'un dégagement de chaleur. Les solutions obtenues sont connues sous le nom d'ammoniaque.

## PROPRIÉTÉS CHIMIQUES [1 à 8]

À température ordinaire, l'ammoniac est un composé stable. Sa dissociation en hydrogène et azote ne commence que vers 450-550 °C. En présence de certains métaux comme le fer, le nickel, l'osmium, le zinc et l'uranium, cette décomposition commence dès 300 °C et est presque complète vers 500-600 °C.

L'ammoniac brûle à l'air au contact d'une flamme en donnant principalement de l'azote et de l'eau.

L'ammoniac réagit, généralement violemment, sur de nombreux oxydes et peroxydes.

Les halogènes (fluor, chlore, brome, iode) réagissent vivement sur l'ammoniac et ses solutions aqueuses.

Des réactions explosives peuvent également se former avec l'aldéhyde acétique, l'acide hypochloreux, l'hexacyanoferrate (3<sup>-</sup>) de potassium.

La plupart des métaux ne sont pas attaqués par l'ammoniac rigoureusement anhydre. Toutefois, en présence d'humidité, l'ammoniac, gazeux ou liquide, attaque rapidement le cuivre, le zinc et de nombreux alliages, particulièrement ceux qui contiennent du cuivre. Il agit également sur l'or, l'argent et le mercure en donnant des composés explosifs.

Certaines catégories de plastiques, de caoutchoucs et de revêtements peuvent être attaquées par l'ammoniac liquide.

## Récipients de stockage

Le stockage de l'ammoniac s'effectue généralement dans des récipients en acier.

## VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE

Des VLEP contraignantes dans l'air des locaux de travail ont été établies au niveau français pour l'ammoniac anhydre (art. R. 231.58 du Code du travail) :

- 10 ppm soit 7 mg/m<sup>3</sup> (8 h) ;
- 20 ppm soit 14 mg/m<sup>3</sup> (court terme).

À titre d'information, voici quelques VLEP indicatives :

- Union européenne  
20 ppm soit 14 mg/m<sup>3</sup> (8 h)  
50 ppm soit 36 mg/m<sup>3</sup> (court terme)
- États-Unis (ACGIH)  
25 ppm (TLV-TWA) ; 35 ppm (TLV-STEL)
- Allemagne (MAK)  
20 ppm soit 14 mg/m<sup>3</sup>

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

■ Prélèvement sur un ensemble constitué d'un filtre en PTFE (pour retenir les sels d'ammonium particulaires en suspension dans l'air) et d'un tube contenant une couche de charbon traité à l'acide sulfurique (pour collecter l'ammoniac). Désorption du tube à l'aide d'une solution aqueuse d'acide sulfurique. Dosage par chromatographie ionique avec suppression chimique [10].

■ Prélèvement sur un ensemble constitué d'un filtre en fibre de quartz ou d'une autre membrane (qui retient les particules de sels d'ammonium en suspension dans l'air) et d'un filtre en fibre de quartz imprégné d'acide sulfurique et de glycérol (pour collecter l'ammoniac). Désorption dans l'eau déionisée. Dosage par chromatographie ionique avec suppression chimique [11].

■ Appareils à réponse instantanée équipés des tubes réactifs colorimétriques DRAEGER (Ammoniac 0.25, 2 ou 5/a), GASTEC (Ammoniac 3L, 3La ou Amines 180) et MSA (NH<sub>3</sub>-2) pouvant couvrir différentes fractions de la gamme [0,25-100 ppm et plus].

## RISQUES

### RISQUES D'INCENDIE

L'ammoniac, gaz relativement peu inflammable, peut former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 15 à 28 % en volume.

Le contact de l'ammoniac avec certains produits tels que le mercure, les halogènes, le calcium, l'oxyde d'argent... est une source d'incendies et d'explosions.

Les feux provoqués par l'ammoniac sont difficiles à éteindre ; les agents d'extinction préconisés sont le dioxyde de carbone et les poudres.

Il faut refroidir les récipients voisins exposés au feu en les arrosant avec de l'eau pour éviter les risques d'explosion.

