

# Ammoniac et solutions aqueuses

Fiche toxicologique n°16

## Généralités

Edition \_\_\_\_\_ Juillet 2018

**Formule :**

NH<sub>3</sub> (Ammoniac), NH<sub>4</sub>OH (Ammoniaque)

## Substance(s)

Nom	Détails	
Ammoniac	Numéro CAS	<b>7664-41-7</b>
	Numéro CE	<b>231-635-3</b>
	Numéro index	<b>007-001-00-5</b>
	Synonymes	<b>Ammoniac anhydre</b>
Ammoniaque	Numéro CAS	<b>1336-21-6</b>
	Numéro CE	<b>215-647-6</b>
	Numéro index	<b>007-001-01-2</b>
	Synonymes	<b>Ammoniaque ; Hydroxyde d'ammonium en solution aqueuse...%.</b>

## Etiquette



**AMMONIAC ANHYDRE**

**Danger**

- H221 - Gaz inflammable
- H314 - Provoque des brûlures de la peau et des lésions oculaires graves
- H331 - Toxique par inhalation
- 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.  
231-635-3

*Selon l'annexe VI du règlement CLP.*

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

*Remarque : Lorsqu'ils sont mis sur le marché, les gaz doivent être classés « gaz sous pression » selon l'un des groupes définis par le CLP, en fonction de l'état physique dans lequel le gaz est emballé.*

Numéros Index - noms chimiques	Etiquetage selon le règlement CLP (CE n° 1272/2008)

007-001-01-2 – Ammoniaque... %



Danger, H314, H400

## Caractéristiques

### Utilisations

L'ammoniac anhydre et ses solutions aqueuses sont utilisés dans divers secteurs :

- Industrie du froid (comme réfrigérant) ;
- Fabrication de composants électroniques ou photovoltaïques ;
- Fabrication des engrais ;
- Pétrole et carburants ;
- Traitement des métaux ;
- Synthèse organique ;
- 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 et irritante, plus léger que l'air. Il se liquéfie facilement.

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.

Nom Substance	Détails	
Ammoniac	N° CAS	<b>7664-41-7</b>
	Etat Physique	<b>Gaz</b>
	Masse molaire	<b>17,03</b>
	Point de fusion	<b>-77,7 °C</b>
	Point d'ébullition	<b>- 33,3 °C</b>
	Densité	<b>0,682 à - 33,3 °C (ammoniac liquide)</b>
	Densité gaz / vapeur	<b>0,59</b>
	Pression de vapeur	<b>860 kPa à 20 °C</b>
	Point critique	<b>température : 132 °C</b>
	Température d'auto-inflammation	<b>651 °C</b>
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité (en volume % dans l'air)	<b>limite inférieure : 15% limite supérieure : 28%</b>
	Limites d'explosivité ou d'inflammabilité	<b>Limite d'explosivité de l'ammoniac dans l'oxygène (% en volume) : Limite inférieure : 33 % Limite supérieure : 79 %</b>

### 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.

## Réipients de stockage

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

## Valeurs Limites d'Exposition Professionnelle

Des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) **contraignantes** dans l'air des lieux de travail ont été établies pour l'ammoniac anhydre (Article R.4412-149 du Code du travail).

Substance	Pays	VME (ppm)	VME (mg/m <sup>3</sup> )	VLCT (ppm)	VLCT (mg/m <sup>3</sup> )
Ammoniac anhydre	France (VLEP contraignante - 2006)	10	7	20	14
Ammoniac anhydre	Union européenne	20	14	50	36
Ammoniac anhydre	États-Unis (ACGIH)	25	18	35	27
Ammoniac anhydre	Allemagne (MAK)	20	14	40	28

## Méthodes de détection et de détermination dans l'air

[10, 11]

- Prélèvement sur un tube contenant une couche de charbon traité à l'acide sulfurique ou d'un filtre en fibre de quartz imprégné d'acide sulfurique et de glycérol (en présence ou non d'un filtre ou d'une membrane pour retenir, au besoin, les sels d'ammonium particulaires en suspension dans l'air). Désorption à l'aide d'eau déionisée. Dosage par chromatographie ionique avec suppression chimique et détection par conductimétrie.

