



RAPPORT

OFFICE DE L'URBANISME

DIRECTION DU DEVELOPPEMENT URBAIN PAV

Actualisation de l'étude de risque

Centre sportif des Vernets

Patinoire des Vernets

Date : 10/03/2016

Référence : R0005_08

Office de l'urbanisme

Actualisation de l'étude de risque – Patinoire des Vernets

Résumé

La présente étude vise à actualiser l'étude des risques de la patinoire des Vernets. La production de froid pour les surfaces de glace nécessite actuellement l'usage de 7.5 tonnes d'ammoniac qui est un gaz toxique pour l'homme. L'actualisation tient notamment compte du futur développement du quartier des Vernets.

Table des matières

1	Introduction	4
1.1	Présentation	4
1.2	Méthodologie	4
2	Description de l'entreprise	5
2.1	Présentation du détenteur et de l'entreprise	5
2.2	Description du site	5
2.2.1	Description des activités	6
2.2.2	Inventaire des installations présentes sur le site	7
2.2.3	Conduite des procédés	7
2.3	Gestion des effluents liquides	7
2.4	Gestion des effluents gazeux	7
3	Description des installations dangereuses	7
3.1	Installation contenant de l'ammoniac	7
3.2	Installation contenant des produits chlorés	10
4	Description du voisinage	10
4.1	Présentation du voisinage	10
4.2	Fréquentation du public	12
4.3	Milieux naturels	12
4.4	Présence industrielle et installations à risque	12
4.5	Plan général d'évacuation des eaux	13
5	Rose des vents	13
6	Contrats d'assurance	14
7	Identification des produits mis en œuvre	14
8	Identification des dangers	15
8.1	Risques naturels	15
8.2	Risques d'origine externe	15
8.3	Risque d'origine interne	16
9	Mesures de sécurité	16
9.1	Mesures constructives et techniques	16
9.1.1	Mesures pour réduire le danger potentiel	16
9.1.2	Mesures destinées à prévenir les accidents majeurs	16
9.1.3	Mesures destinés à limiter les conséquences d'un accident majeur	17
9.2	Mesures organisationnelles	17
10	Estimation de l'ampleur des dommages	18
10.1	Sélection des évènements redoutés	18
10.2	Estimation de l'ampleur des dommages	19
10.3	Analyse des scénarios et calcul de l'ampleur des dommages	20
10.3.1	Scénario 1 : Surface de glace hors exploitation – Dispersion atmosphérique d'un nuage toxique	20
10.3.2	Scénario 2 : Surface de glace en exploitation – Dispersion atmosphérique d'un nuage toxique	24

10.4	Synthèse des résultats	24
11	Estimation des probabilités	25
11.1	Situation n°1 : public exposé et présent dans la patinoire	25
11.2	Situation n°2 : personnes exposées dans le voisinage de la patinoire	25
11.3	Courbe cumulative des risques - PC	27
12	Recommandations	28
13	Conclusion	30

Annexes :

Annexe 1 : Schéma P&ID de l'installation de réfrigération

Annexe 2 : Procédures d'incident

Annexe 3 : Fiche de sécurité de l'ammoniac

Annexe 4 : Diagramme PC (de l'étude de risque Basler&Hofmann, mai 1999)

1 Introduction

1.1 Présentation

Le centre sportif des Vernets situé sur la commune Les Acacias dispose de deux patinoires pour une surface totale de glace égale à 2x1800 m² ouverte au public. Le site accueille aussi une piscine publique et le service administratif du service des sports.

La production de froid pour la glace nécessite 7.5 tonnes d'ammoniac (NH₃) qui circulent dans deux circuits fermés (pas de contact avec l'air ambiant). Cette capacité de stockage dépasse les seuils quantitatifs selon l'OPAM.

L'ammoniac est classé comme une substance dangereuse. En cas d'accident (fuite d'NH₃), il pourrait se former un nuage toxique pouvant toucher le public et la population environnante.

Le présent document vise à actualiser l'étude de risques du site qui avait été réalisée le 6 mai 1999 par Basler & Hofmann.

En accord avec l'autorité d'exécution, l'horizon d'étude de ce rapport est fixé à l'état futur (horizon 2030). Le projet d'urbanisation du PAV, et plus particulièrement des Vernets autour de la patinoire est pris en compte.