### Toxicocinétique – Métabolisme [4, 12]

Au contact avec l'humidité, l'ammoniac est rapidement transformé en ammoniacque responsable de l'attaque caustique de la peau et des muqueuses. La pénétration du gaz dans l'arbre respiratoire a été étudiée chez l'animal et chez l'homme. La plus grande partie de l'ammoniac inhalé est retenue (transformée en ammoniacque) au niveau des voies aériennes supérieures. Chez le lapin, lorsque la concentration atmosphérique est de 2 000 ppm, celle mesurée au niveau de la trachée n'est plus que de 100 ppm.

L'absorption digestive, respiratoire ou percutanée de l'ion ammonium formé par la combinaison d'ammoniac et d'eau n'a pas fait l'objet d'étude. L'absorption d'ions ammonium est certainement faible. Elle n'est jamais responsable d'hyperammoniémie. Les ions ammonium absorbés sont transformés en urée et servent à la synthèse des acides aminés. L'excrétion est surtout rénale (il existe également une faible élimination sudorale).

### Toxicologie expérimentale

#### Aiguë [4, 12 à 15]

La DL50 par voie orale chez le rat est de 350 mg/kg et chez le chat de 750 mg/kg.

La CL50, par inhalation, chez le rat est de 7 600 mg/m<sup>3</sup>, pour une exposition de 2 heures.

Chez la souris, la CL50 varie de 10 150 ppm pour une exposition de 10 minutes à 4 837 ppm pour une exposition de 1 heure ; elle est de 3 310 mg/m<sup>3</sup> pour une exposition de 2 heures.

L'exposition à de fortes concentrations d'ammoniac produit une irritation intense, puis des lésions caustiques des muqueuses oculaires, des voies respiratoires et de la peau. À l'autopsie des animaux, on constate des ulcérations des épithéliums oculaires et respiratoires, un œdème aigu pulmonaire hémorragique et, parfois, des atélectasies. La rétention de l'ammoniac dans les voies aériennes supérieures est importante : les lésions hautes sont toujours plus importantes que les atteintes bronchiolaires et alvéolaires. Chez les survivants, les séquelles oculaires définitives (opacité cornéenne, cécité) sont fréquentes.

L'administration orale de solutions aqueuses d'ammoniac est responsable de lésions caustiques du tube digestif (ulcérations, hémorragies, perforations).

L'ammoniac et ses solutions aqueuses sont caustiques pour la peau et les muqueuses ; la gravité des lésions produites dépend de la quantité de la solution appliquée, de la concentration et du temps de contact. Les lésions oculaires sont particulièrement sévères, les ulcérations conjonctivales et cornéennes s'accompagnent presque toujours d'une iritis et, parfois, d'un glaucome. À terme, les séquelles invalidantes (opacités cornéennes, cataracte, glaucome) sont fréquentes. Les solutions hautement alcalines (pH > 11,5) sont très irritantes.

Quelle que soit la voie d'administration, l'intoxication systémique par l'ion ammonium ne semble pas participer au tableau observé.

#### Chronique [4, 12, 14, 16]

L'exposition répétée ou prolongée à l'ammoniac est responsable d'une irritation oculaire et respiratoire dans toutes les espèces testées. Elle apparaît dès 100 ppm. À concentration constante, lorsque l'exposition est poursuivie, une tolérance apparaît : les signes d'irritation s'atténuent ou disparaissent. En raison de la forte rétention de l'ammoniac par les voies aériennes supérieures, les lésions sont toujours plus marquées à ce niveau. L'irritation chronique de l'arbre respiratoire favorise le développement d'infections broncho-pulmonaires.

Les signes d'intoxication systémique sont toujours discrets ou absents : élévation modérée de l'urée sanguine, vraisemblablement secondaire à l'absorption de l'ion ammonium.

### Toxicité sur l'homme

#### Aiguë [4, 12, 15, 17 à 21]

L'ingestion d'une solution concentrée d'ammoniacque (pH > 11,5) est immédiatement suivie de douleurs buccales, rétrosternales et épigastriques. Les vomissements sont fréquents ; ils sont habituellement sanglants. L'examen de la cavité buccopharyngée révèle, presque toujours, des brûlures sévères. La fibroscopie œsogastro-duodénale permet de faire le bilan des lésions caustiques du tractus digestif supérieur. Le bilan biologique révèle une acidose métabolique et une élévation des enzymes tissulaires témoignant de la nécrose. L'hyperleucocytose est constante. Les complications pouvant survenir dans les jours suivant l'ingestion sont :

- des hémorragies digestives,
- des perforations œsophagiennes ou gastriques,
- un choc, secondaire à une hémorragie abondante ou à une perforation,
- une acidose métabolique intense et/ou une coagulation intravasculaire disséminée (évoquant une nécrose étendue ou une perforation),
- une détresse respiratoire révélant un œdème laryngé, une destruction du carrefour aérodigestif, une pneumopathie d'inhalation ou une fistule œsotrachéale.

