

AMMONIAC

Classification U.E. :

T : toxique

N : dangereux
pour l'environnement



N° ONU : 1005

Classification MARPOL : non pertinent

Classification SEBC : GD (gaz, se dissout)



GRANDE PAROISSE



Cedre

AMMONIAC

GUIDE PRATIQUE

INFORMATION

DÉCISION

INTERVENTION

Guide rédigé par le Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux (*Cedre*) avec le soutien financier et le conseil technique de la Grande Paroisse.

Les informations contenues dans ce guide sont issues d'un travail de synthèse et de l'expérience du *Cedre*. Celui-ci ne pourra être tenu responsable des conséquences de leur utilisation.

Édition : décembre 2006

Dépôt légal à parution
Achevé d'imprimer sur les presses de Cloître Imprimeurs, 29800 Saint Thonan

Objet du guide

Dans le cadre d'études financées, la société Grande Paroisse et le Cedre (Centre de Documentation, de Recherche et d'Expérimentations sur les Pollutions Accidentelles des Eaux) éditent une série de guides d'intervention face aux risques chimiques. Ils constituent une aide lors de l'intervention d'urgence en cas d'accident ou d'incident mettant en cause notamment un navire, une barge ou une péniche transportant des substances dangereuses susceptibles d'entraîner une pollution aquatique.

Ces guides constituent une actualisation des 61 "mini-guides d'intervention" édités par le Cedre au début des années 1990.

L'objectif de ces guides est de permettre un accès rapide aux informations de première nécessité (Chapitre : "Données de première urgence"), ainsi que de fournir des sources bibliographiques pertinentes pour la recherche de données complémentaires.

Ils contiennent aussi des résultats de scénarios correspondant à des accidents survenus en Manche, en Méditerranée et en zone fluviale, zone portuaire et rivière. Ces scénarios n'ont pour ambition que de donner des indications d'urgence aux décideurs. Chaque cas réel d'accident doit être analysé de manière spécifique et le décideur ne saurait faire l'économie de mesures *in situ* (dans l'air, l'eau, les sédiments, la faune aquatique...) afin de préciser les zones d'exclusion.

Ces guides sont destinés à des spécialistes bien au fait des techniques à mettre en œuvre en cas de sinistre et aptes à juger de l'opportunité d'appliquer les mesures préconisées. Si la lutte pour limiter les conséquences des déversements est au centre de nos préoccupations, nous ne pouvons passer sous silence les aspects de protection des intervenants et de toxicologie humaine.

Pour joindre l'ingénieur d'astreinte du Cedre (24h/24h)
Tél. : + 33 (0)2 98 33 10 10

Veille toxicologique nationale en cas de risque toxicologique majeur

Une astreinte est assurée 24h/24h par la Sous-Direction 7 de la Direction Générale de la Santé (SD7/DGS).

Heures ouvrables Tél. 01 40 56 47 95
Fax 01 40 56 50 56

Hors heures ouvrables : appeler la Préfecture du département ou de la Zone de Défense (voire la DDASS ou la DRASS).

Les centres antipoison en France

Angers (Centre Hospitalier d'Angers) Tél. : 02 41 48 21 21
Bordeaux (Hôpital Pellegrin-Tripode) Tél. : 05 56 96 40 80
Grenoble (Hôpital Albert Michallon) Tél. : 04 76 76 56 46
Lille (Centre Hospitalier Régional Universitaire) Tél. : 08 25 81 28 22
Lyon (Hôpital Edouard Herriot) Tél. : 04 72 11 69 11
Marseille (Hôpital Salvator) Tél. : 04 91 75 25 25
Nancy (Hôpital Central) Tél. : 03 83 32 36 36
Paris (Hôpital Fernand Widal) Tél. : 01 40 05 48 48
Reims (Hôpital Maison Blanche) Tél. : 03 26 06 07 08
Rennes (Hôpital de Pontchaillou) Tél. : 02 99 59 22 22
Rouen (Hôpital Charles Nicolle) Tél. : 02 35 88 44 00
Strasbourg (Hôpitaux Universitaires) Tél. : 03 88 37 37 37
Toulouse (Hôpital de Purpan) Tél. : 05 61 77 74 47

Sommaire

Objet du guide	4
A CE QU'IL FAUT SAVOIR SUR L'AMMONIAC	6
B DONNÉES DE PREMIÈRE URGENCE	7
B.1 - Données de premiers secours	8
B.2 - Fiche d'identité	9
B.3 - Données physiques	10
B.4 - Données sur l'inflammabilité	11
B.5 - Données toxicologiques	12
B.6 - Données écotoxicologiques	15
B.7 - Persistance dans l'environnement	16
B.8 - Classification	17
B.9 - Risques particuliers	20
B.10 - Transport, manipulation, stockage	22
C RÉSULTATS DES SCÉNARIOS D'ACCIDENTS	23
C.1 - Rappel des propriétés	24
C.2 - Les scénarios d'accidents	25
C.3 - Les scénarios de consommation	40
D LUTTE CONTRE LES DÉVERSEMENTS	41
D.1 - Exemple de déversement d'ammoniac	42
D.2 - Recommandations relatives à l'intervention	44
D.3 - Techniques de lutte	45
D.4 - Choix des Équipements de Protection Individuelle (EPI)	47
D.5 - Appareils de mesure et traitement des déchets	49
E COMPLÉMENT D'INFORMATION	50
E.1 - Glossaire	51
E.2 - Sigles et acronymes	55
E.3 - Adresses Internet utiles	57
E.4 - Bibliographie	58
E.5 - Crédit photos	60
Annexes	61
Annexe 1 : synthèse et complément sur les données physiques et toxicologiques	62
Annexe 2 : fiche format fax	66

Ce qu'il faut savoir sur l'ammoniac

A

Définition

L'ammoniac est un gaz incolore à odeur irritante, piquante et caractéristique. Ce gaz est toxique pour l'homme et pour l'environnement.

Dans des conditions particulières, il est capable de former un mélange explosif avec l'air. L'inflammation exige à la fois une température élevée et une grande énergie de la source d'allumage.

L'ammoniac se présente sous forme gazeuse aux conditions usuelles de température et de pression mais il est généralement stocké et transporté sous forme de gaz liquéfié sous sa propre pression de vapeur saturante.

Utilisation

Le gaz ammoniac est principalement utilisé pour l'industrie du froid et la fabrication des engrais, en application directe ou comme matière première pour la synthèse d'engrais azotés tel que l'urée, le nitrate d'ammonium, le sulfate d'ammonium ou le phosphate d'ammonium.

Ses autres usages moins répandus sont : le traitement des métaux, la fabrication du cuir, l'industrie des pâtes et papiers, des aliments et boissons, la production de produits pharmaceutiques ainsi que les techniques de traitement des fumées (réduction des oxydes d'azote NOx).

Risques

- Toxicité : les vapeurs d'ammoniac sont très toxiques par inhalation ou corrosives par contact, et provoquent des irritations cutanées, oculaires et respiratoires. Le contact direct avec l'ammoniac liquéfié peut provoquer des

engelures, des brûlures par corrosion et des lésions oculaires, jusqu'à la cécité.

- Incendie et explosion : mélangé à l'air, l'ammoniac présente, dans certains cas (confinement en particulier), un risque d'explosion. Ce risque peut généralement être considéré comme faible. En effet, l'allumage est difficile ; de plus une explosion violente n'est possible qu'en cas de confinement ou d'amorçage énergétique. Ceci explique que les explosions violentes constatées aient concerné principalement les installations frigorifiques.

À partir de 450°C, l'ammoniac se décompose en donnant de l'hydrogène, qui est inflammable, et de l'azote. Cette décomposition peut se produire à une température plus faible en présence de métaux comme le fer. Les surpressions en cas de chaleur excessive entraînent un dégagement de gaz toxiques et inflammables.

Comportement dans l'environnement

Déversé dans l'eau, l'ammoniac bout violemment et s'évapore partiellement ; il se dissout rapidement dans l'eau en formant une solution aqueuse, l'ammoniaque, corrosive et alcaline, ayant un pH supérieur à 11.

L'ammoniac est très volatil (pression de vapeur : 890 kPa à 20°C) et libère donc des vapeurs lorsqu'il se déverse. Ses vapeurs étant moins denses que l'air ($d=0,6$), elles devraient avoir tendance à s'élever ; cependant, l'ammoniac déversé en grande quantité peut produire un nuage de vapeur blanchâtre, qui se comporte alors comme un gaz lourd et se déplace au ras de l'eau ou au sol.

Données de première urgence

- Données de premiers secours ————— B1
- Fiche d'identité ————— B2
- Données physiques ————— B3
- Données sur l'inflammabilité ————— B4
- Données toxicologiques ————— B5
- Données écotoxicologiques ————— B6
- Persistance dans l'environnement ————— B7
- Classification ————— B8
- Risques particuliers ————— B9
- Transport, manipulation, stockage ————— B10

B

Données de premiers secours

(CCHST, 1998 ; FDS G. P., 2005)

S'équiper d'un appareil respiratoire avant de secourir une personne en danger.

Éliminer la source de contamination ou retirer le sujet de la zone polluée. Couvrir la victime. Les nuages de vapeurs ammoniacales peuvent gêner la visibilité.

Intoxication par inhalation

- Amener la victime à l'air libre et la mettre au repos ;
- Faire respirer de l'air ou de l'oxygène par intermittence si difficultés respiratoires ;
- Placer la personne en position semi-assise ;
- Mettre la victime sous respiration artificielle si arrêt respiratoire ;
- Hospitaliser d'urgence.

Contact cutané

- Enlever délicatement les vêtements, ne pas retirer ceux qui adhèrent à la peau ;
- En cas de gelures faisant adhérer le tissu à la peau, dégeler à l'eau tiède ;
- Rincer immédiatement et de manière prolongée (15 minutes minimum) les parties affectées sous un léger courant d'eau tiède ;
- Ne pas frotter la peau lésée ;
- Consulter un médecin.

Contact oculaire

- Laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes en maintenant les paupières ouvertes ;
- Rincer avec une solution tampon phosphatée ;
- Consulter un ophtalmologiste.

Intoxication par ingestion

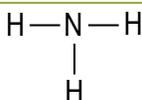
Pour les gaz, cette voie est considérée comme un mode d'exposition peu probable.

Fiche d'identité ¹

Ammoniac

Formule brute : NH_3

Formule développée :



Synonymes

Ammoniac anhydre, Ammonia

Classification U.E.

T : toxique.

N : dangereux pour l'environnement.

R10 : Inflammable.

R23 : Toxique par inhalation.

R34 : Provoque des brûlures.

R50 : Très toxique pour les organismes aquatiques.

S1/2 : Conserver sous clé et hors de portée des enfants.

S9 : Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.

S16 : Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles -
Ne pas fumer.

S26 : En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et
abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.

S36/37/39 : Porter un vêtement de protection approprié, des gants et
un appareil de protection des yeux/du visage.

S45 : En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un
médecin (si possible lui montrer l'étiquette).

S61 : Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions
spéciales/la fiche de données de sécurité.

N° CAS : 7664-41-7

N° CE (EINECS) : 231-635-3

N° Index : 007-001-00-5

Classification pour le transport

N° ONU : 1005

Classe : 2

¹ Données complémentaires et sources en annexe 1

Données physiques

Facteurs de conversion (air : 20° C) : 1 ppm = 0,7 mg/m³
 1 mg/m³ = 1,14 ppm
 1 atm = 1,013.10⁵ Pa

B3

Masse molaire	17,03 g/mol <small>INRS, 1997</small>
Masse volumique à 0°C et à 101,3 kPa (1 atm)	0,77 g/L <small>FDS G.P., 2005</small>
Point de fusion	-77,7°C <small>FDS G.P., 2005</small>
Point d'ébullition à la pression atmosphérique	-33,3°C <small>INRS, 1997</small>
Point critique à 11 480 kPa (0,11 atm)	132,4°C <small>INRS, 1997</small>
pH de la solution aqueuse à une concentration de 1 %	11,7 <small>FDS G.P., 2005</small>
Viscosité	10,225 mPa.s à -33°C <small>INERIS, 1999</small> 0,0092 mPa.s à 0°C <small>ENVIRONNEMENT CANADA,1985</small> 0,0098 mPa.s à 20°C <small>ENVIRONNEMENT CANADA,1985</small>
Densité relative (eau = 1)	0,7 à -33°C <small>ENVIRONNEMENT CANADA, 1985</small>
Densité de vapeur (air = 1)	0,6 <small>FDS G.P., 2005</small>
Solubilité en eau douce	895 g/L à 0°C <small>INERIS, 1999</small> 529 g/L à 20°C <small>FDS G.P., 2005 ; INERIS, 1999</small>
Seuil olfactif	5 à 25 ppm, très variable selon les personnes <small>FDS G.P., 2005</small>
Coefficient de diffusion dans l'eau	1,10.10 ⁻⁹ m ² /s <small>CALTOX, 1997</small>
Coefficient de diffusion dans l'air	2,16.10 ⁻⁵ m ² /s <small>CALTOX, 1997</small>
Constante de Henry	1,61 Pa.m ³ /mol <small>CALTOX, 1997</small>
Pression / Tension de vapeur	<small>FDS G.P., 2005</small>
°C	- 18 0 4,7 25 50,1 78,9
kPa	200 430 500 1013 2000 4000

Données sur l'inflammabilité

L'ammoniac brûle très difficilement dans l'air sans l'aide d'un hydrocarbure ou d'un catalyseur. Dans certaines conditions, il y a danger d'explosion en cas de confinement ou d'amorçage énergétique.

Point éclair FDS G.P.,2005

Non applicable

Point d'auto-inflammation FDS G.P., 2005 ; ICSC,1998

651°C (DIN 51794)

Vitesse de combustion RONNEY, 1988

0,07 m/s

Limites d'explosivité % en volume dans l'air à 0°C FDS G.P.,2005

LIE 15 % ou 150 000 ppm

LES 28 % ou 280 000 ppm

Produits de décomposition dangereux

FDS G.P., 2005 ; INRS, 1997 ; ENVIRONNEMENT CANADA, 1985

Les produits de combustion normaux de l'ammoniac sont l'azote et l'eau. A partir de 450/500°C, l'ammoniac se décompose en azote et en hydrogène. L'hydrogène forme avec l'air des mélanges explosifs ; en présence d'une source d'inflammation, le mélange air-hydrogène brûle en produisant une flamme non lumineuse (difficile à voir) très chaude qui se propage horizontalement. L'azote n'est pas toxique et agit uniquement par asphyxie.

En présence de certains métaux, comme le fer, l'osmium, le zinc et l'uranium, cette décomposition commence dès 300°C et est presque complète vers 500-600°C. L'ammoniac gazeux liquéfié agit aussi sur l'or, l'argent et le mercure en formant des composés explosifs.

B4

Données toxicologiques

L'ammoniac est principalement absorbé par la voie respiratoire.

Toxicité humaine aiguë

(ICSC, 1998 ; CSST, 2000 ; INERIS, 2003)

L'ammoniac sous forme gaz est irritant et corrosif pour :

- la peau : irritation,
- les yeux : larmoiements, sensation de brûlure oculaire, dommages cornéens,
- les voies respiratoires supérieures (nez et gorge) : assèchement du nez, toux, douleurs à la poitrine, dyspnées, suffocations.

Dans les cas graves, on peut observer un œdème laryngé, évoluant vers l'œdème pulmonaire et la mort par asphyxie. Le délai d'apparition peut aller jusqu'à 48 heures après l'exposition.

L'exposition à de fortes concentrations provoque un syndrome d'irritation bronchique, mais peut conduire aussi à une corrosion de la peau, des yeux et des voies respiratoires supérieures.

Un contact direct avec le gaz liquéfié cause des engelures ainsi que la corrosion des yeux et de la peau.

B5

Les effets aigus probables à la suite d'une exposition accidentelle sont dépendants de la dose en gaz : (INERIS, 2003)

Concentration en ammoniac (ppm dans l'air)	Effets probables à la suite d'une exposition aiguë
5	Odeur perceptible par certains individus.
20	Odeur perceptible par la plupart des individus (VME).
50 - 80	Irritation perceptible par la plupart des individus, au niveau des yeux.
100 - 110	Irritation des yeux, des voies nasales et des muqueuses. Irritation de la gorge et des voies respiratoires.
160	Nausées et maux de tête.
320 - 560	Irritation immédiate des yeux, du nez, de la gorge et des voies respiratoires supérieures.
800 - 1 600	Toux importante. Irritation grave des yeux, du nez, de la gorge, spasmes bronchitiques.
2 400 - 3 200	Toux importante. Irritation grave des yeux, du nez et de la gorge. Peut être fatal après 30 minutes.
4 000 - 9 600	Spasme respiratoire. Asphyxie rapide, œdème sérieux, strangulation. Fatal en quelques minutes.

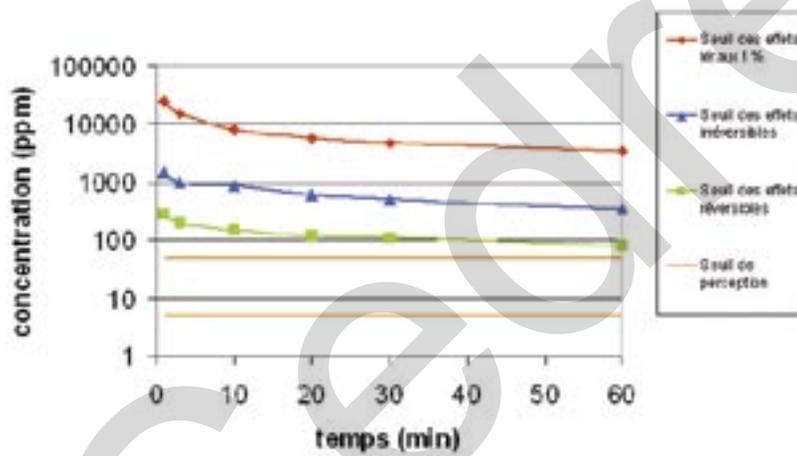
Indices de toxicité

- Seuils d'exposition aiguë (EPA)

AEGLs (INERIS, 2003)

Durée (minutes)	5	10	30	60
AEGL-1 (ppm)	25	25	25	25
AEGL-2 (ppm)	380	270	160	110
AEGL-3 (ppm)	3 800	2 700	1 600	1 100

- Seuils de toxicité aiguë en cas d'émission accidentelle d'ammoniac (INERIS, 2003)



B5

Toxicité humaine chronique (INRS, 1997 ; ICSC, 1998 ; CHRIS, 1999 ; FDS G.P., 2005)

L'exposition répétée ou prolongée peut engendrer une certaine tolérance, c'est-à-dire que les effets irritants seront perçus à des concentrations plus élevées.

B5

Valeurs toxicologiques seuils

Valeurs d'exposition professionnelle

VME (France) : $7 \text{ mg/m}^3 = 10 \text{ ppm}$

VLE (France) : $14 \text{ mg/m}^3 = 20 \text{ ppm}$

TLV-TWA (ACGIH) : $17 \text{ mg/m}^3 = 25 \text{ ppm}$

Valeurs de gestion de risque pour la population

IDLH (NIOSH) : $210 \text{ mg/m}^3 = 300 \text{ ppm}$

TLV-STEL (ACGIH) : $24 \text{ mg/m}^3 = 35 \text{ ppm}$

TEEL 0 : $17,5 \text{ mg/m}^3 = 25 \text{ ppm}$

ERPG 1 : $17,5 \text{ mg/m}^3 = 25 \text{ ppm}$

ERPG 2 : $105 \text{ mg/m}^3 = 150 \text{ ppm}$

ERPG 3 : $525 \text{ mg/m}^3 = 750 \text{ ppm}$

Effets spécifiques (FDS G.P., 2005)

Effets sur la reproduction : pas de données propres.