Dans un premier temps, l'étude vise à évaluer la gravité en cas de worst-case scénarios, c'est-à-dire en supposant que les mesures actives de sécurité ne fonctionnent pas.

1.2 Méthodologie

Seuls les scénarios avec effets sur la population ont été évalués dans cette étude. Les scénarios avec des possibles conséquences sur l'environnement n'ont pas été analysés.

En accord avec le mandant, le rapport est construit en 2 étapes :

- Evaluation de la gravité en cas de worst-case scénarios, c'est-à-dire en supposant que les mesures actives de sécurité ne fonctionnent pas (approche correspondante à l'établissement d'un rapport succinct) ;
- Calcul des probabilités d'accident pour les scénarios dont la gravité atteint le seuil des accidents majeurs (plus de 10 victimes). Dans ce cas, les mesures actives sont supposées être fonctionnelles (mais assorties d'un taux de défaillance).

2 Description de l'entreprise

2.1 Présentation du détenteur et de l'entreprise

Les données sont décrites dans le tableau suivant :

Caractéristiques	
Nom du site	Centre sportif des Vernets
Adresse	Rue Hans-Wilsdorf, 4
	1227 Les Acacias
Téléphone	022 418 40 00
Fax	022 418 40 01
Personne de contact	M. Amiet
	022 418 40 91
Propriétaire du site	Ville de Genève
Parcelle concernée	2417
Surface de l'aire du site	31'508 m ² (surface de la parcelle)
Nombre d'employés	80 emplois dont 15 pour la patinoire

Tableau 1 : Présentation du détenteur et du site

2.2 Description du site

La patinoire des Vernets est située sur la parcelle 2417 sur la commune Les Acacias. Elle fait partie du Centre des Sports de la Ville de Genève qui regroupe deux patinoires, une piscine et le service administratif du service des sports (SPO).

Actuellement, elle est surtout entourée de zones industrielles (La Praille) et de zones d'habitation de moyenne densité. A terme, le projet d'urbanisation du PAV va modifier l'affectation des zones environnantes. Un plan de situation à l'état futur est présenté ci-dessous. Le local technique où est stocké l'ammoniac est schématisé par le drapeau rouge.