L'évolution ultérieure est dominée par le risque de constitution de sténoses digestives.

L'exposition à l'ammoniac provoque, immédiatement, une irritation des muqueuses oculaires et respiratoires. À concentrations élevées, on observe :

- une irritation trachéobronchique : toux, dyspnée asthmatiforme ; le bronchospasme est parfois intense, responsable d'emblée d'une détresse respiratoire,
- une atteinte oculaire : larmolement, hyperhémie conjonctivale, ulcérations conjonctivales et cornéennes, iritis, cataracte, glaucome,
- des brûlures chimiques cutanées au niveau des parties découvertes,
- des ulcérations et un œdème des muqueuses nasale, oropharyngée et laryngée.

À court terme, le pronostic dépend de l'évolution des troubles respiratoires : bronchospasme et œdème laryngé, puis œdème aigu pulmonaire lésionnel (survenant habituellement entre la 6<sup>e</sup> et la 24<sup>e</sup> heure, après une phase de rémission apparente). Secondairement, l'hypersécrétion bronchique et la desquamation de la muqueuse sont responsables d'obstructions tronculaires et d'atélectasies ; la surinfection bactérienne est habituelle.

Les séquelles respiratoires (sténoses bronchiques, bronchiolite oblitérante, bronchectasies, fibrose pulmonaire) et oculaires (opacités cornéennes, cataracte, glaucome) sont fréquentes.

Les projections cutanées et oculaires d'ammoniaque sont responsables de lésions caustiques locales sévères, si une décontamination n'est pas rapidement réalisée. En cas de projection oculaire, les séquelles (opacités cornéennes, iritis, glaucome, cataracte) sont fréquentes.

#### Chronique [4, 22, 23]

L'exposition prolongée et répétée à l'ammoniac entraîne une tolérance : l'odeur et les effets irritants du gaz sont perçus à des concentrations plus élevées qu'initialement (le seuil de perception olfactif de l'ammoniac est très variable : quelques dixièmes de ppm à plus de 100 ppm).

Les effets de l'ammoniac sur la fonction respiratoire des travailleurs exposés au long cours ne semblent avoir fait l'objet que d'une étude ; la population était de petite taille (41 personnes), exposée depuis en moyenne 16 ans à l'ammoniac et à de brutales variations de température. Les concentrations atmosphériques du gaz ne sont pas précisées. Les seules anomalies constatées sont des diminutions (non significatives) de la capacité vitale et du VEMS.

Deux cas d'éruptions urticariennes chez des personnes exposées à des concentrations d'ammoniac élevées ont été décrites. Il n'est pas possible d'être certain du mécanisme allergique de ces manifestations.

#### Effet cancérigène [4, 24]

Un cancer de la cloison nasale est survenu après une brûlure par un mélange d'ammoniac et d'huile. Il est impossible de faire la part de la responsabilité de l'ammoniac dans la genèse de la tumeur.

Selon une équipe de la République démocratique allemande, la mortalité et l'incidence des tumeurs cancéreuses pulmonaires, laryngées, urinaires, gastriques et lymphoïdes étaient élevées dans une usine où l'ammoniac et des amines étaient manipulés. La publication est trop imprécise pour que la responsabilité de l'ammoniac puisse être déterminée.

- Décret 96-1010 modifié du 19 novembre 1996 (JO du 24 novembre 1996) relatif aux appareils destinés à être utilisés en atmosphère explosible.

#### 4. Cuves et réservoirs

- Article R. 233-46 du Code du travail et circulaire du ministère du Travail du 11 avril 1952 (non parue au JO).

#### 5. Valeurs limites d'exposition professionnelle

- Article R. 231-58 du Code du travail : décret du 9 février 2006 fixant des VLEP contraignantes (JO du 10 février 2006).
- Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 (JOCE du 16 juin 2000).