Effets cancérogènes : pas d'effet cancérogène selon le CIRC.

Effets mutagènes : non mutagène (test d'Ames avec et sans activation métabolique).

Données écotoxicologiques

Écotoxicité aiguë (ECB, 2000)

Crustacé (<i>Daphnia magna</i>)	CL ₅₀ (48h) = 25,4 mg/L (eau douce)
Crustacé (<i>Ceriodaphnia reticulata</i>)	CL ₅₀ (48h) = 131 mg/L (eau douce)
Poisson (<i>Sciaenops ocellata</i>)	CL ₅₀ (24h) = 0,9 mg/L (eau marine)
Poisson (<i>Carassius auratus</i>)	CL ₅₀ (24h) = 7,2 mg/L (eau douce)
Poisson (<i>Cyprinus carpio</i>)	CL ₅₀ (96h) = 1,1 mg/L (eau douce)

Écotoxicité chronique

Poisson (<i>Ictalurus punctatus</i>)	NOEC (27 j) = 0,06 mg/L (eau douce) (ROBINETTE, 1976)
Crustacé (<i>Ceriodaphnia dubia</i>)	NOEC reproduction (3 générations) = 2 mg/L (eau douce) NOEC survie (3 générations) = 6,8 mg/L (eau douce) (COWGILL & MILAZZO, 1991)

PNEC (Predicted No-Effect Concentration - Concentration sans effet prévisible sur l'environnement): Aucune PNEC n'a pu être dérivée à partir de données obtenues sur seulement deux niveaux trophiques (invertébrés et poissons). En effet, aucune donnée valide sur les algues n'est disponible dans la littérature.

Persistance dans l'environnement

(ENVIRONNEMENT CANADA, 1985)

L'ammoniac est présent à l'état naturel dans l'environnement. Il provient de la dégradation biologique des matières azotées, telles que les acides aminés. L'ammoniac est également un composé naturel, nécessaire à la plupart des organismes pour la synthèse des protéines ; c'est un déchet du métabolisme des animaux, des poissons et des microbes.

Risque pour l'environnement

L'ammoniac est toxique pour les espèces aquatiques. Sa toxicité dépend fortement du pH de l'eau et de la concentration en ammoniac total, c'est-à-dire l'ammoniac non ionisé : NH_3 et l'ion ammonium : NH_4^+ . La forme ionisée NH_4^+ prédomine dans la plupart des eaux naturelles et est peu toxique. Mais dans les eaux alcalines, l'ammoniac non ionisé NH_3 peut atteindre des seuils toxiques. Cette toxicité augmente avec la salinité et la température.

Dégradation

Dans le sol : l'ammoniac existe sous forme d'ions ammonium NH_4^+ ; ces ions peuvent être immobilisés dans le sol, subir une nitrification c'est-à-dire une transformation en nitrites NO_2^- puis en nitrates NO_3^- , plus mobiles que l'ion NH_4^+ . Ils peuvent être transférés aux réserves d'eau souterraines par lessivage, ou réagir avec la matière organique.

Dans l'eau : l'ammoniac est éliminé du système aquatique par évaporation, transformation en NH_4^+ qui subit une nitrification en NO_2^- puis NO_3^- ou par adsorption sur les particules en suspension.

Dans l'air : une partie de l'ammoniac s'oxyde pour former des oxydes d'azote et des nitrates. Le reste se combine avec les sulfates présents dans l'atmosphère. La durée de séjour de l'ammoniac dans l'atmosphère varie de 5 à 10 jours.

Bioaccumulation

L'ammoniac est une substance produite continuellement dans l'environnement soit directement par les organismes qui l'émettent (certains poissons par exemple) soit indirectement par la dégradation des protéines excrétées par ces organismes. L'environnement est habitué à gérer cette molécule pour laquelle de nombreuses bactéries se sont spécialisées afin de l'éliminer (*Nitrosomas* par exemple). Par conséquent, cette molécule inorganique ne se retrouve pas dans l'environnement et n'est ni persistante ni bioaccumulable.

Coefficient de partage carbone organique/ eau Koc : non applicable.

Coefficient de partage octanol/ eau log Kow : -1,14 à 25°C FDS G.P., 2005.

Facteur de bioconcentration BCF : non applicable.

Classification

Classification IGC (OMI, 1993) :

- Type de navire : 3.
- **2G** : transporteur de gaz qui appelle des mesures importantes de prévention des déversements.
- **2PG** : transporteur de gaz d'une longueur égale ou inférieure à 150 m qui appelle des mesures importantes de prévention des déversements, et à bord duquel les produits sont transportés dans des citernes indépendantes du type C avec un MARVS² d'au moins 7 bars effectifs et une température de calcul pour le système de stockage de la cargaison égale ou supérieure à -55° C. Il convient de noter qu'un navire conforme à cette description mais d'une longueur supérieure à 150 m doit être considéré comme un navire du type 2G.
- Citerne indépendante de type C prescrite : non.
- Contrôle de l'atmosphère des citernes à cargaison : non.
- Détection des vapeurs : T (détection des vapeurs toxiques).

- Mesure de niveau : C.

Types d'instruments autorisés :

Type indirect : qui détermine la quantité de cargaison par sa masse, par les indications d'un débit-mètre...

Type fermé : qui ne pénètre pas dans la citerne à cargaison (ex : dispositifs utilisant les radio-isotopes ou les ultra-sons).

Type fermé : qui pénètre dans la citerne à cargaison mais qui fait partie d'un ensemble fermé et empêche tout dégagement du contenu de la citerne (dispositif à flotteur, sonde électronique, sonde magnétique et indicateur de niveau à bulles, par exemple). Tout dispositif de ce type qui n'est pas monté directement sur la citerne devrait être pourvu d'un sectionnement placé aussi près que possible de la citerne.

- Numéro de table GSMU : 725.
- Prescriptions particulières : appareils de protections respiratoire et oculaire en cas d'intervention et d'évacuation. douches de décontamination et lave-yeux clairement signalés sur le pont.
- Matériaux de construction à éviter : mercure, zinc et alliages contenant du cuivre et du zinc.

Classification SEBC : GD (gaz, se dissout)



Exemple de tanker : le *Kemira gas*

² Définition dans les sigles et acronymes

Classification U.E. :



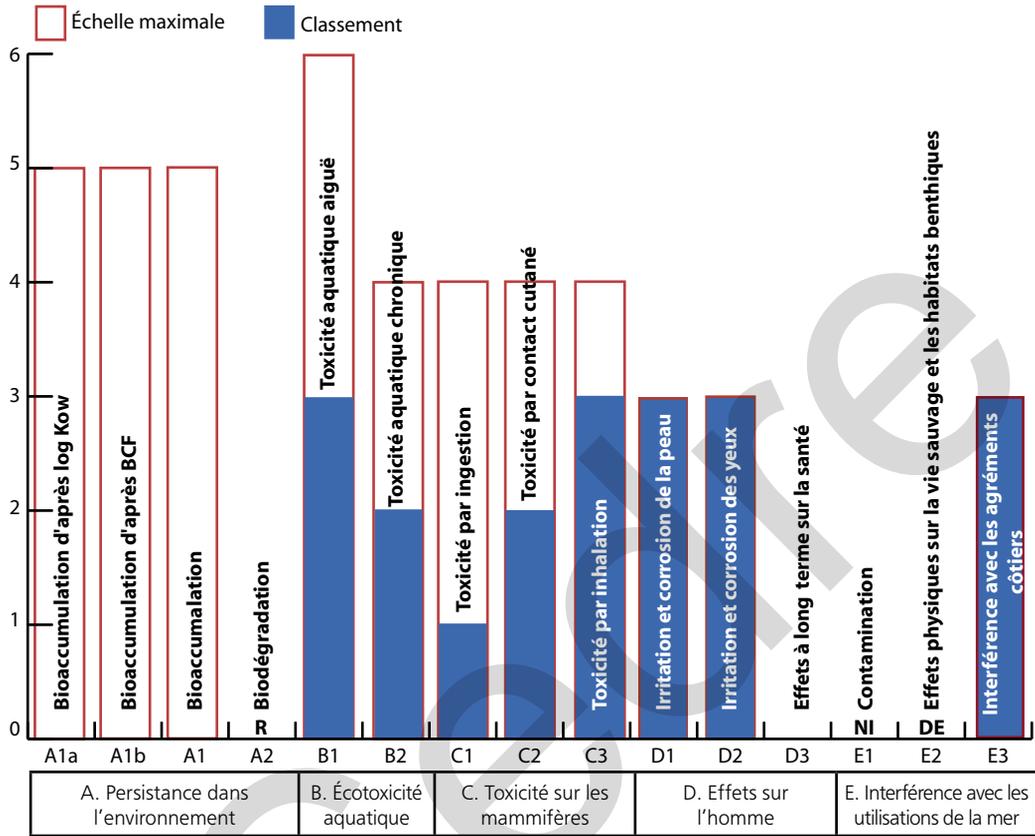
T : toxique



N : dangereux pour l'environnement

R10	Inflammable.
R23	Toxique par inhalation.
R34	Provoque des brûlures.
R50	Très toxique pour les organismes aquatiques.
S1/2	Conserver sous clé et hors de portée des enfants.
S9	Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.
S16	Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles. Ne pas fumer.
S26	En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
S36/37/39	Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux/du visage.
S45	En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
S61	Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
231-635-3	N° CE (EINECS).

Classification GESAMP de l'ammoniac : (GESAMP, 2002)



A1a, A1b : l'ammoniac est un produit inorganique.
 A1 : produit non bioaccumulable.
 A2 : produit facilement biodégradable (Readily biodegradable).

B1 : toxicité aquatique aiguë modérée.
 B2 : toxicité aquatique chronique modérée.

C1 : légère toxicité par ingestion sur les mammifères.
 C2 : toxicité modérée par contact cutané sur les mammifères.
 C3 : toxicité relativement importante par inhalation sur les mammifères.

D1 : substance sévèrement irritante ou corrosive.
 D2 : substance sévèrement irritante pour les yeux conduisant à des lésions cornéennes irréversibles.

E1 : pas d'information (No Information).
 E2 : produit qui se dissout (Dissolves) et qui s'évapore (Evaporates).
 E3 : fortement désagréable, fermeture des agréments des sites.

Classification MARPOL : l'ammoniac est un gaz transporté sous forme liquéfiée : il n'a pas de classement MARPOL.

Risques particuliers

Polymérisation

Sans objet.

Danger (G.P., 2005 ; CEFIC ERICARDS, 2005 ; ICSC, 1998 ; INRS, 1997 ; CANUTEC, 1996).

- Les rejets accidentels d'ammoniac présentent des caractéristiques différentes en fonction des conditions physiques de stockage et de la nature de la fuite d'ammoniac :

• **Jet d'ammoniac gazeux à partir d'un récipient sous pression (rejet à partir de la phase gazeuse) :** à cause de sa volatilité significative (constante de Henry : $1,6 \cdot 10^{-5}$ atm.m³/mole), l'ammoniac gazeux s'étalera sur la surface de l'eau ou du sol et formera d'abord une bouffée de vapeurs. L'ammoniac gazeux se comportera dans l'air comme un gaz lourd, malgré sa densité relative de 0,6. Ceci s'explique par la formation d'un aérosol, constitué de liquide ou de gouttelettes à basse température en suspension dans un milieu gazeux. Le panache gazeux, sous l'influence des conditions environnementales, s'élèvera tout en se déplaçant sous le vent.

• **Jet d'ammoniac diphasique (gaz et liquide) à partir d'un récipient sous pression (rejet à partir de la phase liquide) :** production d'un gaz et d'un aérosol, sous forme d'un panache blanc, froid et plus lourd que l'air. Il se comporte comme un gaz lourd et peut parcourir plusieurs centaines de mètres au ras du sol. Si la source de la fuite est stoppée, la dissipation de l'aérosol est totale après quelques minutes. Le nuage d'ammoniac est relativement froid et condense la vapeur d'eau rencontrée sur la trajectoire jusqu'à ce que le panache soit réchauffé par dilution avec l'air ambiant. Le nuage se déplace à la vitesse du vent et après vaporisation complète, le gaz devient plus léger que l'air et se disperse.

• **Évaporation d'une flaque d'ammoniac liquide (selon les conditions de la fuite) :** l'ammoniac est dépressurisé à la pression atmosphérique et à une température inférieure ou égale à -33°C , et entraîne un refroidissement du support (sol,...). L'évaporation initialement importante devient progressivement faible. Un sol poreux sec absorbe l'ammoniac liquide sans émission de gaz. **Il ne faut pas arroser une flaque d'ammoniac**, la chaleur apportée par l'eau et la dissolution provoque une évaporation importante.

• **Fuite d'ammoniac liquide à partir d'un stockage cryogénique :** le comportement du produit est identique au cas précédent, la dépressurisation, lors de l'écoulement par la brèche, est faible et le plus souvent une proportion négligeable de l'ammoniac qui s'échappe par la brèche est transformé en aérosols.

- La dissolution de l'ammoniac gazeux dans l'eau s'accompagne d'un dégagement de chaleur.

- Le chauffage du récipient provoque une augmentation de pression avec risque d'éclatement et libération immédiate d'un nuage de vapeur toxique.

- La dépressurisation rapide d'une capacité peut présenter un danger lié à l'onde de souffle.

- Par combustion, l'ammoniac peut dégager des fumées toxiques ou irritantes.

- Le contact direct de l'ammoniac liquéfié provoque des gelures et de graves lésions oculaires.

- Les bouteilles de gaz brisées peuvent s'autopropulser violemment.

- L'ammoniac gazeux liquéfié attaque rapidement le cuivre, le zinc, l'argent et l'étain ainsi que 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.

Stabilité et réactivité (INRS, 1997 ; ENVIRONNEMENT CANADA, 1985 ; FDS G.P. 2005)

À température ordinaire, le gaz ammoniac est un composé stable.

Conditions à éviter : se décompose au-dessus de 450°C en azote et hydrogène.

Matières à éviter : acides minéraux ou organiques, métaux et métalloïdes réactifs (calcium, sodium, zinc, mercure...), oxydants et peroxydes pour cause de réactions violentes et/ou explosives.

B9

Comportement avec d'autres produits INERIS, 1999 ; ENVIRONNEMENT CANADA, 1985

L'ammoniac réagit avec une grande variété de substances. Les principales incompatibilités peuvent être à l'origine de réactions violentes, voire explosives :

halogènes (chlore, pentafluorure de brome...)	réaction explosive.
métaux lourds (chlorure d'or, oxydes d'argent...)	réaction produisant des matériaux explosifs.
oxydants et peroxydes (peroxyde d'hydrogène, chlorure de nitryle, oxygène...)	explosion.
acides (acide hypochloreux, acide nitrique...)	réaction violente : explosion, inflammation, libération de composés dangereux...
bore, anhydride chromique	réaction incandescente.
acide nitrique, dichlorure de chromyle	mélanges autoinflammables.

Transport, manipulation, stockage

Transport (FDS G.P., 2005)

N° d'identification de la matière (ONU) : 1005

Transport terrestre :

RID (rail)/ADR (route)

N° d'identification du danger : 268

Classe : 2

Groupe d'emballage : -

Code de classification : 2TC

Étiquettes : 2.3 + 8

Transport dans les eaux intérieures :

ADN / ADN R

Classe : 2

Groupe d'emballage : -

Code de classification : 2TC

Étiquettes : 2.3 + 8

Transport maritime : IMDG

Classe : 2

Risque subsidiaire : 8

Groupe d'emballage : -

Polluant marin (MP) : Non

Étiquettes : 2.3 + 8

Transport aérien : IATA

Classe : 2

Risque subsidiaire : 8

Groupe d'emballage : -

Étiquettes : *Toxic gas & Corrosive*

Avion Cargo uniquement

Manipulation (FDS G.P., 2005 ; ENVIRONNEMENT CANADA, 1985 ; INRS, 1997)

- Se reporter aux instructions du fournisseur pour la manipulation du récipient.
- Utiliser seulement l'équipement spécifié approprié à ce produit et à sa pression et température d'utilisation. Contacter le fournisseur de gaz ammoniac en cas de doute.
- Interdire les remontées de produit dans le récipient.

- Empêcher l'aspiration d'eau dans le récipient.
- Maintenir à l'écart de toute source d'inflammation (y compris de charges électrostatiques).
- Purger l'air de l'installation avant d'introduire le gaz.
- Toujours manipuler avec soin les bouteilles sous-pression, éviter de les traîner, de les faire glisser sur le sol et éviter les chocs.

Stockage (FDS G.P., 2005 ; ENVIRONNEMENT CANADA, 1985 ; INRS, 1997)

Mesures techniques

- Entreposer le récipient dans un endroit bien ventilé, à température inférieure à 50° C.
- Entreposer à l'écart des gaz oxydants et autres oxydants.
- Les récipients seront placés verticalement, à l'abri des rayons solaires, de la chaleur et des produits susceptibles de réagir vivement avec l'ammoniac. Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés.
- Le sol des locaux sera imperméable et formera une cuvette de rétention afin qu'en cas de déversement accidentel, les solutions ne puissent se répandre au dehors.
- Mettre à la terre les réservoirs et prévoir un appareillage électrique étanche.
- Ne pas fumer.

Produits incompatibles

Métaux non ferreux (cuivre, zinc, étain, argent) et leurs alliages.

Matériaux d'emballage recommandés

Transport en vrac : acier au carbone/acier inoxydable.
Bouteilles à gaz : acier sauf type T1.

Résultats des scénarios d'accidents

- Rappel des propriétés ————— C1
- Les scénarios d'accidents ————— C2
- Les scénarios de consommation ————— C3



Rappel des propriétés

Densité et tension de vapeur

- Densité relative : 0,7 à -33°C
- Densité de vapeur : 0,6
- Tension de vapeur : 1013 kPa à 25°C

Solubilité

L'ammoniac est très soluble dans l'eau et sa dissolution entraîne la formation d'une solution corrosive et alcaline.

La solubilité de l'ammoniac en eau douce est de l'ordre de 529 g/L à 20°C .