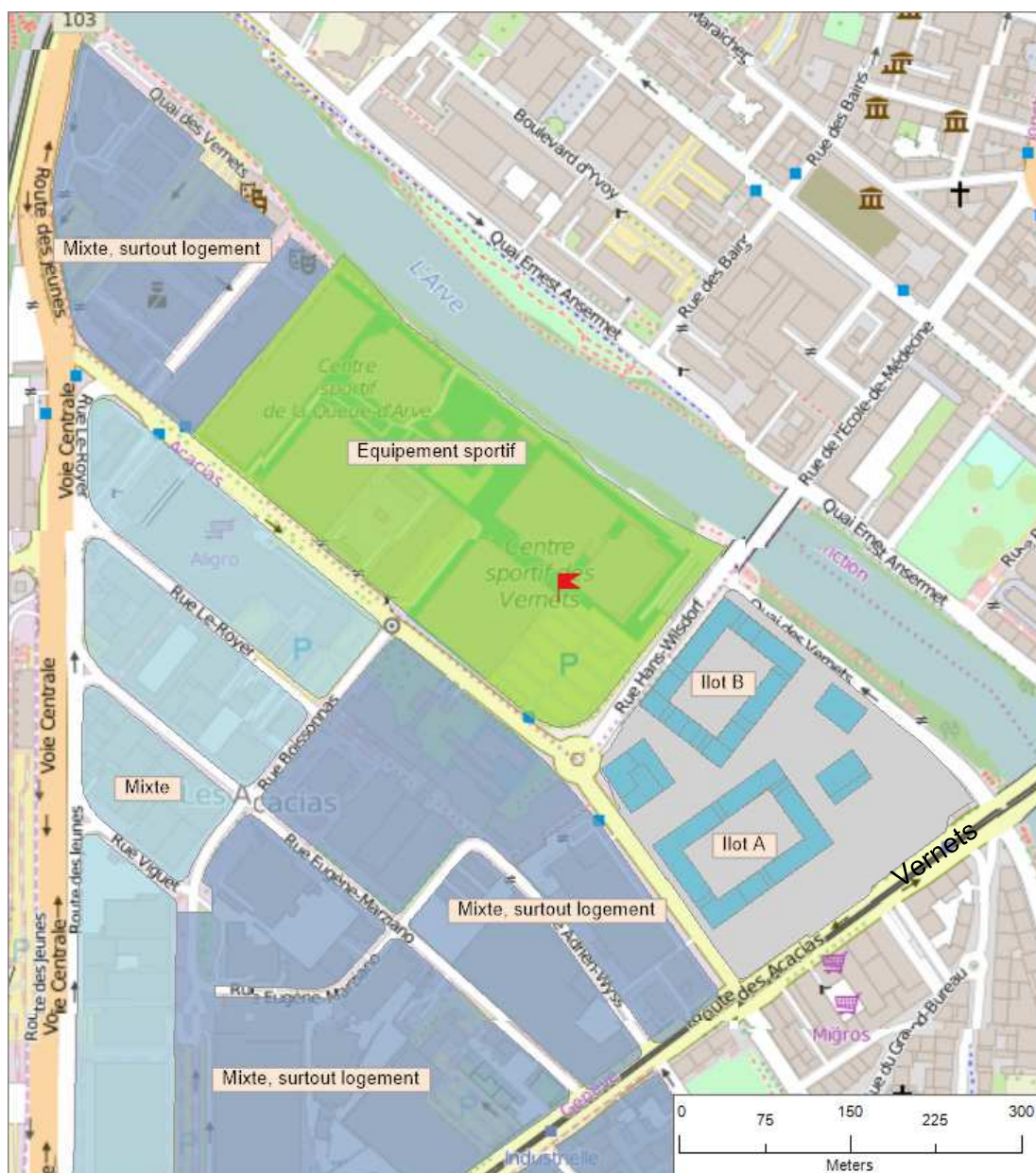


Figure 1 : Voisinage à proximité de la patinoire

2.2.1 Description des activités

Les principales activités de la patinoire comprennent :

- L'exploitation de deux patinoires (une couverte et une ouverte¹) pour une surface totale de glace égale à 2x1800 m² ;
- L'accueil d'évènements et manifestations diverses ;

La patinoire accueille régulièrement un large public (pouvant atteindre au maximum 7'135 personnes dans la patinoire intérieure et 400 pour celle extérieure) pour assister à divers évènements (ex: match de hockey...). Selon les cas, la patinoire peut être transformée en salle omnisports ou de spectacle.

¹ La patinoire dite ouverte est en réalité couverte mais non isolée par rapport à la température extérieure

2.2.2 Inventaire des installations présentes sur le site

Le site comporte une installation frigorifique à l'ammoniac pour la patinoire.

L'exploitation de la piscine nécessite le stockage de produits chlorés.

2.2.3 Conduite des procédés

La conduite des procédés est assurée par l'exploitant qui est la Ville de Genève. La maintenance de l'installation frigorifique est confiée à une entreprise spécialisée.

2.3 Gestion des effluents liquides

Les eaux du Centre sportif sont directement envoyées aux égouts.

Le local technique où se situe l'installation frigorifique est sur rétention. Une pompe de relevage à commande manuelle permet d'évacuer les éventuels liquides (ex : suite au rinçage du sol).

En cas d'épanchement accidentel d'ammoniac, les détecteurs d'ammoniac désactivent automatiquement la pompe de relevage. L'ammoniac présent dans la fosse peut être directement pompé depuis l'extérieur par les pompiers grâce à une pipe de soutirage.

2.4 Gestion des effluents gazeux

En situation normale, le local technique est mécaniquement ventilé (4'000 m³/h). **En cas de détection d'ammoniac dans le local technique**, l'installation est mise à l'arrêt (en mode sécurité) et deux scénarios sont possibles :

- **Présence² de personnel dans le local** : la ventilation de secours est enclenchée (22'600 m³/h) pour permettre au personnel d'évacuer. Les effluents passent dans un laveur d'air (à l'eau) avant rejet par une cheminée à 25 m de haut ;
- **Absence de personnel dans le local** : la ventilation est mise à l'arrêt et tous les clapets sont fermés afin de confiner la fuite. Les pompiers peuvent enclencher la ventilation de secours s'ils le souhaitent depuis un lieu sûr.