## Incendie - Explosion

[12]

L'ammoniac est un gaz relativement peu inflammable (son énergie minimale d'inflammation d'environ 14 mJ est relativement élevée pour un gaz). Il peut cependant former des mélanges explosifs avec l'air dans les limites de 15 à 33 % en volume. Il est beaucoup plus inflammable dans l'oxygène et réagit d'autant plus violemment (son domaine d'inflammabilité s'entend alors jusqu'à des concentrations voisines de 80 %). Le contact de l'ammoniac avec certains produits tels que le mercure, les halogènes et certains produits halogénés, les métaux alcalino-terreux (notamment le calcium et le baryum), l'oxyde d'argent... peut conduire à des réactions violentes pouvant aller jusqu'à l'incendie ou l'explosion (voir la partie « Propriétés chimiques »).

En cas de fuite enflammée d'ammoniac, n'agir que s'il est possible de couper l'alimentation en gaz. Les agents d'extinction préconisés sont les poudres et le dioxyde de carbone. L'eau pulvérisée peut aussi être utilisée pour refroidir les équipements et pour abattre le gaz au sol.

D'une manière générale, en cas d'incendie, il est recommandé d'éloigner immédiatement les réservoirs exposés au feu pour éviter les risques d'éclatement et de les refroidir (risque de rupture sous l'action de la chaleur).

En raison de la toxicité des fumées émises lors de la décomposition thermique de l'ammoniac (dioxyde d'azote, oxyde nitrique), les intervenants qualifiés seront équipés d'appareils de protection respiratoire isolants autonomes et de combinaisons de protection étanches au gaz et résistant aux produits chimiques.

## Pathologie - Toxicologie

### Toxicocinétique - Métabolisme

[4, 13]

*L'ammoniac agit localement et son absorption semble peu importante. Son métabolisme a été peu étudié.*

#### Chez l'animal

Au contact avec l'humidité, l'ammoniac est rapidement transformé en ammoniac 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 ammoniac) au niveau des voies aériennes supérieures. Chez le lapin, lorsque la concentration atmosphérique est de 2000 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).

## Toxicité expérimentale

### Toxicité aiguë

[4, 13 à 16]

*Elle se traduit par un effet caustique au niveau de la peau et des muqueuses oculaires, digestives et respiratoires. L'importance des lésions dépend de la concentration et du temps de contact.*

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 7600 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 4837 ppm pour 1 exposition de heure ; elle est de 3310 mg/m<sup>3</sup> pour 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.

## Toxicité subchronique, chronique

[4, 13, 15, 17]

**L'exposition répétée provoque une irritation oculaire mais surtout respiratoire chronique (bronchite chronique).**

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'amendent 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.

## Effets génotoxiques

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

## Effets cancérogènes

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

## Effets sur la reproduction

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

## Toxicité sur l'Homme

**L'exposition aiguë est responsable de sévères effets caustiques sur la peau et les muqueuses digestives et oculaires. En cas d'exposition répétée, une atteinte de la fonction respiratoire ne peut être éliminée. Certaines études indiquent la possibilité d'effet cancérogène sur différents organes mais restent trop imprécises pour permettre de conclure.**

## Toxicité aiguë

[4, 13, 16, 18 à 22]

L'ingestion d'une solution concentrée d'ammoniac (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 œsogastroodénale 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'ammoniac 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.

## Toxicité chronique

[4, 23, 24]

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 volume expiratoire maximal par seconde (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.

## Effets cancérogènes

[4, 25]

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.

## Réglementation

Rappel : La réglementation citée est celle en vigueur à la date d'édition de cette fiche : Juillet 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 du ministère du travail n° 12 du 24 mai 2006 (non parue au JO).

### Aération et assainissement des locaux

- Articles R. 4222-1 à R. 4222-26 du Code du travail.
- Circulaire du ministère du Travail du 9 mai 1985 (non parue au JO).
- Arrêtés des 8 et 9 octobre 1987 (JO du 22 octobre 1987) et du 24 décembre 1993 (JO du 29 décembre 1993) relatifs aux contrôles des installations.