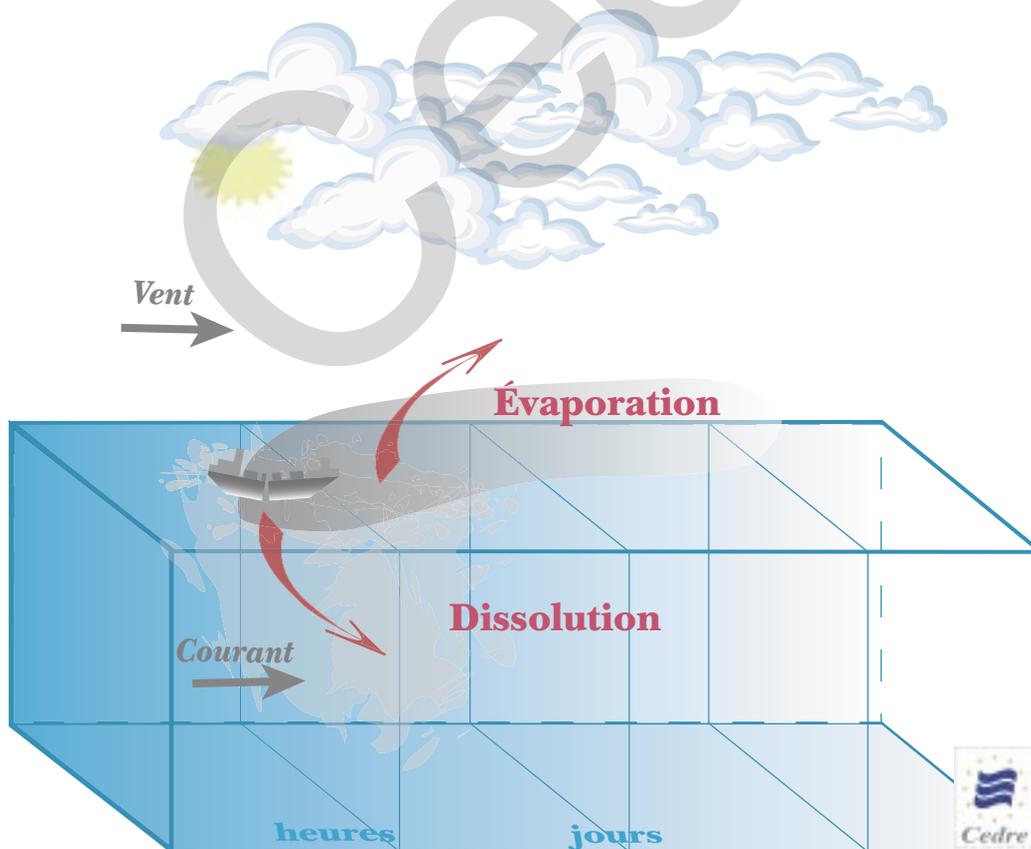
Transport

L'ammoniac est transporté sous forme gaz liquéfié, en vrac par tankers, wagons-citernes et camions-citernes en acier, ou en bouteilles également en acier sous pression.

Comportement dans l'environnement

Lors d'un déversement au-dessus d'une surface d'eau, une partie de l'ammoniac anhydre liquide venant en contact avec l'eau se dissout, l'autre s'évapore très rapidement.

Pour la partie dissoute, à cause de la grande volatilité du produit, il se formera aussi une bouffée de vapeurs moins denses que l'air ($d = 0,6$) et ayant tendance à s'élever ; si l'ammoniac est déversé en grande quantité, il se produit un nuage de vapeurs qui se comporte alors comme un gaz lourd et se déplace au ras de l'eau.



Comportement de l'ammoniac déversé en mer.

Les scénarios d'accidents

Les scénarios que nous avons définis le sont à titre indicatif et, en cas d'accident réel, les résultats des simulations seront naturellement différents. Nous avons utilisé le modèle de comportement CHEMMAP, modèle de réponse d'urgence que le *Cedre* a acquis. D'autres modèles plus sophistiqués existent mais exigent des temps de réponse incompatibles avec l'urgence.

Quatre scénarios de déversement d'ammoniac sont présentés avec des débits de fuite différents de produit déversé :

- A - un scénario en haute mer (Manche) avec quatre débits de fuite : 10 kg/h, 1 000 kg/h, 100 t/h et 500 t (déversement instantané),
- B - un scénario en zone portuaire (Cherbourg) avec deux débits de fuite : 200 kg/h et 200 kg (déversement instantané),
- C - un scénario "épave" (Manche) : 200 t/h sur 5 heures,
- D - un scénario en rivière : 4 t/h sur 5 heures.

Les scénarios

A] "Manche"

- Localisation 50°N ; 3°W
- Température de l'air et de l'eau : 10°C
- Deux vitesses de vent : 3 et 10 m/s (NW)
- Courants de Manche
- Profondeur du déversement : 1 m
- Durée de déversement :
 - 5 heures (A1)
 - instantané (A2)

B] "Zone portuaire"

- Localisation : port de Cherbourg
49°39N ; 1°36W
- Température de l'air et de l'eau : 10°C
- Deux vitesses de vent : 3 et 10 m/s (NW)
- Courant faible
- Profondeur du déversement : 1 m
- Durée de déversement :
 - 1 heure (B1)
 - instantané (B2)

C] "Épave"

- Localisation : 49°27N ; 3°15W
- Température de l'air et de l'eau : 10°C
- Deux vitesses de vent : 3 et 10 m/s (NW)
- Courants de Manche
- Profondeur du déversement : entre 80 et 90 m
- Durée de déversement : 5 heures

D] "Rivière"

- Profondeur : 4 à 5 m ; largeur : 150 m
- Température de l'air et de l'eau : 15°C
- Deux vitesses de courant : rapide et lent
- Deux vitesses de vent : 3 et 10 m/s (NW)
- Vitesse de courant : 0,72 m/s
- Profondeur du déversement : 1 m
- Durée du déversement : 5 heures

Modélisation

La modélisation des déversements hypothétiques d'ammoniac dans le milieu aquatique a été réalisée à l'aide du logiciel CHEMMAP. C'est un modèle de déversement de produit chimique développé par l'ASA (Applied Science Associates, Inc - USA) qui permet de prévoir le devenir du produit déversé dans les eaux douces et marines.

Ce modèle indique le déplacement du produit à la surface de l'eau et sa distribution dans l'environnement (évaporation, dissolution dans la colonne d'eau...).

Le pas de temps utilisé dans les calculs est de 15 minutes.

Résultat obtenu après un déversement de 1000 kg/h en 5 heures d'ammoniac en Manche, avec un vent de 3 m/s orienté NW (Cas A) :

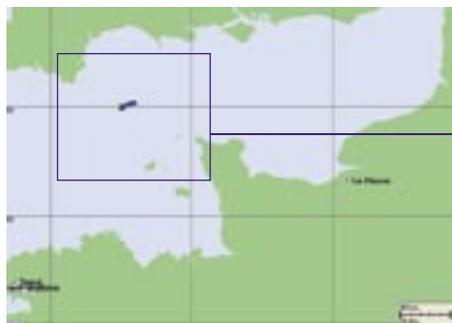


Figure 1

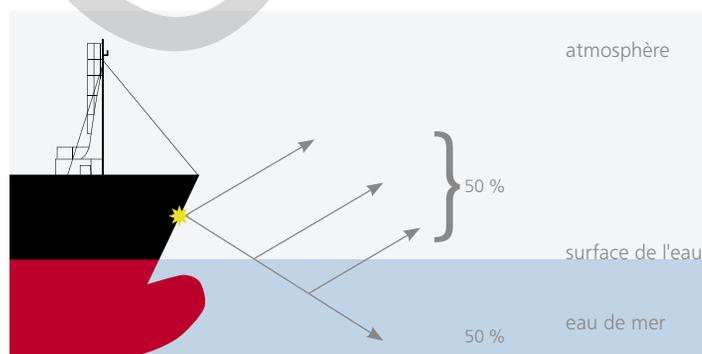
Localisation d'un déversement hypothétique en Manche.



Figure 2

Visualisation de la partie dissoute.

Lorsque la fuite a lieu au-dessus d'une surface d'eau, une partie de l'ammoniac sous forme gaz se libère instantanément. En ce qui concerne l'ammoniac liquide qui vient au contact avec l'eau, une partie s'évapore et une autre se dissout qui provoquera une évaporation partielle.



Selon les données issues des essais de l'*US Coast Guard* (FULLERINGER, 2000), la partie dissoute représente 50 à 72 %.

Les scénarios développés dans ce guide sont basés sur une fuite **sous la surface de l'eau**.

Légendes utilisées dans le guide :

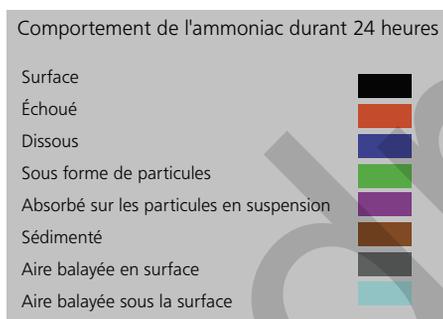
- pour les graphiques



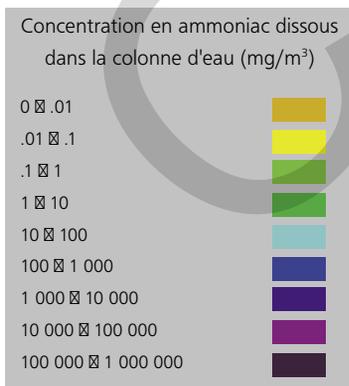
Repère de déversement

Ligne de coupe

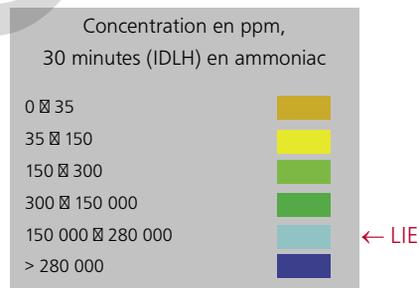
- pour le comportement de l'ammoniac



- pour les concentrations dans la colonne d'eau

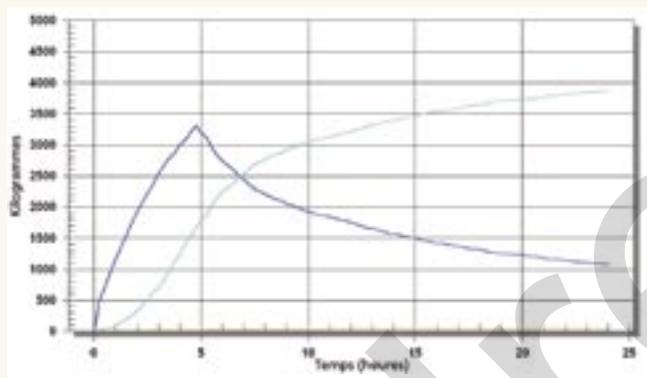


- pour les concentrations atmosphériques



Résultats du scénario "Manche" : Cas A1

Déversement de 5000 kg d'ammoniac en 5 heures (1000 kg/h) avec un vent orienté NW de 3 m/s.



Graphique 1

— Quantité évaporée — Quantité dissoute — Quantité décomposée

Quelle que soit la quantité déversée (50 kg, 5000 kg ou 500 tonnes en 5 heures), à la fin du déversement, les résultats de la modélisation montrent que 60 % de l'ammoniac déversé se retrouve dans la colonne d'eau tandis que 40 % s'évapore dans l'atmosphère.

Avec un vent de 10 m/s, 55 % de l'ammoniac déversé se retrouve dans la colonne d'eau tandis que 45 % s'évapore dans l'atmosphère.

Comportement de l'ammoniac déversé en Manche en ne considérant que la partie sous l'eau sur 24 heures, avec un vent NW de 3 m/s.

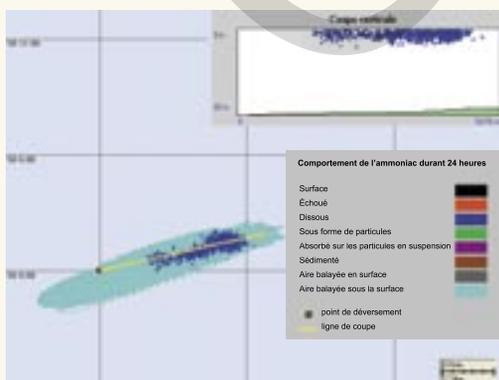


Figure 3

L'ammoniac déversé s'étend sur 23 km, avec peu d'influence du vent orienté NW.

Comportement de l'ammoniac déversé en Manche en ne considérant que la partie sous l'eau sur 24 heures avec un vent NW de 10 m/s.

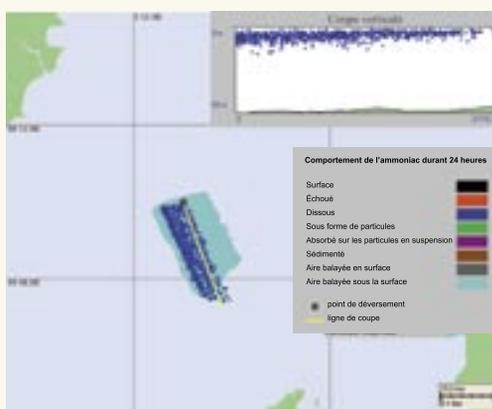


Figure 4

L'ammoniac déversé en Manche suit l'influence du vent orienté NW, et parcourt une zone de 30 km sur 18 km. Il se dissout dans la colonne d'eau sur une hauteur approximative de 9 m.

Vent 3 m/s

Étude des concentrations en ammoniac dans la colonne d'eau, 2 heures après le déversement.

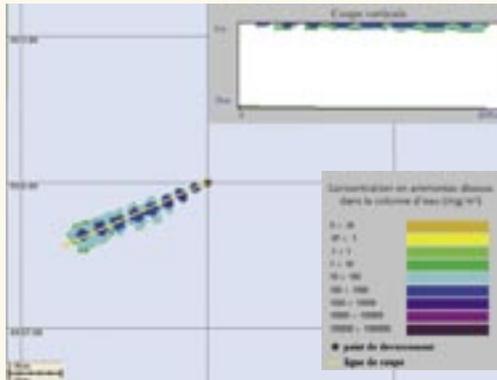


Figure 5

L'ammoniac déversé se dissout et, sous l'influence du courant, parcourt 6,5 km. Le produit se retrouve dans les 9 m sous la surface de l'eau. Les concentrations maximales atteintes à ce niveau sont de l'ordre de 100 à 1 000 mg/m³.

Étude des concentrations en ammoniac atmosphérique, 30 minutes après le déversement.

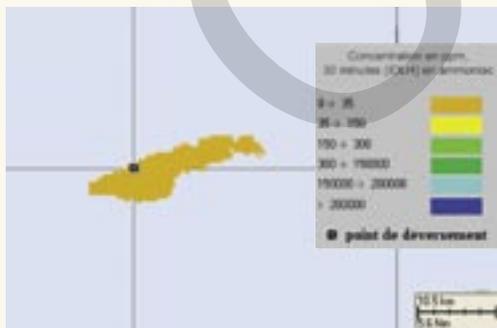


Figure 7

La figure 7 représente la concentration en ammoniac atmosphérique au bout de 30 minutes, qui reste inférieure à 300 ppm, valeur représentant l'IDLH*. La zone touchée s'étend sur 120 km² (24 km EW sur 5 km NS environ).

Vent 10 m/s

Étude des concentrations en ammoniac dans la colonne d'eau, 2 heures après le déversement.

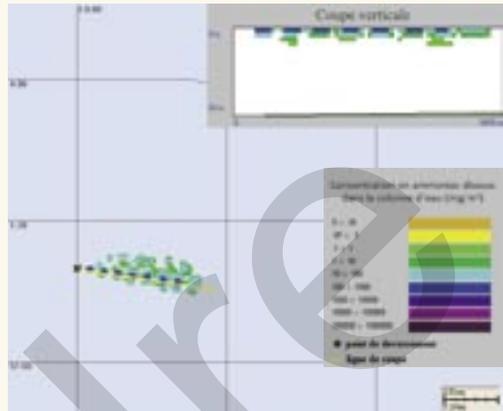


Figure 6

L'ammoniac déversé se dissout et sous l'influence du courant et du vent parcourt 6 km. Le produit se retrouve dans les 13 m sous la surface de l'eau. Les concentrations maximales atteintes à ce niveau sont de l'ordre de 100 à 1 000 mg/m³.

Étude des concentrations en ammoniac atmosphérique, 30 minutes après le déversement.



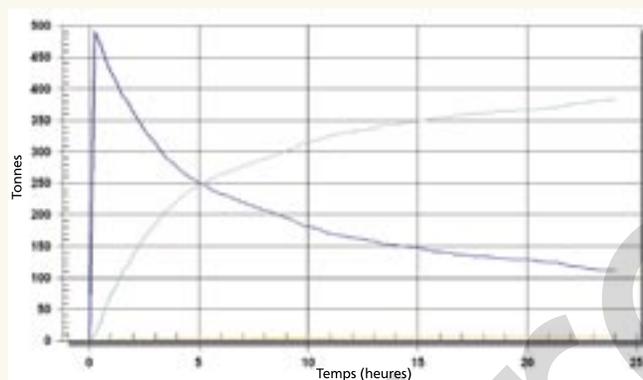
Figure 8

La figure 8 représente la concentration en ammoniac atmosphérique au bout de 30 minutes, qui reste inférieure à 300 ppm, valeur représentant l'IDLH. La zone touchée s'étend sur 525 km² (21 km EW sur 25 km NS environ).

*Définition dans le glossaire

Résultats du scénario "Manche" : Cas A2

Déversement instantané de 500 tonnes d'ammoniac avec un vent orienté NW de 3 m/s.



Graphique 2

— Quantité évaporée — Quantité dissoute — Quantité décomposée

L'ammoniac déversé instantanément à 1 m sous la surface de l'eau se retrouve en totalité dans la colonne d'eau quasiment immédiatement. On observe, 5 heures après le déversement, que 50 % du produit issu de la colonne d'eau s'est évaporé dans l'atmosphère.

Avec un vent plus fort, 86 % de l'ammoniac se retrouve dans la colonne d'eau. 50 % du produit issu de la colonne d'eau s'est évaporé 1 heure 30 seulement après le déversement.

Comportement de l'ammoniac déversé instantanément en ne considérant que la partie sous l'eau en Manche sur 24 heures avec un vent NW de 3 m/s.

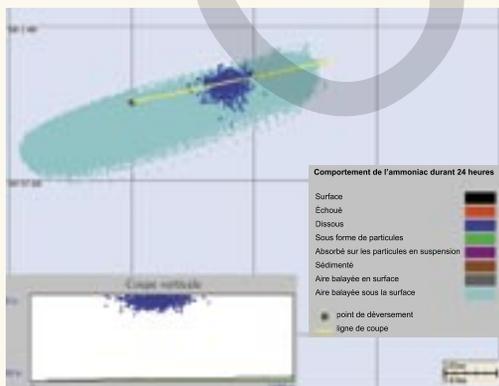


Figure 9

L'ammoniac déversé instantanément se dissout et s'étend sous l'influence du courant sur une zone de 20 km sur 4 km.

Comportement de l'ammoniac déversé instantanément en ne considérant que la partie sous l'eau en Manche sur 24 heures avec un vent NW de 10 m/s.

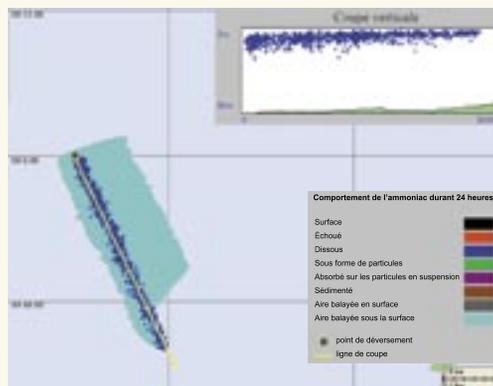


Figure 10

L'ammoniac déversé suit l'influence des courants marins mais surtout celle du vent orienté NW de 10 m/s sur une zone de 37 km sur 12 km. Il se dissout dans la colonne d'eau sur environ 20 m de profondeur.

Vent 3 m/s

Étude des concentrations en ammoniac dans la colonne d'eau, 2 heures après le déversement.

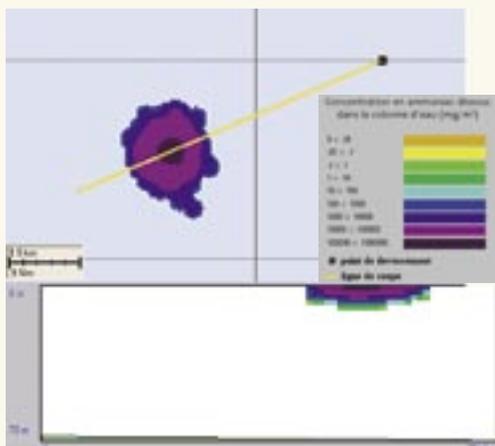


Figure 11

L'ammoniac dissous se déplace selon le courant et se concentre sur une zone de 4,5 km², à une distance de 5 km au SE du point de déversement. Les concentrations sont élevées, de l'ordre de 10⁵ à 10⁶ mg/m³.