En cas de détection d'ammoniac dans une galerie technique (proche des zones accessibles au public), la ventilation de secours est automatiquement enclenchée pour évacuer l'ammoniac vers la cheminée et exposer au minimum le public. De plus, les compresseurs sont enclenchés pour soutirer au maximum l'ammoniac des surfaces de glace vers les accumulateurs dans le local technique.

3 Description des installations dangereuses

3.1 Installation contenant de l'ammoniac

Une substance dangereuse (l'ammoniac) est présente sur le site, en quantités supérieures aux seuils quantitatifs OPAM.

Le schéma P&ID de l'installation d'ammoniac est présenté à l'annexe 1.

² Le personnel entrant dans le local technique doit s'annoncer

La production de froid est assurée grâce à une installation de réfrigération utilisant l'ammoniac (7'500 kg d' NH_3) comme fluide frigorigène qui circule dans deux circuits fermés et indépendants. Ces deux circuits présentent les caractéristiques suivantes :

	Circuit 1 – Patinoire intérieure			Circuit 2 – Patinoire extérieure		
Surface de glace (m²)	1'800 (355 tubes, Tube DN = 21x2 mm)			1'800 (432 tubes, Tube DN = 32x2.5 mm)		
Quantité totale d'ammoniac (kg)	4'000			3'500		
Capacité de l'accumulateur (l)	9'600 (ID B4.1.1)			4'700 (ID B4.2.1)		
Diamètre conduite en aval de l'accumulateur (mm)	80			50		
Quantité d'ammoniac liquide (kg) lorsque la patinoire est :	Dans l'accumulateur	Circuit condenseur	Dans la patinoire	Dans l'accumulateur	Circuit condenseur	Dans la patinoire
-Hors exploitation (été)	+/-3'900		+/- 100	+/-3'400		+/-100
-En exploitation (hiver)	33%	33%	33%	33%	33%	33%
Refroidissement	Un échangeur à plaques (NH ₃ /eau glycolée)			Un échangeur à plaques (NH ₃ /eau glycolée)		
Circuit glycol	Le circuit à l'eau glycolée est commun aux deux circuits à l'NH ₃ . Un aérocondenseur situé à l'extérieur permet de refroidir l'eau glycolée.					
Autres équipements	Pompe (36 m³/h), compresseur, désurchauffeur, détendeur...			Pompe (18 m³/h), compresseur, désurchauffeur, détendeur...		

Tableau 2 : Caractéristiques de chaque circuit

Grâce au circuit à l'eau glycolée, la présence d'ammoniac est limitée au local technique et à la surface de glace. Il n'y a aucune conduite à l'extérieur où circule de l'ammoniac. Un pH-mètre permet de détecter une éventuelle fuite d'ammoniac dans le circuit d'eau glycolée. Dans ce cas, les installations sont mises à l'arrêt et l'alarme est enclenchée.

Les surfaces de glace (patinoires) assurent le rôle d'évaporateur. Elles sont parcourues de conduites noyées dans la masse dans lesquelles circulent de l'ammoniac. La grande patinoire intérieure a une nappe de 355 tubes (diamètre = 21 mm) La quantité d'ammoniac liquide présente dans la surface de glace est bien moindre que dans le local technique. Le scénario de la fuite d'une conduite n'est pas majorant.

La patinoire intérieure (pouvant accueillir jusqu'à 7'135 personnes) est ventilée à l'aide de 14 monoblocs (débit de chaque monobloc = 3'500 m^3/h). Il existe en plus huit aérothermes (de 3'000 m^3/h chacun).

Le worst-case scénario correspond à la rupture guillotine sur la conduite située au pied de l'accumulateur de 4'000 kg dans le local technique.

Le local technique est muni d'une ventilation mécanique avec un débit normal de 4'000 m^3/h ou 22'600 m^3/h (ventilation de secours + lavage des gaz à l'eau). L'air est rejeté via une cheminée à 25 m de haut.