### Prévention des incendies et des explosions

- Articles R. 4227-1 à R. 4227-41 du Code du travail.
- Articles R. 4227-42 à R. 4227-57 du Code du travail.
- Articles R. 557-1-1 à R. 557-5-5 et R. 557-7-1 à R. 557-7-9 du Code de l'environnement (produits et équipements à risques).

### Valeurs limites d'exposition professionnelle (Françaises)

- Article R. 4412-149 du Code du travail : Décret n° 2006-133 du 9 février 2006.

### Valeurs limites d'exposition professionnelle (Européennes)

- Directive 2000/39/CE de la Commission du 8 juin 2000 (JOCE du 16 juin 2000).

### Maladies à caractère professionnel

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

### Travaux interdits

- Jeunes travailleurs de moins de 18 ans : article D. 4153-17 du Code du travail. Des dérogations sont possibles sous conditions : articles R. 4153-38 à R. 4153-49 du Code du travail.

### Entreprises extérieures

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

### Classification et étiquetage

a) **substance** ammoniac anhydre :

Le règlement CLP (règlement (CE) n° 1272/2008 du Parlement européen et du Conseil du 16 décembre 2008 (JOU E L 353 du 31 décembre 2008)) introduit dans l'Union européenne le système général harmonisé de classification et d'étiquetage ou SGH. La classification et l'étiquetage de l'ammoniac et solutions aqueuses figurent dans l'annexe VI du règlement CLP. La classification est :

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié
  - Gaz inflammables, catégorie 2 ; H221
  - Corrosion, catégorie 1B ; H314
  - Toxicité aiguë (par inhalation), catégorie 3 (\*) ; H331
  - Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ; H400

(\*) Cette classification est considérée comme une classification minimale ; La classification dans une catégorie plus sévère doit être appliquée si des données accessibles le justifient. Par ailleurs, il est possible d'affiner la classification minimum sur la base du tableau de conversion présenté en Annexe VII du règlement CLP quand l'état physique de la substance utilisée dans l'essai de toxicité aiguë par inhalation est connu. Dans ce cas, cette classification doit remplacer la classification minimale.

Certains fournisseurs proposent d'ajouter en plus la mention de danger H280 : Contient un gaz sous pression ; peut exploser sous l'effet de la chaleur.

Pour plus d'informations, se reporter au site de l'ECHA ( <http://echa.europa.eu/web/guest/information-on-chemicals/cl-inventory-database>).

b) ammoniac **en solution aqueuse** :

- selon le règlement (CE) n° 1272/2008 modifié
  - Corrosion, catégorie 1B ; H314
  - Dangers pour le milieu aquatique – Danger aigu, catégorie 1 ; H400

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

- Règlement (CE) n° 1272/2008 modifié

Des limites de concentration figurent à l'annexe VI du CLP : STOT SE 3 ; H335 : C>= 5 %

### Protection de la population

- Articles L. 1342.1 à 1342-12 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. § réglementation) ;
  - cession réglementée (art. R. 5132-58 et R. 5132-59) : ammoniac anhydre.

### Protection de l'environnement

Les installations ayant des activités, ou utilisant des substances, présentant un risque pour l'environnement peuvent être soumises au régime ICPE. Pour 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.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr/La-nomenclature-des-installations.html](http://www.installationsclassees.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](http://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

#### Information et formation des travailleurs

- Instruire le personnel des risques présentés par la substance, des précautions à observer ainsi que des mesures d'hygiène à mettre en place et d'urgence à prendre en cas d'accident.
- Former les opérateurs à la manipulation des moyens d'extinction (extincteurs, robinet d'incendie armé...).
- Former les opérateurs au risque lié aux atmosphères explosives [26].
- Observer une hygiène corporelle et vestimentaire très stricte : Lavage soigneux des mains (savon et eau) après manipulation et changement de vêtements de travail. Ces vêtements de travail sont fournis gratuitement, nettoyés et remplacés si besoin par l'entreprise. Ceux-ci sont rangés séparément des vêtements de ville. En aucun cas les salariés ne doivent quitter l'établissement avec leurs vêtements et leurs chaussures de travail.
- Ne pas **fumer, vapoter, boire** ou **manger** sur les lieux de travail.