Étude des concentrations en ammoniac atmosphérique, 30 minutes après le déversement.



Figure 13

La figure 13 représente la concentration atmosphérique au bout de 30 minutes, qui reste inférieure à l'IDLH (300 ppm). La zone touchée s'étend sur 630 km² (30 km EW sur 21 km NS).

Vent 10 m/s

Étude des concentrations en ammoniac dans la colonne d'eau, 2 heures après le déversement.

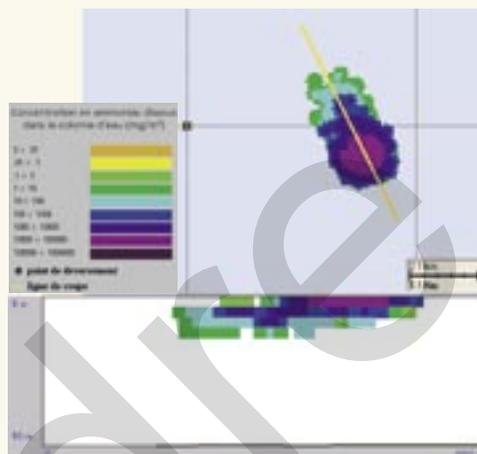


Figure 12

L'ammoniac dissous sous l'influence du courant et du vent se concentre sur une zone de 12 km², à une distance de 6,5 km à l'est du point de déversement. Les concentrations sont élevées, de l'ordre de 10⁵ à 10⁶ mg/m³.

Étude des concentrations en ammoniac atmosphérique, 30 minutes après le déversement.



Figure 14

La figure 14 représente la concentration en ammoniac atmosphérique au bout de 30 minutes, qui reste inférieure à 300 ppm, valeur représentant l'IDLH. La zone touchée s'étend sur 900 km² (24 km EW sur 38 km NS environ).

Distance de protection contre le nuage toxique d'ammoniac "Manche" : Cas A

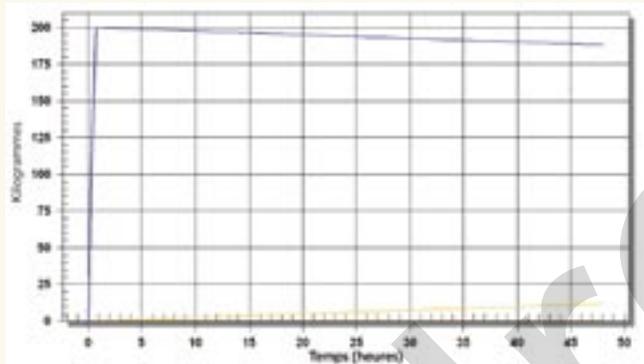
Quantité déversée	Vent	Concentration (ppm)	Distance maximale atteinte	Protection
10 kg/h en 5 heures	3 m/s	35 (TLV-STEL)	< 35 ppm : 1 500 m	A
		150 (ERPG 2)	*	B
		300 (IDLH)	800 m	C
		150 000 (LIE)	*	D
		280 000 (LSE)	*	D
	10 m/s	35 (TLV-STEL)	< 35 ppm : 1 840 m	A
		150 (ERPG 2)	*	B
		300 (IDLH)	740 m	C
		150 000 (LIE)	*	D
		280 000 (LSE)	*	D
1000 kg/h en 5 heures	3 m/s	35 (TLV-STEL)	1 650 m	A
		150 (ERPG 2)	1 120 m	B
		300 (IDLH)	800 m	C
		150 000 (LIE)	*	D
		280 000 (LSE)	*	D
	10 m/s	35 (TLV-STEL)	1 840 m	A
		150 (ERPG 2)	1 260 m	B
		300 (IDLH)	1 320 m	C
		150 000 (LIE)	*	D
		280 000 (LSE)	*	D
100 t/h en 5 heures	3 m/s	35 (TLV-STEL)	8 000 m	A
		150 (ERPG 2)	3 200 m	B
		300 (IDLH)	3 000 m	C
		150 000 (LIE)	*	D
		280 000 (LSE)	*	D
	10 m/s	35 (TLV-STEL)	9 510 m	A
		150 (ERPG 2)	6 310 m	B
		300 (IDLH)	5 100 m	C
		150 000 (LIE)	770 m	D
		280 000 (LSE)	*	D
500 t déversement instantané	3 m/s	35 (TLV-STEL)	9 000 m	A
		150 (ERPG 2)	8 000 m	B
		300 (IDLH)	7 000 m	C
		150 000 (LIE)	840 m	D
		280 000 (LSE)	*	D
	10 m/s	35 (TLV-STEL)	15 600 m	A
		150 (ERPG 2)	11 300 m	B
		300 (IDLH)	8 930 m	C
		150 000 (LIE)	1 370 m	D
		280 000 (LSE)	900 m	D

* : distance trop faible pour être calculée par le modèle

A	Pas de danger.	C	Se munir d'Équipements de Protection Individuelle. Utiliser un Appareil Respiratoire Isolant (ARI).
B	Se munir d'Équipements de Protection Individuelle. Utiliser un masque à gaz.	D	Zone où la concentration atteint les limites d'explosivité. Se munir d'un Appareil Respiratoire Isolant (ARI) et utiliser du matériel antidéflagrant.

Résultats du scénario "Port": Cas B1 et B2

Déversement de 200 kg d'ammoniac en 1 heure en zone portuaire sans vent.

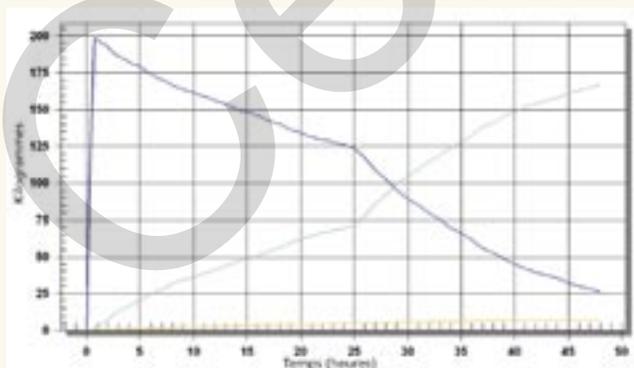


Graphique 3

— Quantité évaporée — Quantité dissoute — Quantité décomposée

Sans vent, les 200 kg d'ammoniac déversés se dissolvent dans la colonne d'eau sans s'évaporer.

Déversement de 200 kg d'ammoniac en 1 heure en zone portuaire avec un vent orienté NW.



Graphique 4

— Quantité évaporée — Quantité dissoute — Quantité décomposée

Avec un vent orienté NW de 3 ou 10 m/s, l'ammoniac se retrouve initialement dans la colonne d'eau, mais s'évapore progressivement. 30 heures après le déversement, environ 50 % de l'ammoniac total s'est évaporé dans l'atmosphère.

Déversement instantané de 200 kg d'ammoniac en zone portuaire.

Dans le cas d'un déversement instantané de 200 kg d'ammoniac, le produit se comporte de la même façon que ci-dessus et dans des proportions semblables, avec ou sans vent.

Déversement de 200 kg d'ammoniac en 1 heure avec un vent orienté NW de 3 m/s. Comportement de l'ammoniac 48 heures après le déversement

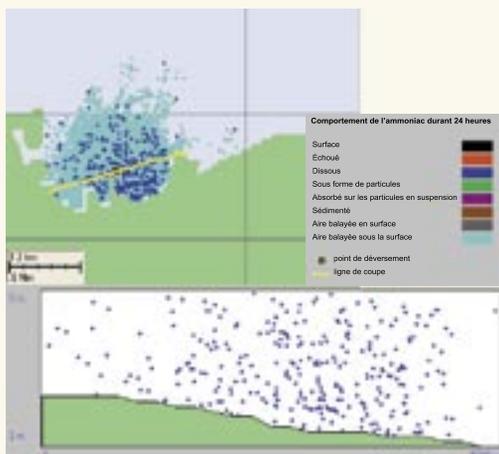


Figure 15

Avec un vent orienté NW de 3 m/s, l'ammoniac déversé s'étend sur une zone de 9 km² autour du point de déversement. Sous l'influence du vent, l'ammoniac dissous dans l'eau a tendance à évoluer au SE du point de déversement (figure 15).

Sans vent et sur 48 heures, l'ammoniac déversé s'étend sur une zone de 3,5 km sur 2,7 km. Toute la hauteur de la colonne d'eau (3 m) est touchée.

Étude des concentrations en ammoniac dissous dans la colonne d'eau 2 heures après le déversement.

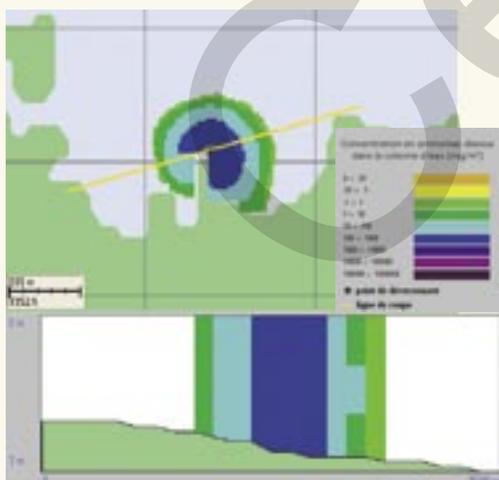
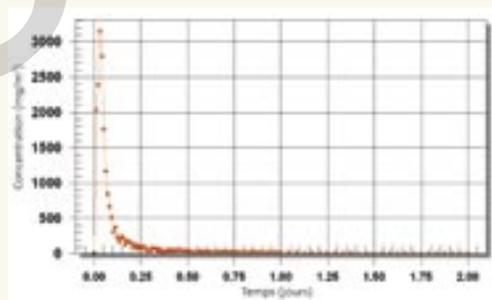


Figure 16



Graphique 5

Avec un vent NW de 3 m/s, les concentrations maximales sont de l'ordre de 100 à 1 000 mg/m³ et s'étendent sur une zone de 1 km de diamètre autour du point de déversement (figure 16). La concentration au point de déversement évolue selon le graphique 5, jusqu'à un maximum de 3 000 mg/m³.

Sans vent, les concentrations en ammoniac dissous sont du même ordre.

Étude des concentrations en ammoniac atmosphérique.

Déversement de 200 kg d'ammoniac en 1 heure avec un vent orienté NW de 3 m/s.

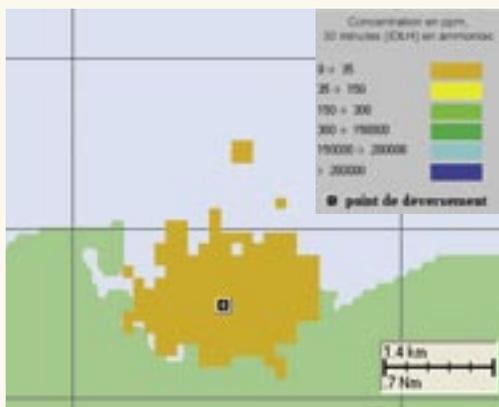


Figure 17

Avec un vent orienté NW de 3 m/s, l'ammoniac s'évapore progressivement et les concentrations atmosphériques à 30 minutes restent inférieures à l'IDLH c'est-à-dire inférieures à 300 ppm (figure 17).

Sans vent, l'ammoniac n'est pas présent dans l'atmosphère.

Déversement instantané de 200 kg d'ammoniac avec un vent orienté NW de 10 m/s.

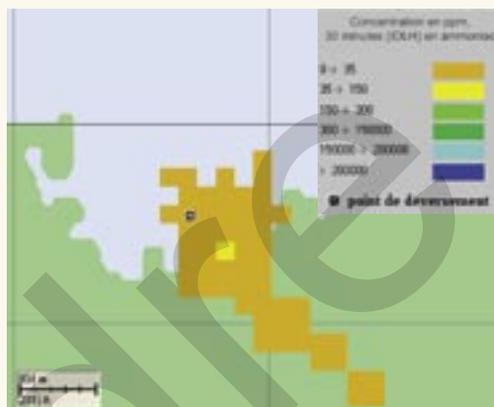


Figure 18

L'ammoniac déversé s'évapore dans le sens du vent orienté NW, et la zone touchée s'étend sur plus de 700 mètres, en restant inférieure à la valeur IDLH.

Résultats du scénario "Épave": Cas C

Une épave gît par 87 m de fond non loin d'une côte habitée et se met à fuir.

La fuite entraîne la **libération en continu sur 5 heures de 1000 tonnes d'ammoniac issu des cuves de l'épave.**

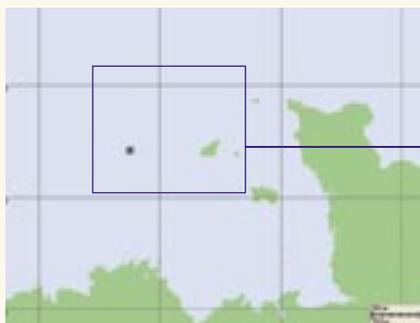


Figure 19

Localisation de l'épave.

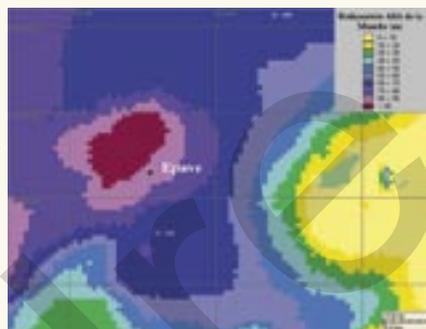
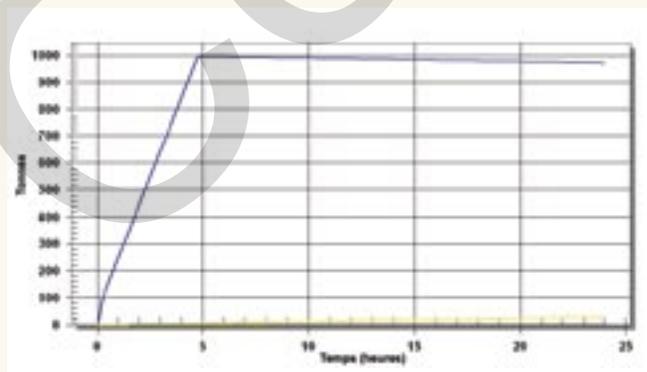


Figure 20

Bathymétrie de la Manche.

Déversement de 1000 tonnes d'ammoniac en 5 heures (200 t/h) à partir du fond (87 m de profondeur) en Manche.



Graphique 6

— Quantité évaporée — Quantité dissoute — Quantité décomposée

L'ammoniac déversé en profondeur se retrouve totalement dissous à la fin du déversement. Il n'y a pas d'évaporation du produit en surface.

Comportement des 1000 tonnes d'ammoniac libéré à partir du fond au bout de 24 heures

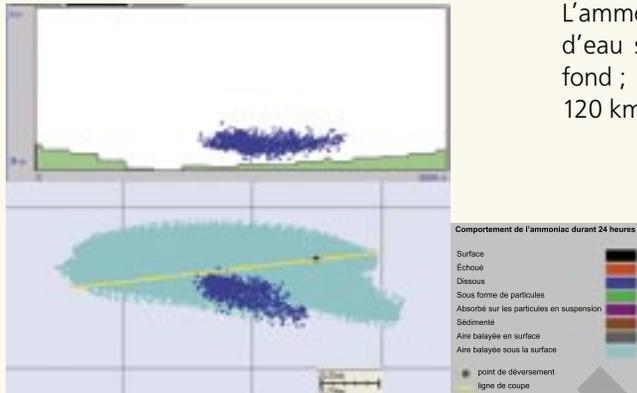


Figure 21

L'ammoniac libéré se dissout dans la colonne d'eau sur une hauteur de 27 m à partir du fond ; le produit s'étend sur une zone de 120 km² (20 km EW sur 6 km NS).

Concentrations en ammoniac dans la colonne d'eau obtenues 2 heures après la libération de l'ammoniac.

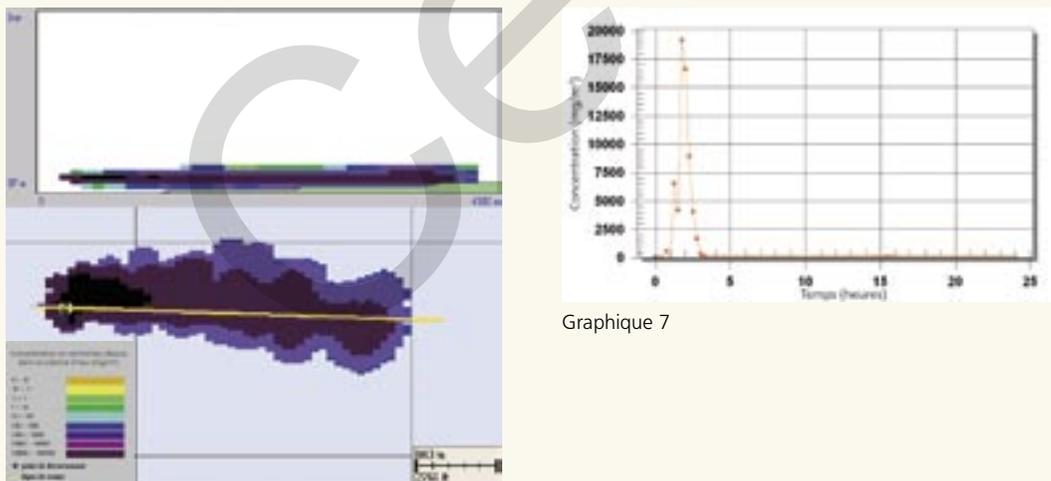


Figure 22

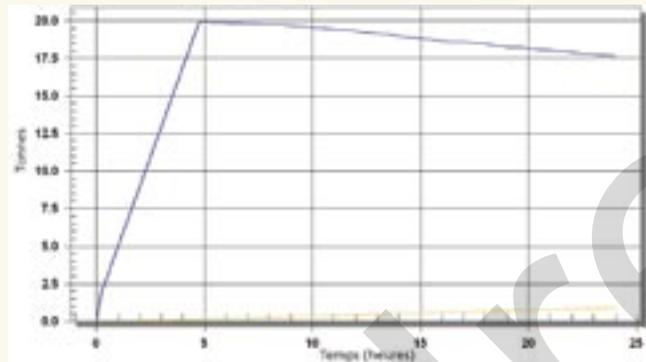
Deux heures après le déversement en profondeur, l'ammoniac dissous atteint des concentrations de l'ordre de 10⁵ à 10⁶ mg/m³ et s'étend sur une zone de 4 km sur 1,3 km (figure 22).

Les concentrations en ammoniac dissous, au point de déversement peuvent atteindre un maximum de 190 000 mg/m³ au point d'analyse sur 24 h (graphique 7).

Le produit, libéré en profondeur, n'est pas retrouvé dans l'atmosphère.

Résultats du scénario " Rivière " : Cas D

Déversement de 20 tonnes d'ammoniac en 5 heures, avec un vent orienté NW de 3 m/s, et un courant de 0,72 m/s.



Graphique 8

— Quantité évaporée — Quantité dissoute — Quantité décomposée

À la fin du déversement (5 h), l'ammoniac se retrouve dissous en totalité dans la colonne d'eau.