La mise en **arrêt d'urgence** de l'installation provoque les actions suivantes :

- Fermeture de la vanne automatique en aval des accumulateurs et arrêt des pompes ;
- Coupure de l'électricité (éclairage) à l'exception de l'éclairage de secours dans le local technique ;
- Selon les cas, la ventilation de secours (avec le laveur d'air), les clapets et les compresseurs sont enclenchés ou pas (voir détails au §2.4) ;
- Alarme (sonore et/ou visuelle) au centre de contrôle et annonce au personnel technique (via Beep + natel des piquets) ;
- Alarme vers les pompiers (si non réaction pendant 1.5 minute du personnel technique ou si l'alarme s'enclenche de nuit).

L'installation est équipée des **mesures de sécurité** suivantes :

- **Soupape de sécurité de l'accumulateur** : pour limiter le risque de surpression, chaque accumulateur est équipé d'une soupape tarée à 12 bar ;
- **Soupape de sécurité sur les échangeurs** : tarée à 20 bars ;
- **Deux vannes de sécurité à commande automatique** en aval de chaque accumulateur. Elles se ferment en cas de mise en sécurité ;
- **Des vannes de sécurité à commande manuelle** distribuées dans le circuit ammoniac ;
- **Six détecteurs NH₃** : en cas de fuite d'ammoniac, les détecteurs mettent l'installation en mode sécurité.
Il existe deux détecteurs dans le local technique, un détecteur dans chacune des deux galeries techniques des collecteurs et un détecteur dans le caniveau technique de chaque côté de la patinoire extérieure ;
- **Un détecteur de niveau** : un détecteur de niveau avec alarmes et préalarmes hautes et basses est installé sur chaque accumulateur. L'installation est automatiquement mise en mode sécurité en cas de déclenchement ;
- **pH-mètre dans le circuit « eau glycolée » des condenseurs évaporatifs** : en cas de fuite dans un échangeur, la montée du pH de l'eau glycolée va être détectée. L'installation sera automatiquement mise en mode sécurité ;
- **pH mètre sur eau de refroidissement des compresseurs (eau du réseau)** : en cas de fuite, la montée du pH de l'eau de refroidissement va être détectée. L'installation sera automatiquement mise en mode sécurité ;
- **Bouton d'urgence** : situé à la sortie du local technique, il permet la mise en sécurité de l'installation. Un autre interrupteur permet de commander manuellement l'arrêt ou la mise en fonctionnement de la ventilation de secours ;
- **Sas d'accès au local technique** : l'accès au local se fait via un sas
- **Equipements de protection individuelle** : situé dans le sas d'accès au local – protections auditives, lunettes de sécurité, masque à gaz (pour évacuer – voire évaluer la situation - mais pas pour intervenir), chaussures, gants, tabliers, (contre le risque de brûlure thermique)
- **Lavage des gaz** : en cas d'incident, la ventilation de secours est enclenchée et les gaz sont lavés à l'eau (contre-courant) avec rejet par la cheminée située à 25 m de haut. Le rejet à 25 m de haut permet d'emblée une meilleure dispersion des gaz toxiques dans l'air ;
- **Procédure** relative à la mise à l'arrêt de l'installation en cas d'incident - Voir annexe 2 ;
- **Fosse** : en cas d'épanchement d'ammoniac, celui-ci est recueilli dans une fosse munie d'une pipe de soutirage. Les pompiers peuvent dans ce cas pomper le contenu de la fosse depuis l'extérieur sans devoir pénétrer dans le local technique ;
- **Système homme-morts** : chaque homme entrant dans le local technique ;

- **Système d'accès sécurisé** : accès via code secret, les personnes qui entrent dans le local technique doivent s'enregistrer et s'annoncer. En cas de tentatives d'infraction ou si on sort du local en actionnant la barre de panique sur la porte, le centre de contrôle est automatiquement alerté.

Le tableau suivant détaille les actions automatiquement enclenchées en cas de détection d'ammoniac dans l'air.