#### Manipulation

- Pour la manutention et l'utilisation des bouteilles de gaz, se conformer **strictement** aux prescriptions du fabricant.
- L'installation d'une purge entre la bouteille et le détenteur est recommandée [12].

- Éviter tout contact de produit avec la peau et les yeux. Effectuer en **appareil clos** toute opération industrielle qui s'y prête. Dans tous les cas, prévoir une **aspiration du gaz à sa source d'émission**, ainsi qu'une **ventilation** des lieux de travail conformément à la réglementation en vigueur.
- Réduire le nombre de personnes exposées à l'ammoniac anhydre.
- Éviter tout rejet atmosphérique d'ammoniac anhydre.
- Faire contrôler annuellement l'exposition atmosphérique des salariés à l'ammoniac anhydre par un organisme accrédité, sauf dans le cas où l'évaluation des risques a conclu à un risque faible (§ Méthodes de détection et de détermination dans l'air). Prévoir un système d'alarme et un arrêt automatique de l'installation dès que la concentration dépasse la valeur limite d'exposition.
- Soumettre les installations à un entretien préventif régulier axé notamment sur l'étanchéité.
- Les équipements et installations conducteurs d'électricité utilisant ou étant à proximité de l'ammoniac doivent posséder des liaisons équipotentielles et être mis à la terre, afin d'évacuer toute accumulation de charges électrostatiques pouvant générer une source d'inflammation sous forme d'étincelles [27].
- Les opérations génératrices de sources d'inflammation (travaux par point chaud type soudage, découpage, meulage...) réalisées à proximité ou sur les équipements utilisant ou contenant l'ammoniac doivent faire l'objet d'un permis de feu [28].
- Ne jamais procéder à des travaux sur ou dans des cuves et réservoirs contenant ou ayant contenu de l'ammoniac anhydre sans prendre les précautions d'usage [29].

**Équipements de Protection Individuelle (EPI)** ; le choix des EPI dépend des conditions au poste de travail et de l'évaluation des risques professionnels. Ils ne doivent pas être source d'**électricité statique** (chaussures antistatiques, vêtements de protection et de travail dissipateurs de charges) [30, 31]. Une attention particulière sera apportée lors du retrait des équipements afin d'éviter toute contamination involontaire [32 à 34].

- Appareils de protection respiratoire : Prévenir l'inhalation de vapeurs ou de brouillards. Si un appareil filtrant peut être utilisé, il doit être muni d'un filtre de type K lors de la manipulation de la substance. Pour les interventions d'urgence, le port d'un appareil respiratoire isolant autonome est nécessaire [ED6106]
- Gants : Les matériaux préconisés pour un contact prolongé sont par exemple les caoutchoucs butyle, nitrile, néoprène. Certains matériaux sont à éviter : caoutchouc naturel, PVC, PVA...etc. [36,37]. Le point 8 de la FDS peut renseigner quant à la nature des matériaux pouvant être utilisés pour la manipulation de cette substance.
- Vêtements de protection : Quand leur utilisation est nécessaire ( **en complément du vêtement de travail** ), leurs choix dépendent de l'**état physique** de la substance. **Seul le fabricant** peut confirmer la protection effective d'un vêtement contre la substance. Dans le cas de vêtements réutilisables, il convient de **se conformer strictement à la notice du fabricant**.
- Lunettes de sécurité : elles seront équipées de protections latérales et avec écran facial lors d'opérations spécifiques (ex : transvasement), cf. point 8 de la FDS du fournisseur.

#### Stockage

- Stocker l'ammoniac anhydre ou ses solutions aqueuses dans des locaux **frais** et **sous ventilation mécanique permanente**. Tenir à l'écart de la chaleur, des surfaces chaudes, de toute source d'inflammation (étincelles, flammes nues, rayons solaires...). Il convient de s'assurer auprès du fournisseur de la substance ou du matériau de stockage de la **bonne compatibilité** entre le matériau envisagé et la substance stockée.
- Stocker les récipients en position verticale, fermement maintenus pour éviter tout risque de chute ou de choc.
- **Fermer soigneusement** les récipients et les étiqueter conformément à la réglementation.
- Mettre à disposition dans ou à proximité immédiate du local/zone de stockage des moyens d'extinction adaptés à l'ensemble des produits stockés.
- **Séparer** l'ammoniac anhydre des produits combustibles ou inflammables. Si possible, le stocker à l'**écart** des autres produits chimiques dangereux.