Comportement sur 24 heures de l'ammoniac déversé dans la rivière avec un courant de 0,72 m/s et un vent de 3

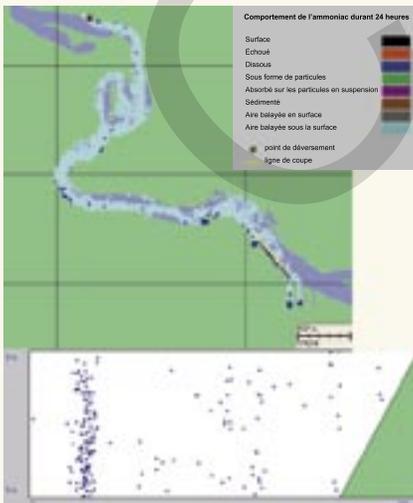


Figure 24

L'ammoniac déversé se dissout dans la colonne d'eau jusqu'à 3,6 km en aval du point de déversement. Le produit touche les 5 mètres de profondeur de la rivière.

Comportement sur 24 h de l'ammoniac déversé dans la rivière avec un courant de 0,72 m/s et un vent de 10 m/s orienté

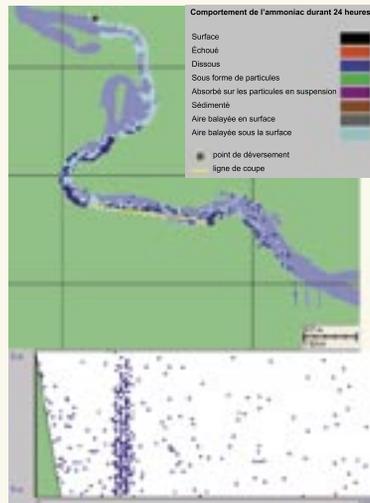


Figure 25

Pour un vent plus fort, l'ammoniac dans la colonne d'eau se dissout sur 3,4 km en aval, et reste sur les bords du canal à cause de l'orientation NW du vent. Le produit touche les 5 mètres de profondeur de la rivière.

Vent 3 m/s

Étude des concentrations d'ammoniac dans la colonne d'eau 2 heures après le déversement.

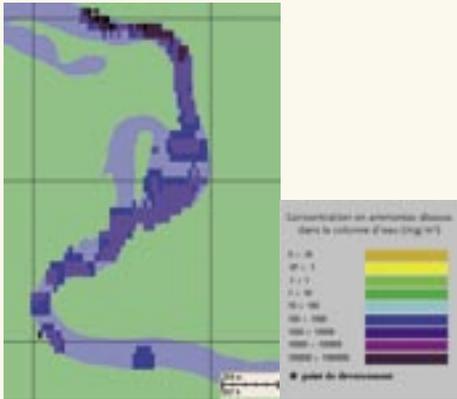


Figure 26

Les concentrations en ammoniac dissous se retrouvent jusqu'à 2 km en aval de la rivière et sont de l'ordre de 10³ à 10⁶ mg/m³.

Vent 10 m/s

Étude des concentrations d'ammoniac dans la colonne d'eau 2 heures après le déversement.

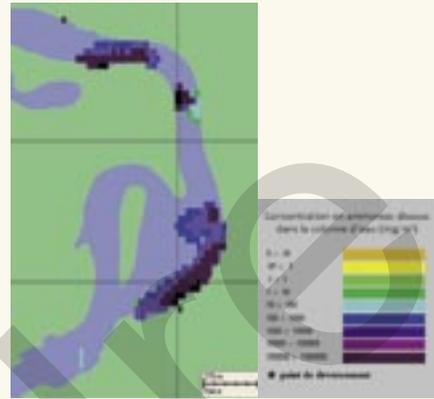


Figure 27

La zone touchée par le déversement de l'ammoniac s'étend jusqu'à 1,4 km en aval et la présence du produit entraîne des concentrations, variant de 10 à 10⁶ mg/m³.

Étude des concentrations d'ammoniac dans la colonne d'eau 24 heures après le déversement.

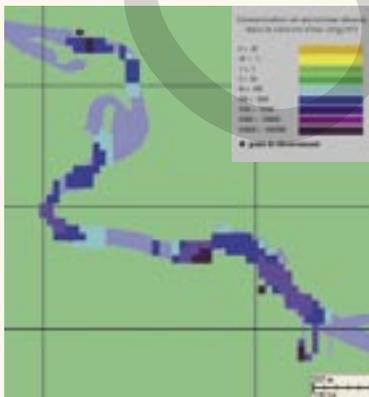


Figure 28

24 heures après le déversement, la concentration maximale en ammoniac dissous est de l'ordre de 100 à 10⁵ mg/m³ et touche une zone jusqu'à 3,5 km en aval de la rivière.

Étude des concentrations d'ammoniac dans la colonne d'eau 24 heures après le déversement.

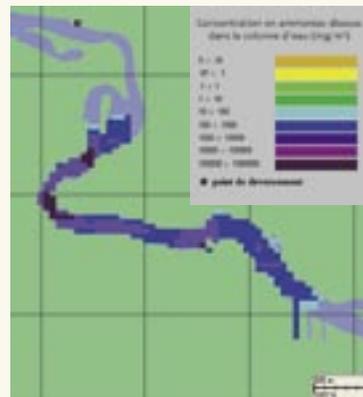


Figure 29

Les concentrations en ammoniac dissous se concentrent 24 heures après le déversement, à 3,5 km en aval du point de déversement (de 10 à 10⁵ mg/m³).

Les scénarios de consommation

Compte tenu du fait que l'ammoniac est une substance ne se bioaccumulant pas le long de la chaîne trophique, elle ne se retrouvera pas à des concentrations suffisamment importantes dans les organismes aquatiques pour avoir un impact sur une personne qui consommerait des produits de la mer ayant été exposés.

Lutte contre les déversements

- Exemples de déversement d'ammoniac ————— **D1**
- Recommandations relatives à l'intervention ————— **D2**
- Techniques de lutte ————— **D3**
- Choix des Équipements de Protection Individuelle (EPI) ————— **D4**
- Appareils de mesure et traitement des déchets ————— **D5**

Ceodre



Exemples de déversement d'ammoniac

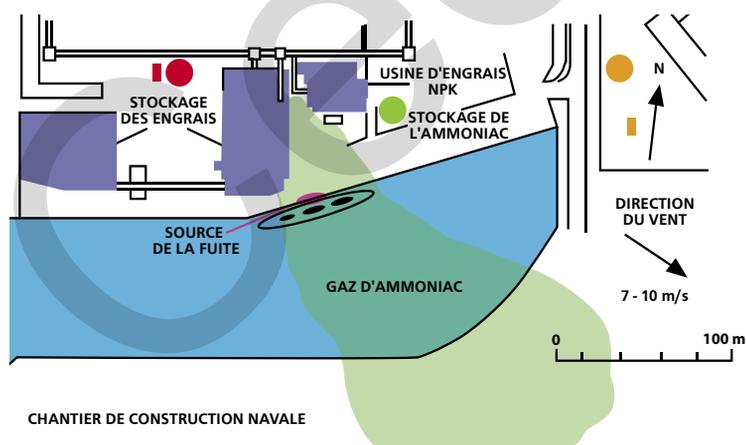
Déversement portuaire d'ammoniac lors d'un déchargement (Suède, 1976)

TROCS-REMPEC, 2004 ; OMI, 1999 (MANUEL SUR LA POLLUTION CHIMIQUE ÉVALUATION ET INTERVENTION)

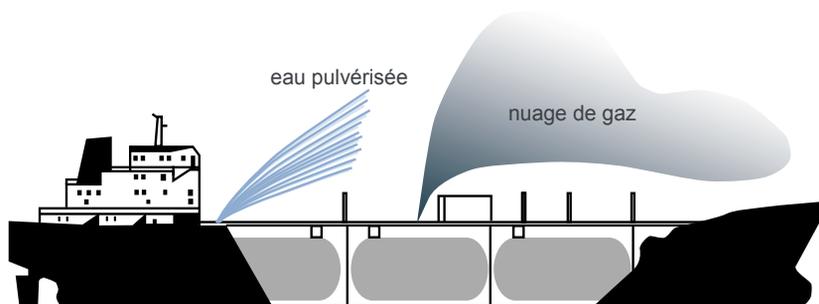
Le transporteur de gaz belge *René 16* est entré dans le port de Landskrona (Suède) afin de décharger sa cargaison de **550 tonnes d'ammoniac anhydre**, à destination d'une usine de fertilisants dans le complexe du port.

Au cours du processus de déchargement, un tuyau s'est rompu en raison de l'**incompatibilité** entre le matériau de fabrication du tuyau et l'ammoniac. Au total, **180 tonnes** ont fui en 50 minutes. Un **vaste nuage** a enveloppé le navire et s'est déplacé dans la direction du vent vers un chantier naval, où 2 personnes travaillaient.

Le service de lutte contre l'incendie a utilisé de l'**eau pulvérisée** pour précipiter le nuage afin que la vanne au point de fuite puisse être fermée. Le personnel de lutte contre l'incendie, **muni d'équipement de protection**, est monté à bord pour fermer la vanne de la conduite de refoulement. Après dispersion du nuage d'ammoniac, 2 membres de l'équipage ont été retrouvés morts sur le quai. L'enquête a montré qu'ils avaient été **aspergés d'ammoniac liquide**.



Un quartier du port de la zone industrielle à Supra, Landskrona, Suède.



Fuite d'ammoniac anhydre à bord du *René 16* dans le port de Landskrona, Suède.

Déraillement ferroviaire (Canada, 2001)

RAPPORT D'ENQUÊTE FERROVIAIRE DÉRAILLEMENT DU TRAIN
N° CP 966-02 DU CHEMIN DE FER CANADIEN PACIFIQUE
AU POINT MILLIAIRE 95,6 DE LA SUBDIVISION RED DEER
RED DEER (ALBERTA) LE 2 FÉVRIER 2001
RAPPORT NUMÉRO R01E0009

Plus de **71 tonnes d'ammoniac anhydre** se sont échappées d'un wagon-citerne renversé suite à un déraillement survenu le 2 février 2001 à Red Deer (Alberta, Canada). Le train a freiné d'urgence suite au déraillement ; en tentant de trouver la cause du freinage, le mécanicien du train a remarqué un **nuage « ressemblant à de la vapeur »** et qui pourrait être constitué d'ammoniac anhydre. La locomotive a été dételée des wagons et le mécanicien a quitté la voie ferrée.

Des sapeurs-pompiers tentant d'intervenir, sans avoir eu le temps d'actionner leur équipement respiratoire, ont subi des **lésions mineures par inhalation et par voie oculaire**. Les ambulanciers les transportant à

l'hôpital ont été eux aussi exposés aux vapeurs de gaz. Les agents de police ont été exposés aux vapeurs d'ammoniac lorsqu'ils établissaient le périmètre de sécurité. Ils ne disposaient pas de protection respiratoire et ne possédaient pas la formation nécessaire sur les interventions en cas de déversement de produits chimiques de ce type.

Quelque 1300 résidents du secteur et les occupants des commerces ont dû être **évacués**. Trente quatre personnes ont été traitées à l'hôpital, une a été **intoxiquée par des vapeurs d'ammoniac anhydre** pendant qu'elle traversait les voies de chemin de fer et a perdu la vie plus tard à l'hôpital.



Déraillement du train, Canada 2001

Recommandations relatives à l'intervention

Toute intervention doit être effectuée par du personnel formé et avec un équipement adéquat, sinon laisser évaporer. Les nuages de vapeurs ammoniacales peuvent gêner la visibilité.

L'intervention est-elle possible?

- L'approche du lieu de l'accident se fait côté au vent, en se munissant d'appareils respiratoires et de vêtements étanches aux produits chimiques (voir EPI).
- Attention au fort dégagement gazeux lors de la dissolution de l'ammoniac dans l'eau.

Mesures d'urgence en cas de fuite ou de déversement

- Établir une ventilation naturelle, endosser des équipements de protection individuelle avant d'entrer dans la zone contaminée et se tenir côté au vent.
- Éviter tout contact avec le produit, ne pas respirer les vapeurs.
- Faire évacuer la zone sous le vent pouvant être concernée ou avertir la population proche de se confiner dans des locaux fermés non ventilés, selon l'appréciation des services d'intervention d'urgence.
- Éliminer les causes d'inflammation. Ne pas fumer.
- Arrêter si possible la fuite du produit et localiser les substances déversées, si cela ne présente pas de danger. À distance de la source, pulvériser de l'eau et protéger le personnel intervenant (rester loin en arrière du « brouillard » d'eau). Ne pas arroser une source d'ammoniac en flaque : l'échauffement va provoquer une production massive de gaz.
- Limiter le nombre d'intervenants dans la zone à risque.
- Obturer les égouts, éviter les rejets d'ammoniac ou de solutions ammoniacales vers les cours d'eau et confiner, si possible, les eaux de ruissellement.

Mesures d'urgence en cas d'incendie

L'ammoniac brûle très difficilement dans l'air sans l'aide d'un hydrocarbure ou d'un catalyseur. Dans certaines conditions, il y a danger d'explosion dans un espace confiné, ou s'il y a un risque d'amorçage énergétique.

- Arrêter la fuite du produit, si l'opération est sans risque, avant de tenter d'éteindre le feu.
- Ne pas arroser la source d'ammoniac avec de l'eau. Ne pas utiliser de jet-bâton pour l'extinction.

Incendie mineur :

- Utiliser comme agent extincteur de la poudre chimique sèche ou du dioxyde de carbone.

Incendie majeur :

- Hors de la source d'ammoniac, utiliser comme agent extincteur de l'eau pulvérisée ou en brouillard, ou en mousse (s'assurer de la compatibilité des émulseurs).
- Éloigner les contenants de la zone de feu si cela peut se faire sans risque.
- Empêcher l'infiltration d'eau dans les contenants.
- Les bouteilles de gaz endommagées ne devront être manipulées que par des spécialistes.

Incendie impliquant des citernes (autres que d'ammoniac) :

- Combattre l'incendie de la source de chaleur d'une distance maximale ou utiliser des lances ou canons à eau télécommandés.
- Refroidir les contenants à grande eau après l'extinction de l'incendie.
- Ne pas appliquer d'eau au point de fuite ou sur les dispositifs de sécurité afin d'éviter l'obstruction par la glace.
- Se retirer immédiatement si le sifflement émis par les dispositifs de sécurité augmente ou si la citerne se décolore et prendre en compte dans ce cas le risque d'explosion de la citerne.

Techniques de lutte

Transbordement

- Le transport simultané d'ammoniac et d'autres produits est impossible, sauf si les installations de manutention sont entièrement séparées ; l'allègement ne doit donc être effectué que par un navire réservé à l'ammoniac et par du personnel spécialisé.
- Les solutions d'ammoniac sont déchargées par pompage ou par dépotage sous pression.
- L'ammoniac liquéfié est déchargé par des pompes immergées ou à l'aide d'un compresseur. L'utilisation de gaz inerte contenant du dioxyde de carbone est à proscrire car l'ammoniac réagit avec le CO_2 pour former un carbonate d'ammonium (en présence de traces d'eau) dont les cristaux peuvent bloquer les circuits. Si on ne dispose pas d'azote à bord, utiliser de l'air pour les opérations de dégazage et de transfert de cargaison.
- Pour éviter les risques d'électricité statique dus à la pulvérisation d'ammoniac dans les citernes contenant de l'air, toutes les conduites et réservoirs doivent être reliés à la coque. Utiliser des outils anti-déflagrants.
- Le dégazage des réservoirs s'effectue par dégonflage (purgé à l'air). Il est très difficile d'éliminer entièrement l'ammoniac lors d'un transfert de cargaison ou d'un dégazage, en raison de sa forte solubilité dans l'eau. La moindre trace d'humidité retient l'ammoniac par absorption.
- Les équipements utilisés pour l'allègement sont les suivants :
 - Conduites en acier au carbone ou en acier non étamé,
 - Joints à brides ou soudés ; utiliser des brides à double emboîtement, conçues pour les conduites d'ammoniac.
- Les matériaux recommandés pour les manutentions d'ammoniac sont l'acier ou l'inox et joints en PTFE (Polytétrafluoroéthylène ou Téflon).
- Les matériaux proscrits sont le cuivre et ses alliages, à cause de la corrosion entraînée par le contact avec l'ammoniac.

Lutte contre les déversements

FICHE RÉFLEXE D'INTERVENTION ANTIPOLLUTION « PRODUITS »
GAZ ET LIQUIDES ÉVAPORANTS ET SOLUBLES, FICHE
ANTIPOLLUTION STRATÉGIES ET MOYENS N°5 : « DÉTECTION,
MODÉLISATION ET REPÉRAGE » ; N°12 : « CONFINEMENT ET
LUTTE DANS L'ATMOSPHÈRE »

Dans le cas de citernes d'ammoniac, suivant les cas, il peut être possible de colmater la brèche ou d'obturer la fuite par pinoche ou par coussin gonflable.

En mer

Il est probablement difficile d'intervenir avant que la totalité du produit ne soit évaporée ou dissoute.

La plupart du temps, il ne sera pas possible d'intervenir et l'action se limitera à évaluer l'étendue et l'évolution du nuage gazeux à l'aide de modèles prévisionnels, et à contrôler l'augmentation du pH lors de la dissolution du gaz dans l'eau.

En eaux intérieures et en zones portuaires

Il ne sera en général pas possible de confiner une nappe d'ammoniac liquide en raison de l'évaporation et de la dissolution. Si possible, traiter l'eau confinée et l'eau de ruissellement.

Sur le sol

Empêcher toute eau polluée d'atteindre un égout ou un cours d'eau en la confinant par des digues ou petits bassins. Il est possible de neutraliser ensuite le liquide avec du phosphate de monosodium.

Dans le cas de **très faibles déversements**, arroser la zone avec une **très grande quantité d'eau** et neutraliser. L'addition d'eau pulvérisée provoquera une ébullition violente jusqu'à ce que l'ammoniac soit assez dilué pour former une solution aqueuse qui pénètre alors dans le sol. **Cette action est à proscrire en cas de flaque importante d'ammoniac liquide.**

Enfin, il est intéressant et utile pour l'intervention de pouvoir connaître le comportement de l'ammoniac anhydre dans la colonne d'eau et dans l'atmosphère ; cette modélisation se réalise avec le logiciel de simulation de déversement de produit chimique ChemMap (voir chapitre « Les scénarios d'accidents »).

Choix des Équipements de Protection Individuelle (EPI)

Assurer une protection maximale en cas de fortes concentrations d'ammoniac

Sélection des respirateurs (FINGAS, 2000)

En fonction des concentrations maximales d'emploi (CME)² :

- Masque à gaz jusqu'à 300 ppm et sur une courte période.
- Appareil Respiratoire Isolant (ARI) au-delà de 300 ppm et sans limite d'utilisation.

Il est nécessaire de porter un scaphandre pour risque chimique si la concentration de produit risque d'être forte.

Sélection des vêtements de protection

(CEFIC ; ERICARD, 2005)

Dans tous les cas, il est nécessaire de porter une combinaison adaptée au gaz.

Protéger le personnel intervenant contre la chaleur rayonnée par rideau d'eau pulvérisée ou autre dispositif de protection thermique.

Une protection par sous-vêtements isolants et gants en tissu épais ou cuir est recommandée.

Envisager le port de la tenue de feu classique sous la combinaison.

Conseils d'utilisation en situation de déversement

- Les Appareils Respiratoires Isolants (ARI) représentent la meilleure protection car ils sont alimentés en air respirable par une source non contaminée. L'utilisateur est indépendant de l'atmosphère ambiante.