#### 6. 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.

#### 7. Classification et étiquetage

a) de l'ammoniac anhydre **pur** :

- Arrêté du 4 août 2005 (JO du 11 août 2005) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 qui prévoit la classification suivante :

Inflammable, R 10

Toxique, R 23 – Corrosif, R 34

Dangereux pour l'environnement, R 50

b) de l'ammoniac en solution aqueuse :

- Arrêté du 8 juin 1998 (JO du 3 juillet 1998) modifiant l'arrêté du 20 avril 1994 qui prévoit la classification suivante :

concentration  $\geq 25\%$  C, R 34 – N, R 50

$10\% \leq \text{conc.} < 25\%$  C, R 34

$5\% \leq \text{conc.} < 10\%$  Xi, R 36/37/38

c) des **préparations** contenant de l'ammoniac :

- Arrêté du 9 novembre 2004 (JO du 18 novembre 2004). Des limites de concentration figurent à l'annexe 1 des substances dangereuses.

#### 8. Entreprises extérieures

- Arrêté du 19 mars 1993 (JO du 27 mars 1993) fixant en application de l'article R. 237-8 du Code du travail la liste des travaux dangereux pour lesquels il est établi par écrit un plan de prévention (ammoniac anhydre).

## RÉGLEMENTATION

### HYGIÈNE ET SÉCURITÉ DU TRAVAIL

#### 1. Règles générales de prévention des risques chimiques

- Articles R. 231-54 à R. 231-54-17 du Code du travail.

#### 2. Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 232-5 à R. 232-5-14 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. Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 232-12-23 à R. 232-12-29 du Code du travail.

### PROTECTION DE LA POPULATION

- Article L. 5132.2 et articles R. 5132-43 à R. 5132-73 du Code de la santé publique :
  - détention dans des conditions déterminées (art. R. 5132-66) ;
  - étiquetage (cf. 7) ;
  - cession réglementée (art. R. 5132-58 et R. 5132-59) : ammoniac anhydre.

### PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

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

- n° 1135 : fabrication industrielle d'ammoniac.
- n° 1136 : emploi ou stockage de l'ammoniac.

## TRANSPORT

Se reporter éventuellement aux règlements suivants.

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

- ADR, RID, ADNRR  
*Ammoniac anhydre*  
N° ONU : 1005  
Classe : 2  
Groupe d'emballage : I
- Ammoniac en solution aqueuse (10% < NH<sub>3</sub> ≤ 35%)*  
N° ONU : 2672  
Classe : 8  
Groupe d'emballage : I ou II
- Ammoniac en solution aqueuse (35% < NH<sub>3</sub> ≤ 50%)*  
N° ONU : 2073  
Classe : 2  
Groupe d'emballage : I ou II
- Ammoniac en solution aqueuse (NH<sub>3</sub> > 50%)*  
N° ONU : 3318  
Classe : 2  
Groupe d'emballage : I ou II

### 2. Transport par air

- IATA

### 3. Transport par mer

- IMDG

## RECOMMANDATIONS

### I. AU POINT DE VUE TECHNIQUE [25 à 28]

#### Stockage

- Le stockage s'effectuera dans des locaux spéciaux, largement ventilés, soit par des ouvertures placées à la partie supérieure, soit par une cheminée de section suffisante et s'élevant au-dessus des immeubles voisins.
- L'installation électrique sera du type étanche à l'abri de l'action corrosive des vapeurs d'ammoniac. Le matériel électrique, y compris l'éclairage, sera conforme à la réglementation en vigueur.
- Ne pas fumer.
- Les récipients seront placés verticalement, à l'abri des rayons solaires, de la chaleur et des produits susceptibles de réagir vivement avec l'ammoniac (cf. *Propriétés chimiques*). Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés. Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.
- Le sol des locaux sera imperméable et formera cuvette de rétention afin qu'en cas de déversement accidentel, les solutions ne puissent se répandre au dehors.
- Prévoir, à proximité et à l'extérieur, des équipements de protection, notamment des appareils de protection respiratoire isolants autonomes, un poste d'eau à débit abondant, des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas d'accident.