#### Déchets

- Le stockage des déchets doit suivre les mêmes règles que le stockage des substances à leur arrivée (§ stockage).
- Conserver les déchets et les produits souillés dans des récipients spécialement prévus à cet effet, **clos et étanches**. Les éliminer dans les conditions autorisées par la réglementation en vigueur.

#### En cas d'urgence

En cas de fuite, **aérer** la zone et **évacuer** le personnel en ne faisant intervenir **que** des opérateurs **entraînés** et **munis d'un équipement de protection approprié**. Supprimer toute source d'inflammation potentielle.

Des appareils de protection respiratoire isolants autonomes sont à prévoir à **proximité et à l'extérieur** des locaux pour les interventions d'urgence.

Prévoir l'installation de **fontaines oculaires** et de **douches de sécurité**.

Si ces mesures ne peuvent pas être réalisées sans risque de sur-accident ou si elles ne sont pas suffisantes, contacter les équipes de secours interne ou externe au site.

## Au point de vue médical

#### Suivi médical

- **Eviter d'exposer** les sujets atteints d'affections cutanées, cardio-pulmonaires chroniques ou de troubles du tractus digestif supérieur.
- **Lors des visites initiales et périodiques :**
  - **Examen clinique :** Rechercher des atteintes cutanées, cardio-pulmonaires ou digestives chroniques. Lors des visites périodiques, rechercher des lésions cutanées, oculaires, dentaires et pulmonaires ainsi que des signes d'irritation digestive.
  - **Examens complémentaires :** 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 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 :** Appeler immédiatement un SAMU. Retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et laver la peau immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes. Dans tous les cas consulter un médecin.

- **En cas de projection oculaire :** Appeler immédiatement un SAMU. Rincer immédiatement et abondamment les yeux à l'eau courante pendant au moins 15 minutes, paupières bien écartées; En cas de port de lentilles de contact, les retirer avant le rinçage. Dans tous les cas consulter un ophtalmologiste, et le cas échéant 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 toutes les précautions nécessaires pour les sauveteurs. Si la victime est consciente, la maintenir au maximum au repos. 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 nécessaire, retirer les vêtements souillés (avec des gants adaptés) et commencer une décontamination cutanée et oculaire (laver immédiatement et abondamment à grande eau pendant au moins 15 minutes).
- **En cas d'ingestion :** En cas d'ingestion d'une solution concentrée dont le pH est supérieur à 11,5, ou d'une solution dont le pH n'est pas connu, quelle que soit la quantité absorbée, appeler immédiatement un SAMU ou un centre antipoison, faire transférer la victime en milieu hospitalier dans les plus brefs délais. 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, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, ne pas tenter de provoquer des vomissements. En cas d'ingestion de quelques gouttes d'une solution diluée (pH inférieur à 11,5), appeler rapidement un centre anti poison. 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, faire rincer la bouche avec de l'eau, ne pas faire boire, pas tenter de provoquer des vomissements. En cas de symptômes (douleurs rétrosternales ou abdominales, nausées, vomissements...), consulter un médecin.
- **Autres :** Préciser si possible, le pH de la solution responsable. Les risques sont particulièrement graves lorsque le pH est supérieur à 11,5.