L'étanchéité de la pièce faciale peut être anéantie par une barbe (même de deux jours), des favoris, des cicatrices, des éruptions cutanées, des lunettes. Il existe des montures spéciales pour les verres correcteurs ordinaires ; en revanche, les lentilles sont autorisées avec les nouveaux modèles de

masques qui autorisent les échanges de gaz car ils ne sèchent pas et ne collent pas au globe oculaire. Il est recommandé d'effectuer des essais d'ajustement pour les nouveaux utilisateurs de masque et des essais réguliers pour les autres utilisateurs afin d'assurer une protection optimale.

- Les appareils à air libre sont adaptés à des travaux statiques avec un risque de pollution localisé ; les appareils à adduction d'air comprimé sont mieux adaptés à des travaux mobiles avec une pollution diffuse ou mal localisée.

- Les appareils isolants et autonomes à air comprimé à la demande et à pression positive à circuit ouvert (si l'air expiré est rejeté dans l'atmosphère) ont un facteur de protection d'environ 10 000, c'est-à-dire qu'ils peuvent assurer une protection jusqu'à 200 000 ppm d'ammoniac dans l'air ambiant (VLE = 20 ppm).

- Utiliser un ARI pour affronter une situation d'urgence :

- Si la concentration en oxygène est inférieure à 17 % en volume ou risque de le devenir ;

- Si la concentration en toxique atteint ou dépasse des teneurs supérieures aux valeurs limites, ou est inconnue ;

- En cas d'incendie.

² Il est à noter que la CME peut varier selon le fabricant et le modèle. Il faut consulter le fabricant pour avoir des données particulières.

Mesures à prendre après utilisation des EPI en situation de déversement

- Décontaminer les bottes après intervention. On peut utiliser un pédiluve et un détergent doux. Ne pas oublier de traiter l'eau souillée.
- Décontaminer les gants séparément des bottes dans un seau avec un détergent doux.
- Décontaminer aussi la combinaison de protection.

Temps de perméation au travers de différentes étoffes (FORSBERG ET KEITH, 1995)

BETEX (butyle sur néoprène) : > 360 minutes.
Butyle : > 480 minutes.
Caoutchouc naturel : 2 minutes (variable).
Néoprène > 180 minutes.
Nitrile : 250 minutes (variable).
Chlorure de polyvinyle : 15 minutes (variable).
Téflon : > 300 minutes.
Viton : aucun essai réalisé.

Appareils de mesure et traitement des déchets

Appareils de mesures

Méthodes de détection et de détermination dans l'air et dans l'eau : (INRS,1997)

- Méthode colorimétrique par dosage avec le réactif de Nessler ;
- Méthode potentiométrique par électrode spécifique ;
- Appareil Dräger avec tubes réactifs ammoniac 5/a, 25/a, 0,5%/a ;
- Prélèvement sur support imprégné et dosage par chromatographie d'ions.

Traitement des déchets

Les solutions aqueuses d'ammoniac ou les eaux polluées ne doivent pas être directement rejetées à l'égout ou dans les eaux superficielles ; elles doivent préalablement être neutralisées, soit sur place, soit dans une station de traitement des eaux.

Adresses pour le traitement des déchets dangereux en France (DIS)

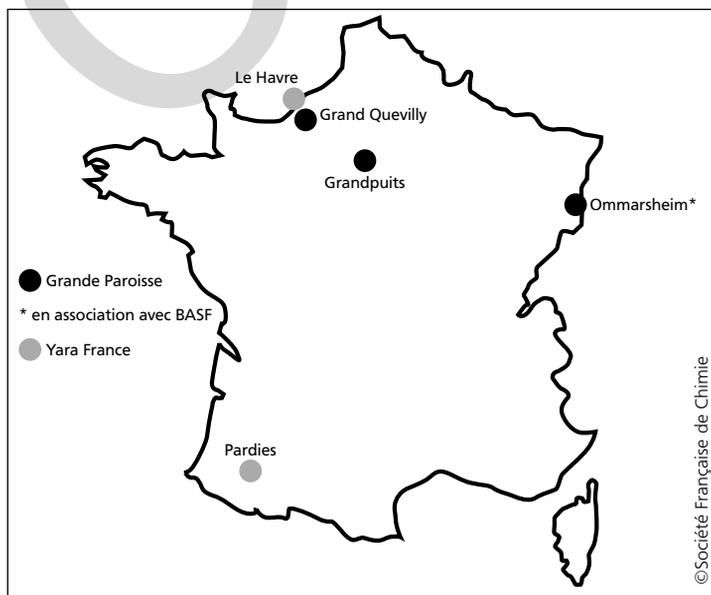
Les entreprises susceptibles de traiter ce type de déchets sont répertoriées à l'adresse suivante :

<http://www.observatoire-dechets-bretagne.org/>

Fabricants européens d'ammoniac

Grande Paroisse, Yara, Kemira, Fertiberia, BASF, SKW, PCK Raffinerie, DSM, PFI, NRT, ACHEMA, ANWIL, Zakłady Azotow, ADP, AMI (Agrolinz).

Sites de production d'ammoniac en France



Complément d'information

- Glossaire ————— E1
- Sigles et acronymes ————— E2
- Adresses Internet utiles ————— E3
- Bibliographie ————— E4
- Crédit photos ————— E5

Ceodre

Glossaire

Acute Exposure Guideline Level (AEGs)

Définis par le National Research Council's Committee on Toxicology (USA), les AEGs sont trois concentrations au-dessus desquelles la population générale pourrait ressentir certains effets. Les trois niveaux d'AEGs sont donnés pour cinq temps d'exposition : 10, 30 min, 1, 4 et 8 heures.

AEG1 : Concentration dans l'air d'une substance au-dessus de laquelle, la population générale, y compris les individus sensibles, pourrait éprouver un malaise notable, des irritations, ou certains effets asymptomatiques. Cependant, les effets sont passagers et réversibles dès la cessation de l'exposition.

AEG2 : Concentration dans l'air d'une substance au-dessus de laquelle, la population générale, y compris les individus sensibles, pourrait éprouver des effets défavorables irréversibles, sérieux, durables ou pouvant altérer la capacité de s'échapper.

AEG3 : Concentration dans l'air d'une substance au-dessus de laquelle, la population générale y compris les individus sensibles, pourrait éprouver des effets représentant un danger pour la vie ou pouvant aller jusqu'à la mort.

Adsorption

Augmentation de la concentration d'une substance dissoute à l'interface d'une phase condensée et d'une phase liquide sous l'influence de forces de surface. L'adsorption peut aussi se produire à l'interface d'une phase condensée et d'une phase gazeuse.

Aérosol

Ensemble de particules, solides ou liquides, en suspension dans un milieu gazeux.

ARI

Appareil Respiratoire Isolant

Bioaccumulation

Rétention sans cesse croissante d'une substance dans les tissus d'un organisme tout au long de son existence (le facteur de bioaccumulation augmente sans cesse).

Bioamplification

Rétention d'une substance dans les tissus à des teneurs de plus en plus élevées au fur et à mesure que l'on s'élève dans la hiérarchie des organismes de la chaîne alimentaire.

Bioconcentration

Rétention d'une substance dans les tissus d'un organisme au point que la teneur des tissus en cette substance dépasse la teneur du milieu ambiant en

cette substance, à un moment donné de la vie de cet organisme.

Biotransformation

Transformation biologique de substances entrant dans un organisme vivant grâce à des processus enzymatiques.

Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion (BLEVE)

Vaporisation violente à caractère explosif consécutive à la rupture d'un réservoir contenant un liquide à une température significativement supérieure à sa température normale d'ébullition à la pression atmosphérique.

Coefficient de diffusion dans l'air (et dans l'eau)

Constante décrivant le mouvement de la substance dans la phase gazeuse (ou liquide) en réponse à une différence de concentration dans la phase gazeuse (ou liquide).

Coefficient de partage carbone organique/eau (Koc)

(pour les substances organiques)

Rapport entre la quantité adsorbée d'un composé par unité de masse de carbone organique du sol ou du sédiment et la concentration de ce même composé en solution aqueuse à l'équilibre.

Coefficient de partage n-octanol/eau (Kow)

Rapport des concentrations d'équilibre d'une substance dissoute dans un système à deux phases constituées d'octanol et d'eau qui ne se mélangent pratiquement pas.

Concentration Efficace 50 (CE₅₀)

Concentration provoquant l'effet considéré (mortalité, inhibition de croissance...) pour 50 % de la population considérée pendant un laps de temps donné.

Concentration médiane létale (CL₅₀)

Concentration d'une substance déduite statistiquement qui devrait provoquer au cours d'une exposition ou après celle-ci, pendant une période définie, la mort de 50 % des animaux exposés pendant une durée déterminée.

Constante de Henry (cf. graphe p. 54)

Valeur représentant la volatilité d'une substance.

Densité relative

Quotient de la masse volumique d'une substance et de la masse volumique de l'eau pour une substance liquide, ou de l'air pour une substance gazeuse.

Densité de vapeur relative

Poids d'un volume de vapeur ou de gaz pur (sans air) comparativement à celui d'un volume égal d'air sec à la même température et à la même pression. Une densité de vapeur inférieure à 1 indique que la vapeur est plus légère que l'air et aura tendance à s'élever. Une densité de vapeur supérieure à 1 indique que la vapeur est plus lourde que l'air et aura tendance à se tenir et à se déplacer près du sol.

Dose Journalière Admissible (DJA)

La dose journalière admissible est, pour l'homme, la quantité d'un produit pouvant être ingérée par l'organisme en un jour, et pendant toute une vie, sans que cela présente le moindre risque pour la santé du dit organisme.

Dose Journalière d'Exposition (DJE)

Dose (interne ou externe) de substance reçue par l'organisme rapportée au poids de l'individu et au nombre de jours d'exposition (dans le cas d'une substance non cancérigène) et au nombre de jours de la vie entière (dans le cas d'une substance cancérigène).

Emergency Response Planning Guidelines (ERPG)

L'AIHA (American International Health Alliance) a fixé en 1988 trois concentrations maximales en dessous desquelles une catégorie d'effets n'est pas attendue, pour une durée d'exposition d'une heure avec l'objectif de protéger la population générale :
ERPG1 : concentration maximale d'une substance dans l'air en dessous de laquelle tous les individus pourraient être exposés pendant une heure sans ressentir autre chose que des effets transitoires ou sentir une odeur identifiable.

ERPG2 : concentration maximale d'une substance dans l'air en dessous de laquelle tous les individus pourraient être exposés pendant une heure sans ressentir ou développer des symptômes ou des effets sérieux ou irréversibles ou diminuer leurs capacités à se protéger.

ERPG3 : concentration maximale d'une substance dans l'air en dessous de laquelle la plupart des individus pourrait être exposée pendant une heure sans ressentir ou développer d'effets mortels.

Équipement de protection

Il s'agit de la protection respiratoire et de la protection physique de la personne. Des niveaux de protection comprenant à la fois les vêtements de protection et les appareils pour la protection respiratoire ont été définis et acceptés par les organismes d'intervention tels que la Garde-Côtière des États-Unis, le NIOSH et le U.S.-EPA.

Niveau A : un ARI (Appareil Respiratoire Isolant) et des combinaisons entièrement étanches aux

agents chimiques (résistant à la perméation).

Niveau B : un ARI (Appareil Respiratoire Isolant) et une tenue de protection contre les projections liquides (résistant aux éclaboussures).

Niveau C : un masque complet ou demi-masque respiratoire et un vêtement résistant aux produits chimiques (résistant aux éclaboussures).

Niveau D : vêtement couvre-tout sans protection respiratoire.

Facteur de bioconcentration

Rapport de la teneur en une substance des tissus d'un organisme exposé (moins la teneur d'un organisme témoin) à la teneur en cette substance du milieu ambiant.

Immediately Dangerous to Life or Health (IDLH)

Valeur en dessous de laquelle un travailleur peut, sans recourir à une protection respiratoire et sans altération de ses capacités de fuite, se mettre en sécurité, en 30 minutes, dans le cadre d'une exposition brutale.

Limite Inférieure d'Explosivité (LIE) ou Low Explosive Limit (LEL)

Concentration minimale du composé dans l'air au-dessus de laquelle les vapeurs s'enflamment.

Limite Supérieure d'Explosivité (LSE) ou High Explosive Limit (HEL)

Concentration maximale du composé dans l'air au-dessus de laquelle les vapeurs ne s'enflamment plus par manque d'oxygène.

Lowest Observed Effect Concentration (LOEC)

Concentration la plus basse à laquelle un effet est observé.

MARVS (Maximum Allowable Relief Valve Setting)

Désigne le tarage maximal admissible des soupapes de sûreté à pression d'une citerne à cargaison.

Mille nautique ou mille marin (Nautical Mile)

1 mille nautique vaut 1852 mètres et correspond à une minute de latitude.

Minimum Risk Level (MRL)

Cette valeur est une estimation de l'exposition humaine journalière à une substance chimique qui est probablement sans risque appréciable d'effets néfastes non cancérigènes sur la santé pour une durée spécifique d'exposition.

Miscible

Matière qui se mélange facilement à l'eau.

Mousse

Produit formant une écume abondante. La couche de mousse absorbe la plupart des vapeurs, supprime physiquement les vapeurs, isole le produit chimique du rayonnement solaire et de l'air ambiant, ce qui diminue l'apport de chaleur, donc la vaporisation.

No Observed Effect Concentration (NOEC)

Concentration mesurée suite à des essais de toxicité chronique et pour laquelle aucun effet n'est observé. C'est-à-dire que la substance ne présente pas de toxicité chronique en dessous de cette concentration.

No Observed Effect Level (NOEL)

Dose la plus élevée d'une substance qui ne provoque pas de modifications distinctes de celles observées chez les animaux témoins.

Photo-oxydation

Oxydation d'un composé chimique obtenue par l'action de l'énergie lumineuse.

Point critique

Point auquel la température et la pression à laquelle les propriétés intensives du liquide et de la vapeur (densité, capacité calorifique, etc.) deviennent égales. Il s'agit de la température la plus élevée (température critique) et pression (pression critique) auxquelles une phase gazeuse et une phase liquide d'un composé donné peuvent coexister.

Point d'ébullition (mesuré à une atmosphère)

Température à laquelle un liquide commence à bouillir. Plus précisément, lorsque la température à laquelle la pression de vapeur saturante d'un liquide est égale à la pression atmosphérique standard (1 013,25 hPa). Le point d'ébullition mesuré dépend de la pression atmosphérique.

Point éclair

Température la plus basse à laquelle une substance dégage une vapeur qui s'enflamme ou qui brûle immédiatement lorsqu'on l'enflamme.

Point de fusion

Température à laquelle coexistent les états solide et liquide d'un corps. Le point de fusion est une constante d'une substance pure et est habituellement calculé sous pression atmosphérique normale (une atmosphère).

Polluant marin

Substance, objet ou matière, susceptible, lorsque relâché dans l'environnement marin, de causer de graves dommages à l'environnement.

Polymérisation

Ce terme décrit la réaction chimique généralement associée à la production des matières plastiques. Fondamentalement, les molécules individuelles du produit chimique (liquide ou gaz) réagissent entre elles pour former une longue chaîne. Ces chaînes peuvent servir à de nombreuses applications.

Pouvoir tampon

Capacité d'une solution à absorber une certaine quantité d'acide ou de base sans entraîner de forte variation de pH. En milieu marin, le pouvoir

tampon est dû à l'équilibre dihydrogénocarbonate/carbonate.

Pression critique

Valeur maximum de pression pour laquelle la distinction entre gaz et liquide peut être faite.

Pression ou tension de vapeur

Pression partielle des molécules de gaz en équilibre avec la phase liquide pour une température donnée.

Produits de décomposition

Produits issus de la décomposition chimique ou thermique d'une substance.

Rugosité

Longueur définissant une zone de transfert entre la couche atmosphérique et la surface de contact. Cette longueur dépend de la taille moyenne des aspérités de la surface de contact et des paramètres atmosphériques près de la surface.

Pour une mer calme, elle est de l'ordre de 0,02 cm à 0,06 cm.

Seuil des Effets Irréversibles (SEI)

Concentration pour une durée d'exposition donnée au-dessus de laquelle des effets irréversibles peuvent apparaître au sein de la population exposée.

Seuil des Effets Létaux (SEL)

Concentration pour une durée d'exposition donnée au-dessus de laquelle on peut observer une mortalité au sein de la population exposée.

Seuil olfactif

Concentration minimale de substance dans l'air ou dans l'eau à laquelle un nez humain peut être sensible.

Solubilité

Quantité de substance dissoute dans l'eau. Elle est fonction de la salinité et de la température.

Source d'ignition

Exemples de source d'ignition : la chaleur, une étincelle, une flamme, l'électricité statique et la friction. Il faut toujours éliminer les sources d'ignition, lors de manipulations de produits inflammables ou d'interventions dans des zones à risques (utiliser des pompes ou VHF anti-déflagrant).

Taux d'évaporation ou de volatilité

Le taux d'évaporation indique le rapport entre le temps qu'un produit met à s'évaporer et le temps qu'il faut à un produit de référence pour s'évaporer. Le taux varie en fonction de la nature du produit et de la température. L'éther diéthylique, par exemple, est le produit de référence pour lequel on possède le plus de données.

Temporary Emergency Exposure Limits (TEEL)

Valeurs temporaires d'exposition lorsqu'il n'y a pas d'ERPG fixée :

TEEL 0 est la concentration seuil en dessous de laquelle une grande partie de la population ne ressentira pas d'effet sur la santé. **TEEL 1** correspond à ERPG1, **TEEL 2** correspond à ERPG2 et **TEEL 3** correspond à ERPG3.

Température critique

Valeur de température, lors de l'ébullition, où il n'y a plus de transition franche entre l'état liquide et l'état gazeux.

Température d'auto-inflammation

Température minimale à laquelle les vapeurs s'enflamment spontanément.

Tension superficielle

Constante exprimant la force due aux interactions moléculaires, s'exerçant à la surface d'un liquide au contact d'une autre surface (liquide ou solide) et qui affecte sa dispersion sur la surface.

Threshold Limit Value (TLV)

Teneur limite moyenne (pondérée en fonction du temps) à laquelle la majorité des travailleurs peut être exposée régulièrement à raison de 8 heures par jour, 5 jours par semaine, sans subir d'effet nocif. Il s'agit d'une valeur définie et déterminée par l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

TLV-STEL : Concentrations moyennes pondérées sur 15 minutes qui ne doivent jamais être dépassées à aucun moment de la journée.

TLV-TWA : Valeurs moyennes pondérées sur huit heures par jour et quarante heures par semaine.

TLV-ceiling : Valeurs plafond ne devant jamais être dépassées, même instantanément.

Unconfined Vapor Cloud Explosion (UVCE)

Explosion d'un nuage ou d'une nappe de gaz ou vapeurs combustibles en milieu non confiné.

Valeur Limite d'Exposition (VLE)

Valeur plafond d'exposition mesurée sur une durée maximale de 15 minutes.

Valeur Moyenne d'Exposition (VME)

Valeur mesurée ou estimée sur la durée d'un poste de travail de 8 heures, elle est destinée à protéger les travailleurs des effets à long terme. La VME peut être dépassée sur de courtes périodes, à condition de ne pas dépasser la VLE, lorsqu'elle existe.

Vitesse de combustion

Vitesse à laquelle un corps soumis à l'action du feu brûle entièrement.