## Manipulation

Les prescriptions relatives aux locaux de stockage sont applicables aux locaux où sont manipulés l'ammoniac 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.
  - Effectuer en appareil clos toute opération industrielle. Ventiler convenablement les locaux de travail. Dans tous les cas, capter les émissions à leur source. Prévoir, à proximité, des appareils de protection respiratoire et des équipements de protection appropriés.
  - Éviter le contact avec la peau et les yeux. Mettre, à la disposition du personnel, vêtements de protection, gants et lunettes de sécurité. Les effets seront maintenus en bon état et nettoyés après usage.
  - Lorsqu'on utilise un appareil faisant intervenir de l'ammoniac, il faut s'assurer que les raccords sont étanches et les conduites en état de fonctionnement et qu'ils sont compatibles avec l'ammoniac.
  - Pour la manutention et l'utilisation des bouteilles de gaz comprimé, il faut se conformer aux indications données par le fabricant. Ces bouteilles ne doivent pas être soumises à une manipulation brutale ou à des chocs. Elles ne seront jamais chauffées.
  - Les fuites d'ammoniac peuvent être détectées, soit au moyen d'une solution de chlorure d'hydrogène, soit au moyen de chlore ou de dioxyde de soufre comprimés. En présence d'ammoniac, il se forme des fumées blanches. L'utilisation de bougies au soufre est à proscrire en raison du risque d'incendie.
  - En cas de fuites d'ammoniac, seul le personnel muni d'appareils respiratoires isolants restera dans la zone polluée. Toutes les sources possibles d'ignition seront éliminées. S'il n'est pas possible de colmater immédiatement la fuite, on dirigera sur elle de grandes quantités d'eau.
  - Prévoir des douches de sécurité et des fontaines oculaires dans les ateliers.
  - Ne jamais procéder à des travaux sur et dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'ammoniac ou ses solutions aqueuses sans prendre les précautions d'usage [25].
  - L'évacuation des eaux résiduelles dans un égout ou une rivière ne pourra s'effectuer que lorsque leur pH aura été ramené entre 5,5 et 8,5.
  - Conserver les déchets ou les produits souillés dans des récipients prévus à cet effet. Les éliminer dans les conditions prévues par la réglementation (traitement dans l'entreprise ou dans un centre spécialisé).
- ### II. AU POINT DE VUE MÉDICAL
- Éloigner des postes comportant un risque d'exposition les sujets atteints d'affections cutanées, cardio-pulmonaires chroniques ou de troubles du tractus digestif supérieur.
  - Recommander aux porteurs de lentilles de contact d'utiliser des verres correcteurs lors des travaux où ils peuvent être exposés à des vapeurs ou aérosols du produit.

- Lors des examens systématiques, rechercher des lésions cutanées, oculaires, dentaires et pulmonaires ainsi que des signes d'irritation digestive.
- Lors d'accidents aigus, demander dans tous les cas l'avis d'un médecin. Lui préciser, si possible, le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est supérieur à 11,5.
- En cas de contact cutané, laver immédiatement à l'eau pendant quinze minutes. Retirer s'il y a lieu les vêtements souillés et ne les réutiliser qu'après décontamination.
- En cas de projection oculaire, laver immédiatement à grande eau pendant quinze minutes. Toujours consulter un ophtalmologiste.
- En cas d'inhalation de vapeurs ou d'aérosols, retirer la victime de la zone polluée, après avoir pris toutes les pré-

cautions nécessaires. Mettre en œuvre s'il y a lieu des manœuvres de réanimation. Laisser le sujet au repos en raison du risque d'accident respiratoire aigu retardé.

- En cas d'ingestion de solutions diluées (pH inférieur à 11,5), en très faible quantité, faire boire un ou deux verres d'eau. S'il apparaît des douleurs rétrosternales et abdominales, des nausées et des vomissements, consulter un médecin.
- En cas d'ingestion de solutions concentrées dont le pH est supérieur à 11,5 ou de solutions dont le pH n'est pas connu, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements; faire transférer rapidement en milieu hospitalier.