## 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. 2333.
- 4 | Occupational health guideline for ammonia. Cincinnati, NIOSH/OSHA, 1981.
- 5 | Pascal P. - Nouveau traité de chimie minérale. Paris, Masson, 1956, tomeX, pp. 76-155.
- 6 | Leleu J, Triolet J - Réactions chimiques dangereuses. 2<sup>ème</sup> édition. Édition ED 697. INRS, 2003 ( <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20697> ).
- 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-Heineman, 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 | Ammonia in workplace atmospheres – solid sorbent. Method ID-188. In : OSHA Sampling and Analytical Methods. OSHA, 2002 ( <https://www.osha.gov/dts/sltc/methods/index.html> ).
- 11 | Ammoniac et sels d'ammonium M-13. In : MétroPol. INRS, 2015 ( <http://www.inrs.fr/publications/bdd/metropol.html> ).
- 12 | Ammoniac. Fiche de données de sécurité. Air Liquide, 201.
- 13 | 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.
- 14 | 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.
- 15 | 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.
- 16 | Grant W.M. - Toxicology of the eye, 2<sup>e</sup> éd. Springfield, C.C. Thomas Publishers, 1974, pp. 121-128.
- 17 | 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.
- 18 | Pontal P.G., Brun J.-G., Lorimier G. - Brûlures caustiques du tractus digestif supérieur. *Rev. Méd.*, 1983, 4-5, pp. 191-195.
- 19 | 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.
- 20 | Walton M. - Industrial ammonia gassing. *Brit. J. Ind. Med.*, 1973, 30, pp. 78-86.
- 21 | Taplin G.V. *et coll.* - Radionuclidic lung-imaging procedures in the assessment of injury due to ammonia inhalation. *Chest*, 1976, 5, pp. 582-586.
- 22 | Flur K.E. *et coll.* - Airway obstruction due to inhalation of ammonia. *Mayo Clin. Proc.*, 1983, 58, pp. 389-393.
- 23 | El Sewefy A.Z., Awad S. - Chronic bronchitis in an Egyptian ice factory. *J. Egypt. Med. Assoc.*, 1971, 54, pp. 304-310.
- 24 | Morris G.E. - Urticaria following exposure to ammonia fumes. *Arch. Ind. Health*, 1958, 13, p.480.
- 25 | 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.
- 26 | Mise en œuvre de la réglementation relative aux atmosphères explosives (ATEX) – Guide méthodologique. Brochure ED 945. INRS, août 2011 ( <http://www.inrs.fr> ).
- 27 | Electricité statique. Brochure ED 874. INRS, juillet 2004 ( <http://www.inrs.fr> ).
- 28 | Le permis de feu. Brochure ED 6030. INRS, février 2011 ( <http://www.inrs.fr> ).
- 29 | 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> ).
- 30 | Vêtements de travail et équipements de protection individuelle – Propriétés antistatiques et critère d'acceptabilité en zone ATEX. Note documentaire ND 2358. INRS, juin 2012 ( <http://www.inrs.fr> ).
- 31 | EPI et vêtements de travail : mieux comprendre leurs caractéristiques antistatiques pour prévenir les risques d'explosion. Notes techniques NT33. INRS, décembre 2015 ( <http://www.inrs.fr> ).

32 | Risques chimiques ou biologiques. Retirer ses gants en toute sécurité. Gants à usage unique ou réutilisables, ED 6168 et 6169. INRS, décembre 2013 (<http://www.inrs.fr>)

33 | Quels vêtements de protection contre les risques chimiques. Fiche pratique de sécurité ED 127. INRS, mars 2015 (<http://www.inrs.fr>).

34 | Les équipements de protection individuelle des yeux et du visage - Choix et utilisation. Brochure ED 798. INRS, décembre 2009 (<http://www.inrs.fr>).

35 | Les appareils de protection respiratoire - Choix et utilisation. Brochure ED 6106. INRS, juillet 2017 (<http://www.inrs.fr>).

36 | Forsberg K, Den Borre AV, Henry III N, Zeigler JP – Quick selection guide to chemical protective clothing. 6<sup>th</sup> ed. Hoboken : John Wiley & Sons ; 260 p.

37 | Ammoniac. In : ProtecPo Logiciel de pré-sélection de matériaux de protection de la peau. INRS-IRSST, 2011 (<https://protecpo.inrs.fr/ProtecPo/jsp/Accueil.jsp>).

<sup>1</sup><http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=ED%20697>

## Auteurs

D. Jargot, F. Marc, F. Pillière et S. Robert.

## Historique des révisions

1 <sup>re</sup> édition	1965
2 <sup>e</sup> édition	1982
3 <sup>e</sup> édition	2007
4 <sup>e</sup> édition (mise à jour partielle) : <ul style="list-style-type: none"><li>■ Utilisations</li><li>■ Méthodes de détection et de détermination dans l'air</li><li>■ Incendie-Explosion</li><li>■ Réglementation</li><li>■ Recommandations techniques</li><li>■ Recommandations médicales</li></ul>	Juillet 2018