Vitesse de régression

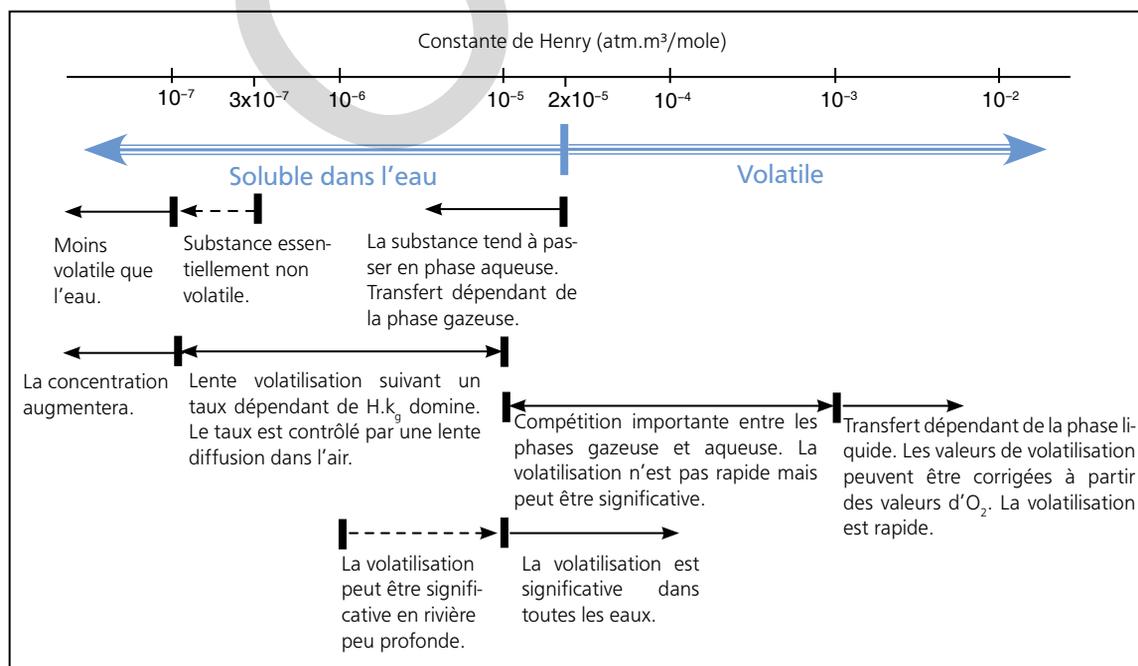
Vitesse de diminution de l'épaisseur de la flaque de liquide en feu.

Pour un liquide donné, la vitesse de régression est constante quelle que soit la surface de la flaque (diamètre de flaque supérieur à 2 mètres).

La vitesse de régression permet d'estimer la durée totale d'un incendie, en l'absence de toute intervention.

ex : flaque de 1000 mm d'épaisseur, vitesse de régression de 10 mm/min

□ durée de l'incendie = 1000/10 = 100 minutes.



Caractéristiques de la volatilisation associées aux différentes valeurs de la Constante de Henry (Lyman et al., 1990)

Sigles et acronymes

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
ADN	Accords De Navigation
ADNR	Accord européen relatif au transport international des marchandises Dangereuses par voie de Navigation intérieure ("R" sur le Rhin)
ADR	Accords européens relatifs au transport international des marchandises Dangereuses par Route
AEGLs	Acute Exposure Guideline Levels
AFFF	Agent Formant un Film Flottant
AFSSA	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
AIHA	American International Health Alliance
ALOHA	Aerial Locations of Hazardous Atmospheres
ARI	Appareil Respiratoire Isolant
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
AUV	Autonomous Underwater Vehicles
BCF	Bio Concentration Factor
BLEVE	Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion
CAS	Chemical Abstracts Service
CE	Concentration Efficace
CEA	Commissariat à l'Energie Atomique
CEDRE	Centre de Documentation de Recherche et d'Expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux
CEFIC	Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique
CHRIS	Chemical Hazards Response Information System
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CL	Concentration médiane Létale
CME	Concentration Maximale d'Emploi
CSST	Commission de la Santé et de la Sécurité du Travail
CSTEE	Comité Scientifique sur la Toxicité, l'Écotoxicité et l'Environnement
CTE	Centre de Technologie Environnementale du Canada
DDASS	Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
DDE	Direction Départementale de l'Équipement
DIS	Déchets Industriels Spéciaux
DJA	Dose Journalière Admissible
DJE	Dose Journalière Efficace
DRASS	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
DRIRE	Directions Régionales de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
ECB	European Chemicals Bureau
EFMA	European Fertilizer Manufacturers Association
EINECS	European Inventory of Existing Chemical Substances
EPA	Environmental Protection Agency
EPI	Équipement de Protection Individuelle
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines
FDS	Fiche de Données de Sécurité
G.P.	Grande Paroisse
HSDB	Hazardous Substances Data Bank
IATA	International Air Transport Association
IBC	International Bulk chemical Code
ICSC	International Chemical Safety Cards
IDLH	Immediately Dangerous to Life or Health concentrations
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
IGC	International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk
IMDG	International Maritime Dangerous Goods
IMO	International Maritime Organization
INCHEM	International Chemical industries : Inc
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des RISques

INRS	Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
IPCS	International Programme on Chemical Safety
IPSN	Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire
IUCLID	International Uniform Chemical Information Database
LIE	Limite Inférieure d'Explosivité
LLDPE	Linear Low Density PolyEthylene
LSE	Limite Supérieure d'Explosivité
MARPOL	MARine POLLution
MARVS	Maximale Allowable Relief Valve Setting
MCA	Maritime and Coastguard Agency
MEDD	Ministère de l'Écologie et du Développement Durable
MP	Marine Pollutant
MRL	Minimum Risk Level
NIOSH	National Institute for Occupational Safety and Health
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NOEC	No Observed Effect Concentration
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Economique
OMI	Organisation Maritime Internationale
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
PEC	Predicted Effect Concentration
PID	Photolonisation Detector
PNEC	Predicted No-Effect Concentration - Concentration sans effet prévisible sur l'environnement
ppm	Partie par million
pTBC	para Tertio Butyl Catéchole
PVC	Poly(Vinyl Chloride)
PVDC	Polychlorure de vinylidène
PVDF	Polyfluorure de vinylidène
REMPEC	Centre Régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle
ROV	Remoted Operated Vehicle
SEBC	Standard European Behaviour Classification system of chemicals spilled into the sea
SEL	Seuil des Effets Létaux
SIDS	Screening Information DataSet
TEEL	TEmporary Exposure Limits
TGD	Technical Guidance Document
TLV-ceiling	Threshold Limit Values - ceiling
TLV-STEL	Threshold Limit Values - Short Term Exposure Limit
TLV-TWA	Threshold Limit Values - Time Weighted Average
TNO	Toegepast - Natuurwetenschappelijk Onderzoek Nom anglais : the Netherlands Organisation for Applied Scientific Research
TRANSAID	Organisation d'assistance mise au point entre l'Union des Industries Chimiques et la Sécurité Civile
TROCS	Transport of Chemicals Substances - Base de données conçue par le REMPEC
UIISC	Unité d'Instruction et d'Intervention de la Sécurité Civile
US-EPA	United States Environmental Protection Agency
UVCE	Unconfined Vapor Cloud Explosion
VHF	Very High Frequency
VLE	Valeur Limite d'Exposition
VME	Valeur Moyenne d'Exposition
v/v	volume à volume
ZDO	Zone de Défense Ouest

Adresses Internet utiles

Accord de Bonn, [en ligne]

Disponible sur <http://www.bonnagreement.org>

AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments), [en ligne]

Disponible sur <http://www.afssa.fr>

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), [en ligne]

Disponible sur <http://www.atsdr.cdc.gov>

CEFIC (Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique), [en ligne]

Disponible sur <http://www.ericards.net>

Chemfinder. Base de données sur les produits chimiques, [en ligne]

Disponible sur <http://chemfinder.cambridgesoft.com>

CHRIS (Chemical Hazards Response Information System), [en ligne]

Disponible sur <http://www.chrismanual.com/findform.htm>

CSST (Commission canadienne de la Santé et de la Sécurité au Travail), [en ligne]

Disponible sur <http://www.reptox.csst.qc.ca>

CTE (Centre de Technologie Environnementale du Canada), [en ligne]

Disponible sur http://www.etc-cte.ec.gc.ca/ethome_f.html

ECB (European Chemical Bureau), [en ligne]

Disponible sur <http://ecb.jrc.it>

GRANDE PAROISSE [en ligne]

Disponible sur <http://www.grande-paroisse.fr>

ICSC (International Chemical Safety Cards), [en ligne]

Disponible sur <http://www.cdc.gov/niosh/ipcs/french.html>

INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques), [en ligne]

Disponible sur <http://www.ineris.fr>

INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité), [en ligne]

Disponible sur <http://www.inrs.fr>

IPCS (International Program Chemical Safety), [en ligne]

Disponible sur <http://www.inchem.org>

NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health), [en ligne]

Disponible sur <http://www.cdc.gov/niosh/idlh/intridl4.html>

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), [en ligne]

Disponible sur <http://www.noaa.gov/ocean.html>

TROCS Base de données du REMPEC (Centre régional méditerranéen pour l'intervention d'urgence contre la pollution marine accidentelle) sur les transports de produits chimiques, [en ligne]

Disponible sur <http://www.rempec.org/databases.asp?lang=fr>

UIC (Union des Industries Chimiques), [en ligne]

Disponible sur <http://www.uic.fr>

US DEPARTMENT OF ENERGY'S. Chemical Safety Program : Revision 21 of ERPGs and TEELS for Chemicals of Concern, [en ligne]

Disponible sur http://www.eh.doe.gov/chem_safety/teel.html

US EPA (US Environmental Protection Agency), [en ligne]

Disponible sur <http://www.epa.gov>

Bibliographie

Documents

BOUET R. *Ammoniac : essais de dispersion atmosphérique à grande échelle. Rapport final.* Verneuil-en-Halatte : INERIS, 1999. 112 p.

CEDRE. *Ammoniac.* Brest : Cedre, 1990. 37 p. (Mini-guide d'intervention et de lutte face au risque chimique).

CEDRE. *Fiches stratégie d'intervention antipollution portuaire, maritime et fluviale. Rapport final.* Brest : Cedre, 2005. 52 p.

CEFIC. *ERICards, Emergency Response Intervention Cards : transport of dangerous goods.* Bruxelles : Cefic, 2003. 322 p.

COWGILL U.M., MILAZZO D.P. The response of the Three Brood Ceriodaphnia Test to Fifteen Formulations and Pure Compounds in Common Use. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology.* 1991, vol. 21, n°1, p. 35-40.

DOR F., ZMIROU D. (Coord.). *Stockage des déchets et santé publique. Septembre 2004.* Saint Maurice : INVS, 2004.

EFMA TASK GROUP AMMONIA RAIL TRANSPORT. *Guidelines for transporting ammonia by rail : Master Document Version 18 ; 83, 05/08/2004.* Bruxelles : EFMA, 2004. 83 p.

ENVIRONNEMENT CANADA (SERVICE DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT). *L'ammoniac.* Ottawa : Environnement Canada, 1985. 136 p. (ENVIROGUIDE).

FINGAS M. Équipement de protection personnelle contre les déversements de substances dangereuses. *Bulletin de la lutte contre les déversements*, janvier-décembre 2000, vol. 25, 14 p.

FULLERINGER D. *Évaluation de la sûreté des installations utilisant de l'ammoniac. Rapport DES n°380.* IPSN, 2000. 223 p.

GRANDE PAROISSE. *Fiche de données de sécurité (FDS) : ammoniac.* 2005, 8 p. (N° FDS 1151, version 9).

INRS. *Ammoniac et solutions aqueuses.* Paris : INRS, 1997, 6 p. (Fiche toxicologique, n°16).

JABBOUR T., CLODIC D. Ignition tests of flammable refrigerant leaks in ventilated and unventilated rooms. In *Natural working fluids 2002, Proceedings of the 5th IIR Gustav Lorentzen conference, Guangzhou, China, Sept. 17-20, 2002.* Paris : Center for Energy studies, École des Mines de Paris, 2002. p. 329-337.

OMI. *Manuel sur la pollution chimique : évaluation et intervention. Section 1. Édition de 1999.* Londres : OMI, 2000. 123 p.

OMI. *MARPOL 73/78 : édition récapitulative de 2002. Articles, protocoles, annexes et interprétations uniformes de la convention internationale de 1973 pour la prévention de la pollution par les navires, telle que modifiée par le protocole de 1978 y relatif.* Londres : OMI, 2002. 547 p.

OMI. *Recueil international de règles relatives à la construction et à l'équipement des navires transportant des gaz liquéfiés en vrac : recueil IGC.* Londres : OMI, 1993. 179 p.

ROBINETTE, R.H. Effects of Selected Sublethal Levels of Ammonia on the Growth of Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*). *The progressive fish-culturist*, 1976, vol. 38, n°1, p. 26-29.

RONNEY, P. *Effect of Chemistry and Transport Properties on Near-limit Flames at Microgravity. Combust. Sci. and Tech.*, 1988, vol. 59, p. 123-141.

TISSOT S. *Détermination des Seuils d'Effets Létaux 5 % dans le cadre des réflexions en cours sur les PPRT. Rapport final.* Verneuil-en-Halatte : INERIS, 2004. 17 p.

TISSOT S., PICHARD A. *Seuils de toxicité aiguë : ammoniac (NH₃). Rapport final.* Verneuil-en-Halatte : INERIS, 2003. 40 p.

TOTAL. *Documents techniques généraux : classes de tuyauteries chimie. Document interne.* 2001, 6 p.

TRANSPORT CANADA, DÉPARTEMENT AUX TRANSPORTS DES ÉTATS-UNIS, SECRÉTARIAT AUX COMMUNICATIONS ET AUX TRANSPORTS DU MEXIQUE. *Guide Nord américain des mesures d'urgence 1996 : un guide destiné aux premiers intervenants sur les mesures d'urgence au cours de la phase initiale d'un incident mettant en cause des marchandises dangereuses (CANUTEC).* Ottawa : Editions du gouvernement du Canada, 1996. p. 214-215.

Documents électroniques

BST (Bureau de la sécurité des transports du Canada) [en ligne].

Disponible sur : <http://www.tsb.gc.ca/fr/reports/rail/2001/r01e0009/r01e0009.pdf> (page consultée en décembre 2006).

CCHST (Centre Canadien d'Hygiène et de Sécurité au Travail) [en ligne].

Disponible sur : http://www.cchst.ca/reponsesst/chemicals/chem_profiles/ammonia/health_ammonia.html (page consultée en décembre 2006).

CHRIS (Chemical Hazards Response Information System) *Fiche de sécurité sur l'ammoniac anhydre.* [en ligne]

Disponible sur : <http://www.chrismanual.com/A/AMA.pdf> (Page consultée en décembre 2006).

CSST (Commission de la Santé et de la Sécurité au Travail). *Informations de la banque de données du Service du répertoire toxicologique sur l'ammoniac.* [en ligne].

Disponible sur http://www.reptox.csst.qc.ca/Produit.asp?no_produit=273&nom=Ammoniac (page consultée en décembre 2006).

ICSC (International Chemical Safety Cards). [en ligne]. *Fiche de données de sécurité sur l'ammoniac.*

Disponible sur <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnfrn/nfrn0414.html> (Page consultée en décembre 2006).

SFC (Société Française de Chimie). *Sites de production d'ammoniac, en France* [en ligne].

Disponible sur : <http://www.sfc.fr/Donnees/mine/nh3/texnh3.htm> (page consultée en décembre 2006).

Crédit photos

p. 17 : Tanker Kemira gas, © jtashippphoto.dk 2003 - 2006.

p. 43 : *Derailed tank cars overturned and resting in ditch.*
Transportation Safety Board of Canada, 2001. Reproduced with the permission of the Minister of Public Works and Government Services Canada, 2006.

p. 49 : © Société Française de Chimie

ANNEXES

Annexe 1 : synthèse et complément sur les données physiques et toxicologiques

Annexe 2 : fiche format fax

ANNEXE 1 : SYNTHÈSE ET COMPLÉMENT SUR LES DONNÉES PHYSIQUES ET TOXICOLOGIQUES

Classification

(CHRIS, 1999 ; INRS, 1997)

N°CAS : 7664-41-7
N°CE (EINECS) : 231-635-3
N°ONU : 1005
N°index : 007-001-00-5
Classe : 2

Données physiques

Facteurs de conversion dans l'air :

1 ppm = 0,7 mg/m³

1 mg/m³ = 1,14 ppm

Masse molaire : 17,03 g/mol

Masse volumique à 0°C et 1 atm : 0,77 g/l

INRS, 1997

FDS G.P., 2005

État physique

Aspect : gaz

Couleur : incolore

Odeur : irritante, piquante et caractéristique

Densité

Densité du liquide (eau =1) : 0,7 à -33°C

Densité de vapeur (air =1) : 0,6

ENVIRONNEMENT CANADA, 1985

FDS G.P., 2005

Solubilité en eau douce

895 g/L à 0°C

529 g/L à 20°C

INERIS, 1999

FDS G.P., 2005 ; INERIS, 1999

pH de la solution aqueuse à une concentration de 1 % : 11,7

FDS G.P., 2005

Pression/Tension de vapeur

FDS G.P., 2005

°C	- 18	0	4,7	25	50,1	78,9
kPa	200	430	500	1013	2000	4000

Températures importantes

Point de fusion : - 77,7°C	FDS G.P., 2005
Point d'ébullition à la pression atmosphérique : -33,3°C	INERIS, 1997
Point éclair : non applicable	FDS G.P., 2005
Point d'auto-inflammation : 651°C (DIN 51794)	FDS G.P., 2005 ; ICSC, 1998
Point critique à 0,11 atm : 132,4°C	INRS, 1997

Autres propriétés

Constante de Henry : 1,61 Pa.m ³ /mol	CALTOX, 1997
Coefficient de diffusion :	
dans l'air : 2,16.10 ⁵ m ² /s	CALTOX, 1997
dans l'eau : 1,10.10 ⁻⁹ m ² /s	CALTOX, 1997
Viscosité :	
à - 33°C : 10,225 mPa.s	INERIS, 1997
à 0°C : 0,0092 mPa.s	ENVIRONNEMENT CANADA, 1985
à 20°C : 0,0098 mPa.s	ENVIRONNEMENT CANADA, 1985
Seuil olfactif : 5 à 25 ppm, très variable selon les personnes	FDS G.P., 2005

Données toxicologiques

Valeurs toxicologiques seuils

Valeurs d'exposition professionnelle

VME (France) : 7 mg/m³ = 10 ppm

VLE (France) : 14 mg/m³ = 20 ppm

TLV-TWA (ACGIH) : 17 mg/m³ = 25 ppm

Valeurs de gestion de risque pour la population

IDLH (NIOSH) : 210 mg/m³ = 300 ppm

TLV-STEL (ACGIH) : 24 mg/m³ = 35 ppm

TEEL 0 : 17,5 mg/m³ = 25 ppm

ERPG 1 : 17,5 mg/m³ = 25 ppm

ERPG 2 : 105 mg/m³ = 150 ppm

ERPG 3 : 525 mg/m³ = 750 ppm

Effets spécifiques

Effets sur la reproduction : pas de données propres

Effets cancérogènes : pas d'effet cancérogène selon le CIRC

Effets mutagènes : non mutagène (test d'Ames avec et sans activation métabolique)

Toxicité humaine chronique

(INRS, 1997 ; ICSC, 1998 ; CHRIS, 1999 ; FDS G. P., 2005)

L'exposition répétée ou prolongée peut engendrer une certaine tolérance, c'est-à-dire que les effets irritants seront perçus à des concentrations plus élevées.