## BIBLIOGRAPHIE

1. KIRK-OTHMER – *Encyclopedia of Chemical Technology*, 4<sup>e</sup> éd., New York, John Wiley and sons, vol. 2, 1992, pp. 638-688.
2. *Encyclopédie des gaz*. Paris, l'Air Liquide, 1976, pp. 951-972.
3. *Matheson gas data book*. Secaucus, Matheson gas products, 1980, pp. 23-33.
4. *Occupational health guideline for ammonia*. Cincinnati, NIOSH/OSHA, 1981.
5. PASCAL P. – *Nouveau traité de chimie minérale*. Paris, Masson, 1956, tome X, pp. 76-155.
6. LELEU J. – *Réactions chimiques dangereuses*. Paris, INRS ED 697, 1987, pp. 36-37 et 39-40.
7. SAX N.I. – *Dangerous properties of industrial materials*. New York, Londres, Van Nostrand Reinhold Company, 1984, p. 257.
8. BRETHERICK'S handbook of reactive chemicals hazards, 6<sup>e</sup> éd., vol. 1. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1999, pp. 1657-1661.
9. *Fire protection guide to hazardous materials*, 13<sup>e</sup> éd., Amy Beasley Spencer and Guy R. Colonna, PE, editors. NFPA International, 1997.
10. DFG, *Analyses of hazardous substances (Ammonia)*, Wiley-VCH, Volume 9, 2005.
11. Base de données *Métropol*. Métrologie des polluants. Fiche 013 (Ammoniac et sels d'ammonium). INRS. Consultable sur le site <http://www.inrs.fr>.
12. CLAYTON G.D., CLAYTON F.E. – *Patty's industrial hygiene and toxicology*, 3<sup>e</sup> éd., vol. II B. New York, John Wiley and sons, 1981, pp. 3 045-3 070.
13. RICHARD D., JOUANY J.-M., BOUDENE C. – *Toxicité aiguë par voie aérienne du gaz ammoniac chez le lapin*. C.R. Acad. Sci., 1978, 287, pp. 375-378.
14. DODDS K.T., GROSS D.R. – *Ammonia inhalation toxicity in cats. A study of acute and chronic respiratory dysfunction*. Arch. Env. Health, 1980, 35, pp. 6-14.
15. GRANT W.M. – *Toxicology of the eye*, 2<sup>e</sup> éd. Springfield, C.C. Thomas Publishers, 1974, pp. 121-128.
16. RICHARD D., BOULEY G., BOUDENE C. – *Effets de l'inhalation continue d'ammoniac chez le rat et la souris*. Bull. Eur. Physiopath. Resp., 1978, 14, pp. 573-582.
17. PONTAL P.G., BRUN J.-G., LORIMIER G. – *Brûlures caustiques du tractus digestif supérieur*. Rev. Méd., 1983, 4-5, pp. 191-195.
18. GAULTIER M. et coll. – *À propos de 3 cas d'intoxication aiguë par l'ammoniac. Évolution clinique et biologique*. Ann. Méd. Lég., 1964, 4, pp. 357-361.
19. WALTON M. – *Industrial ammonia gassing*. Brit. J. Ind. Med., 1973, 30, pp. 78-86.
20. TAPLIN G.V. et coll. – *Radionuclidic lung-imaging procedures in the assessment of injury due to ammonia inhalation*. Chest, 1976, 5, pp. 582-586.
21. FLUR K.E. et coll. – *Airway obstruction due to inhalation of ammonia*. Mayo Clin. Proc., 1983, 58, pp. 389-393.
22. EL SEWEFY A.Z., AWAD S. – *Chronic bronchitis in an Egyptian ice factory*. J. Egypt. Med. Assoc., 1971, 54, pp. 304-310.
23. MORRIS G.E. – *Urticaria following exposure to ammonia fumes*. Arch. Ind. Health, 1958, 13, p. 480.
24. SHIMKIN M.B. et coll. – *Appearance of carcinoma following single exposure to a refrigeration ammonia oil mixture. Report of a case and discussion of the role of carcinogenesis*. Arch. Ind. Hyg. Occur. Med., 1954, 9, pp. 186-193.
25. Cuves et réservoirs. Recommandation CNAM R 276. INRS.
26. *The handling and storage of liquid propellants*. Washington, Office of the director of defense research and engineering, 1963, pp. 39-56.
27. *American national standard safety requirements for the storage and handling of anhydrous ammonia*. New York, American National Standards Institute, 1972.
28. CICOLELLA A. – *Étude de l'action de l'eau sur une fuite d'ammoniac liquide non réfrigéré*. Travail et sécurité, nov. 1973, pp. 528-533.