Toxicité humaine aiguë

(ICSC, 1998 ; CSST, 2000 ; INERIS, 2003)

L'ammoniac sous forme gaz est irritant et corrosif pour :

- la peau : irritation,
- les yeux : larmoiments, sensation de brûlure oculaire, dommages cornéens,
- les voies respiratoires supérieures (nez et gorge) : assèchement du nez, toux, douleurs à la poitrine, dyspnées, suffocations.

Dans les cas graves, on peut observer un œdème laryngé, évoluant vers l'œdème pulmonaire et la mort par asphyxie. Le délai d'apparition peut aller jusqu'à 48 heures après l'exposition.

L'exposition à de fortes concentrations provoque un syndrome d'irritation bronchique, mais peut conduire aussi à une corrosion de la peau, des yeux et des voies respiratoires supérieures.

Un contact direct avec le gaz liquéfié cause des engelures ainsi que la corrosion des yeux et de la peau.

Les effets aigus probables à la suite d'une exposition accidentelle sont dépendants de la dose en gaz.

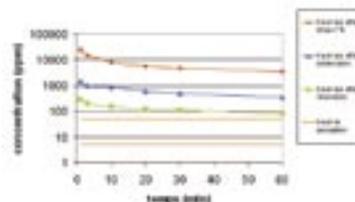
Indices de toxicité

•Seuils d'exposition aiguë (EPA)

AEGLs (INERIS, 2003)

Durée (minutes)	5	10	30	60
AEGL-1 (ppm)	25	25	25	25
AEGL-2 (ppm)	380	270	160	110
AEGL-3 (ppm)	3 800	2 700	1 600	1 100

•Seuils de toxicité aiguë en cas d'émission accidentelle d'ammoniac (INERIS, 2003)



• Seuils définis par le ministère de l'Écologie et du Développement durable et du ministère de la Santé

Seuils d'effets létaux 1 % (INERIS, 2003)

Temps (minutes)	Concentration	
	mg/m ³	ppm
1	17 710	25 300
3	10 290	14 700
10	5 740	8 200
20	4 083	5 833
30	3 337	4 767
60	2 380	3 400

Seuils d'effets létaux 5 % (INERIS, 2004)

Temps (minutes)	Concentration	
	mg/m ³	ppm
1	19 623	28 033
10	6 183	8 833
20	4 387	6 267
30	3 593	5 133
60	2 543	3 633

Seuils d'effets réversibles (INERIS, 2003)

Temps (minutes)	Concentration	
	mg/m ³	ppm
1	196	280
3	140	200
10	105	150
20	84	120
30	77	110
60	56	80

Seuils d'effets irréversibles (INERIS, 2003)

Temps (minutes)	Concentration	
	mg/m ³	ppm
1	1 050	1 500
3	700	1 000
10	606	866
20	428	612
30	350	500
60	248	354

Seuils de perception (FDS G.P., 2005)

Seuil olfactif : 5 - 25 ppm

Seuil d'irritation : 50 - 100 ppm

Données écotoxicologiques

Écotoxicité aiguë (ECB, 2000)

Crustacé (<i>Daphnia magna</i>)	CL ₅₀ (48h) = 25,4 mg/L (eau douce)
Crustacé (<i>Ceriodaphnia reticulata</i>)	CL ₅₀ (48h) = 131 mg/L (eau douce)
Poisson (<i>Sciaenops ocellata</i>)	CL ₅₀ (24h) = 0,9 mg/L (eau marine)
Poisson (<i>Carassius auratus</i>)	CL ₅₀ (24h) = 7,2 mg/L (eau douce)
Poisson (<i>Cyprinus carpio</i>)	CL ₅₀ (96h) = 1,1 mg/L (eau douce)

Écotoxicité chronique

Poisson (<i>Ictalurus punctatus</i>)	NOEC (27 j) = 0,06 mg/L (eau douce) (ROBINETTE, 1976)
Crustacé (<i>Ceriodaphnia dubia</i>)	NOEC reproduction (3 générations) = 2 mg/L (eau douce) NOEC survie (3 générations) = 6,8 mg/L (eau douce) (COWGILL & MILAZZO, 1991)

PNEC (Predicted No-Effect Concentration - Concentration sans effet prévisible sur l'environnement): Aucune PNEC n'a pu être dérivée à partir de données obtenues sur seulement deux niveaux trophiques (invertébrés et poissons). En effet, aucune donnée valide sur les algues n'est disponible dans la littérature.

ANNEXE 2 : FICHE FORMAT FAX

Ammoniac Ammoniac anhydre, Ammonia	NH₃	N° CAS : 7664-41-7
		N° CE (EINECS) : 231-635-3
		N° Index : 007-001-00-5
		N° ONU: 1005
		Classe : 2

Données de premiers secours

S'équiper d'un appareil respiratoire avant de secourir une personne en danger.

Éliminer la source de contamination ou retirer le sujet de la zone polluée. Couvrir la victime. Les nuages de vapeurs ammoniacales peuvent gêner la visibilité.

Intoxication par inhalation

- Amener la victime à l'air libre et la mettre au repos ;
- Faire respirer de l'air ou de l'oxygène par intermittence si difficultés respiratoires ;
- Placer la personne en position semi-assise ;
- Mettre la victime sous respiration artificielle si arrêt respiratoire ;
- Hospitaliser d'urgence.

Contact cutané

- Enlever délicatement les vêtements, ne pas retirer ceux qui adhèrent à la peau ;

- En cas de gelures faisant adhérer le tissu à la peau, dégeler à l'eau tiède ;
- Rincer immédiatement et de manière prolongée (15 minutes minimum) les parties affectées sous un léger courant d'eau tiède ;
- Ne pas frotter la peau lésée ;
- Consulter un médecin.

Contact oculaire

- Laver immédiatement et abondamment à l'eau pendant au moins 15 minutes en maintenant les paupières ouvertes ;
- Rincer avec une solution tampon phosphatée ;
- Consulter un ophtalmologiste.

Intoxication par ingestion

Pour les gaz, cette voie est considérée comme un mode d'exposition peu probable.

Données physiques

Masse molaire : 17,03 g/mol
Masse volumique à 0°C et 101,3 kPa (1 atm) : 0,77 g/L
Point de fusion : -77,7°C
Point d'ébullition à la pression atmosphérique : -33,3°C
Point critique à 11 480 kPa (0,11 atm) : 132,4°C
pH de la solution aqueuse à une concentration de 1% : 11,7
Viscosité : 10,225 mPa.s à -33°C
0,0092 mPa.s à 0°C
0,0098 mPa.s à 20°C
Densité relative (eau = 1) : 0,7 à -33°C
Densité de vapeur (air = 1) : 0,6
Solubilité : 895 g/L à 0°C
529 g/L à 20°C
Seuil olfactif : 5 à 25 ppm, très variable selon les personnes
Coefficient de diffusion dans l'eau : 1,10.10⁹ m²/s
Coefficient de diffusion dans l'air : 2,16.10⁵ m²/s
Constante de Henry : 1,61 Pa.m³/mol

Pression / Tension de vapeur

°C	- 18	0	4,7	25	50,1	78,9
kPa	200	430	500	1013	2000	4000

Classification U.E. :



T : toxique



N : dangereux pour l'environnement

- R10 : Inflammable.
R23 : Toxique par inhalation.
R34 : Provoque des brûlures.
R50 : Très toxique pour les organismes aquatiques.
S1/2 : Conserver sous clé et hors de portée des enfants.
S9 : Conserver le récipient dans un endroit bien ventilé.
S16 : Conserver à l'écart de toute flamme ou source d'étincelles.
Ne pas fumer.
S26 : En cas de contact avec les yeux, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste.
S36/37/39 : Porter un vêtement de protection approprié, des gants et un appareil de protection des yeux / du visage.
S45 : En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette).
S61 : Éviter le rejet dans l'environnement. Consulter les instructions spéciales / la fiche de données de sécurité.

Données sur l'inflammabilité

L'ammoniac brûle très difficilement dans l'air sans l'aide d'un hydrocarbure ou d'un catalyseur. Dans certaines conditions, il y a danger d'explosion en cas de confinement ou d'amorçage énergétique.

Point éclair : Non applicable

Point d'auto-inflammation : 651°C
Vitesse de combustion : 0,07 m/s
Limites d'explosivité % en volume dans l'air à 0°C :
LIE 15 % ou 150 000 ppm
LES 28 % ou 280 000 ppm

Données toxicologiques

Toxicité humaine aiguë

L'ammoniac sous forme gaz est irritant et corrosif pour :

- la peau : irritation,
- les yeux : larmoiements, sensation de brûlure oculaire, dommages cornéens,
- les voies respiratoires supérieures (nez et gorge) : assèchement du nez, toux, douleurs à la poitrine, dyspnées, suffocations.

Dans les cas graves, on peut observer un œdème laryngé, évoluant vers l'œdème pulmonaire et la mort par asphyxie. Le délai d'apparition peut aller jusqu'à 48 heures après l'exposition.

L'exposition à de fortes concentrations provoque un syndrome d'irritation bronchique, mais peut conduire aussi à une corrosion de la peau, des yeux et des voies respiratoires supérieures.

Un contact direct avec le gaz liquéfié cause des engelures ainsi que la corrosion des yeux et de la peau.

Les effets aigus probables à la suite d'une exposition accidentelle sont dépendants de la dose en gaz

Toxicité humaine chronique

L'exposition répétée ou prolongée peut engendrer une certaine tolérance, c'est-à-dire que les effets irritants seront perçus à des concentrations plus élevées.

Valeurs toxicologiques seuils

Valeurs d'exposition professionnelle

VME (France) : 7 mg/m³ = 10 ppm
VLE (France) : 14 mg/m³ = 20 ppm
TLV-TWA (ACGIH) : 17 mg/m³ = 25 ppm

Valeurs de gestion de risque pour la population

IDLH (NIOSH) : 210 mg/m³ = 300 ppm
TLV-STEL (ACGIH) : 24 mg/m³ = 35 ppm
TEEL 0 : 17,5 mg/m³ = 25 ppm
ERPG 1 : 17,5 mg/m³ = 25 ppm
ERPG 2 : 105 mg/m³ = 150 ppm
ERPG 3 : 525 mg/m³ = 750 ppm

Effets spécifiques

Effets sur la reproduction : pas de données propres
Effets cancérogènes : pas d'effet cancérogène selon le CIRC
Effets mutagènes : non mutagène (test d'Ames avec et sans activation métabolique)

Données écotoxicologiques

Ecotoxicité aiguë :

Crustacé (*Daphnia magna*)
CL₅₀ (48h) = 25,4 mg/L (eau douce)
Crustacé (*Ceriodaphnia reticulata*)
CL₅₀ (48h) = 131 mg/L (eau douce)
Poisson (*Sciaenops ocellata*)
CL₅₀ (24h) = 0,9 mg/L (eau marine)
Poisson (*Carassius auratus*)
CL₅₀ (24h) = 7,2 mg/L (eau douce)
Poisson (*Cyprinus carpio*)
CL₅₀ (96h) = 1,1 mg/L (eau douce)

Ecotoxicité chronique :

Poisson (*Ictalurus punctatus*)
NOEC (27 j) = 0,06 mg/L (eau douce)
Crustacé (*Ceriodaphnia dubia*)
NOEC reproduction (3 générations) = 2 mg/L (eau douce)
NOEC survie (3 générations) = 6,8 mg/L (eau douce)
PNEC (Predicted No-Effect Concentration - Concentration sans effet prévisible sur l'environnement) : Aucune PNEC n'a pu être dérivée à partir de données obtenues sur seulement deux niveaux trophiques (invertébrés et poissons). En effet, aucune donnée valide sur les algues n'est disponible dans la littérature.

Persistence dans l'environnement

L'ammoniac est présent à l'état naturel dans l'environnement. Il provient de la dégradation biologique des matières azotées, telles que les acides aminés. L'ammoniac est également un composé naturel, nécessaire à la plupart des organismes pour la synthèse des protéines ; c'est un déchet du métabolisme des animaux, des poissons et des microbes.

Risque pour l'environnement

L'ammoniac est toxique pour les espèces aquatiques. Sa toxicité dépend fortement du pH de l'eau et de la concentration en ammoniac total, c'est-à-dire l'ammoniac non ionisé : NH₃ et l'ion ammonium : NH₄⁺. La forme ionisée NH₄⁺ prédomine dans la plupart des eaux naturelles et est peu toxique. Mais dans les eaux alcalines, l'ammoniac non ionisé NH₃ peut atteindre des seuils toxiques. Cette toxicité augmente avec la salinité et la température.

Dégradation

Dans le sol : l'ammoniac existe sous forme d'ions ammonium NH₄⁺ ; ces ions peuvent être immobilisés dans le sol, subir une nitrification c'est-à-dire une transformation en nitrites NO₂⁻ puis en nitrates NO₃⁻, plus mobiles que l'ion NH₄⁺. Ils peuvent être transférés aux réserves d'eau souterraines par lessivage,

ou réagir avec la matière organique.

Dans l'eau : l'ammoniac est éliminé du système aquatique par évaporation, transformation en NH₄⁺ qui subit une nitrification en NO₂⁻ puis NO₃⁻ ou par adsorption sur les particules en suspension.

Dans l'air : une partie de l'ammoniac s'oxyde pour former des oxydes d'azote et des nitrates. Le reste se combine avec les sulfates présents dans l'atmosphère. La durée de séjour de l'ammoniac dans l'atmosphère varie de 5 à 10 jours.

Bioaccumulation

L'ammoniac est une substance produite continuellement dans l'environnement soit directement par les organismes qui l'émettent, soit indirectement par la dégradation des protéines excrétées par ces organismes. L'environnement est habitué à gérer cette molécule pour laquelle de nombreuses bactéries se sont spécialisées afin de l'éliminer. Par conséquent, cette molécule inorganique ne se retrouve pas dans l'environnement et n'est ni persistante ni bioaccumulable.

Coefficient de partage carbone organique / eau Koc : non applicable

Coefficient de partage octanol / eau log Kow : -1,14 à 25°C

Facteur de bioconcentration BCF : non applicable

Classification MARPOL : non pertinent
Classification SEBC : GD

Risques particuliers

Danger

- Les rejets accidentels d'ammoniac présentent des caractéristiques différentes en fonction des conditions physiques de stockage et de la nature de la fuite d'ammoniac :

• **Jet d'ammoniac gazeux à partir d'un récipient sous pression (rejet à partir de la phase gazeuse) :** à cause de sa volatilité significative (constante de Henry = $1,6 \cdot 10^5$ atm.m³/mole), l'ammoniac gazeux s'étalera sur la surface de l'eau ou du sol et formera d'abord une bouffée de vapeurs. L'ammoniac gazeux se comportera dans l'air comme un gaz lourd, malgré sa densité relative de 0,6. Ceci s'explique par la formation d'un aérosol, constitué de liquide ou de gouttelettes à basse température en suspension dans un milieu gazeux. Le panache gazeux, sous l'influence des conditions environnementales, s'élèvera tout en se déplaçant sous le vent.

• **Jet d'ammoniac diphasique (gaz et liquide) à partir d'un récipient sous pression (rejet à partir de la phase liquide) :** production d'un gaz et d'un aérosol, sous forme d'un panache blanc, froid et plus lourd que l'air. Il se comporte comme un gaz lourd et peut parcourir plusieurs centaines de mètres au ras du sol. Si la source de la fuite est stoppée, la dissipation de l'aérosol est totale après quelques minutes. Le nuage d'ammoniac est relativement froid et condense la vapeur d'eau rencontrée sur la trajectoire jusqu'à ce que le panache soit réchauffé par dilution avec l'air ambiant. Le nuage se déplace à la vitesse du vent et après vaporisation complète, le gaz devient plus léger que l'air et se disperse.

• **Évaporation d'une flaque d'ammoniac liquide (selon les conditions de la fuite) :** l'ammoniac est dépressurisé à la pression atmosphérique et à une température inférieure ou égale à -33°C, et entraîne un refroidissement du support (sol,...). L'évaporation initialement importante devient progressivement faible. Un sol poreux sec absorbe l'ammoniac liquide sans émission de gaz. **Il ne faut pas arroser une flaque d'ammoniac**, la chaleur apportée par l'eau et la dissolution provoque une évaporation importante.

• **Fuite d'ammoniac liquide à partir d'un stockage cryogénique :** le comportement du produit est identique au cas précédent, la dépressurisation, lors de l'écoulement par la brèche, est faible et le plus souvent une proportion négligeable de l'ammoniac qui s'échappe par la brèche est transformé en aérosols.

- La dissolution de l'ammoniac gazeux dans l'eau s'accompagne d'un dégagement de chaleur.
- Le chauffage du récipient provoque une augmentation de pression avec risque d'éclatement et libération immédiate d'un nuage de vapeur toxique.
- La dépressurisation rapide d'une capacité peut présenter un danger lié à l'onde de souffle.
- Par combustion, l'ammoniac peut dégager des fumées toxiques ou irritantes.
- Le contact direct de l'ammoniac liquéfié provoque des gelures et de graves lésions oculaires.
- Les bouteilles de gaz brisées peuvent s'autopropulser violemment.
- L'ammoniac gazeux liquéfié attaque rapidement le cuivre, le zinc, l'argent et l'étain ainsi que 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.

Stabilité et réactivité

À température ordinaire, le gaz ammoniac est un composé stable.

Conditions à éviter : se décompose au-dessus de 450°C en azote et hydrogène.

Matières à éviter : acides minéraux ou organiques, métaux et métalloïdes réactifs (calcium, sodium, zinc, mercure...), oxydants et peroxydes pour cause de réactions violentes et/ou explosives.

Transport	Manipulation	Stockage
<p>Données générales : Classe : 2 Gaz toxique et corrosif Étiquettes : 2.3 + 8</p> <p>Transport terrestre : RID / ADR N° d'identification du danger : 268 Code de classification : 2TC</p> <p>Transport eaux intérieures : ADN / ADN R Code de classification : 2TC</p> <p>Transport maritime et aérien : IMDG/IATA Polluant marin (MP) : Non Risque subsidiaire : 8</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Se reporter aux instructions du fournisseur pour la manipulation du récipient. - Utiliser seulement l'équipement spécifié approprié à ce produit et à sa pression et température d'utilisation. Contacter le fournisseur de gaz ammoniac en cas de doute. - Interdire les remontées de produit dans le récipient. - Empêcher l'aspiration d'eau dans le récipient. - Maintenir à l'écart de toute source d'inflammation (y compris de charges électrostatiques). - Purger l'air de l'installation avant d'introduire le gaz. - Toujours manipuler avec soin les bouteilles sous-pression, éviter de les traîner, de les faire glisser sur le sol et éviter les chocs. 	<p>Mesures techniques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entreposer le récipient dans un endroit bien ventilé, à température inférieure à 50° C. - Entreposer à l'écart des gaz oxydants et autres oxydants. - Les récipients seront placés verticalement, à l'abri des rayons solaires, de la chaleur et des produits susceptibles de réagir vivement avec l'ammoniac. Les récipients seront soigneusement fermés et étiquetés. - Le sol des locaux sera imperméable et formera une cuvette de rétention afin qu'en cas de déversement accidentel, les solutions ne puissent se répandre au dehors. - Mettre à la terre les réservoirs et prévoir un appareillage électrique étanche. - Ne pas fumer. <p>Produits incompatibles Métaux non ferreux (cuivre, zinc, étain, argent) et leurs alliages.</p> <p>Matériaux d'emballage recommandés Transport en vrac : acier au carbone / acier inoxydable. Bouteilles à gaz : acier sauf type T1.</p>