Localisation de la détection	Actions enclenchées automatiquement	
Local technique ou galerie technique des collecteurs ou caniveau technique de la patinoire extérieure	L'installation froid est automatiquement arrêtée et mise en mode sécurité (voir détails ci-dessus)	
	Si une personne est présente dans le local technique	Mise en marche de la ventilation de secours – Débit = 22'600 m³/h et du laveur d'air
	Si personne n'est présent dans le local technique	Arrêt de la ventilation dans le local technique et fermeture des clapets
	Sur place, les pompiers ont la possibilité d'actionner manuellement la ventilation du local technique (ventilation normale et ventilation de secours)	
Galerie technique où sont les collecteurs	L'installation froid est automatiquement arrêtée et mise en mode sécurité Les compresseurs sont enclenchés pour soutirer l'ammoniac présent dans la surface de glace et le ramener au maximum dans l'accumulateur dans le local technique La ventilation de secours est enclenchée automatiquement	

Tableau 3 : Actions en cas de détection d'ammoniac dans l'air

3.2 Installation contenant des produits chlorés

La piscine nécessite la présence de produits chlorés dont notamment les deux dépôts suivants :

- 1'500 l d'acide chlorhydrique (9%) ;
- 1'500 l d'hypochlorite de sodium (12%).

Ces installations sont régulièrement inspectées (OCIRT...) et maintenues.

4 Description du voisinage

4.1 Présentation du voisinage

Le voisinage a été étudié dans un rayon de 500 mètres autour du site. Le site se situe au sud de l'Arve. La ligne ferroviaire d'accès à la gare de la Praille et la Voie Centrale se trouvent à l'ouest.

D'une manière générale, le site est entouré au nord de l'Arve, des bâtiments de l'UNIGE, du SCAV et de la Tour TSR, à l'ouest d'équipements sportifs, de l'hôtel de Police et du théâtre du Loup, au sud du site Rolex et à l'est de la Caserne.

A terme, toute la partie Nord va subsister ainsi que le site Rolex et les infrastructures sportives qui vont même probablement se développer. Par contre, la Caserne actuelle va être remplacée par le nouveau quartier des Vernets. A terme, les autres bâtiments implantés sur le périmètre du PAV sont appelés à évoluer.

Le tableau suivant détaille le programme de construction du futur Quartier des Vernets. Il est prévu d'y installer respectivement 1'476 et 1'238 habitants dans les îlots A et B.

n°FID	Description	Nombre de personnes			
		Habitants	Emplois	Clients	Réf. affectation
44	Agence bancaire	0	4	10	2
36, 46, 50, 53	Ateliers d'artisans	0	101	10	2
52	Bureau de Poste	0	6	12	2
37	Bureau de services	0	2	6	2
41	Bureaux	0	305		1
51	Café	0	1	10	11
40	Centre médical	0	15	15	2
32,33,35,38,43,49	Commerces de détail et de proximité	0	25	234	2
34	Crèche	0	25	60	5
30,31	Ecole	0	30	501	5
47	Espace de loisir	0	2	40	7
45, 54	Hôtel --> = ACTIVITE en réalité	0	173	0	1
1, 2, 3	Logements	3'314	0	0	0
39	Maison de quartier	0	2	6	4
48	Restaurant	0	4	40	11
42	Salle polyvalente	0	2	100	4
	Total	3'314	697	1'044	

Tableau 4 : Description du Quartier des Vernets à l'état futur

En accord avec le SERMA, les projets d'urbanisation (PAV et Quartier des Vernets) prévus autour de la patinoire sont pris en compte dans le cadre de cette étude.

4.2 Fréquentation du public

La Patinoire des Vernets accueille deux types de manifestations :

- Les matches de hockey rassemblant en moyenne un public de l'ordre de 6200 spectateurs (et pouvant atteindre au maximum 7'135 personnes) ;
- Les manifestations pouvant rassembler un public de 100 à 1 000 personnes (maximum 3 000 personnes pour les concerts)

En 2014, il y a eu +/-30 matches de hockey et environ 10 manifestations dans la patinoire couverte.

4.3 Milieux naturels

Le site est situé à environ 120 m au sud de l'Arve.

La zone de protection des eaux la plus proche du site est située à environ 550 m vers l'ouest et reprise en secteur B.

4.4 Présence industrielle et installations à risque

Les zones mixtes situées au voisinage de la patinoire sont présentées au §4.1.

4.5 Plan général d'évacuation des eaux

Le réseau des eaux usées (en rouge), pluviales (en bleu) et mélangées (en brun) à proximité du site est présenté ci-dessous (Source : SITG).

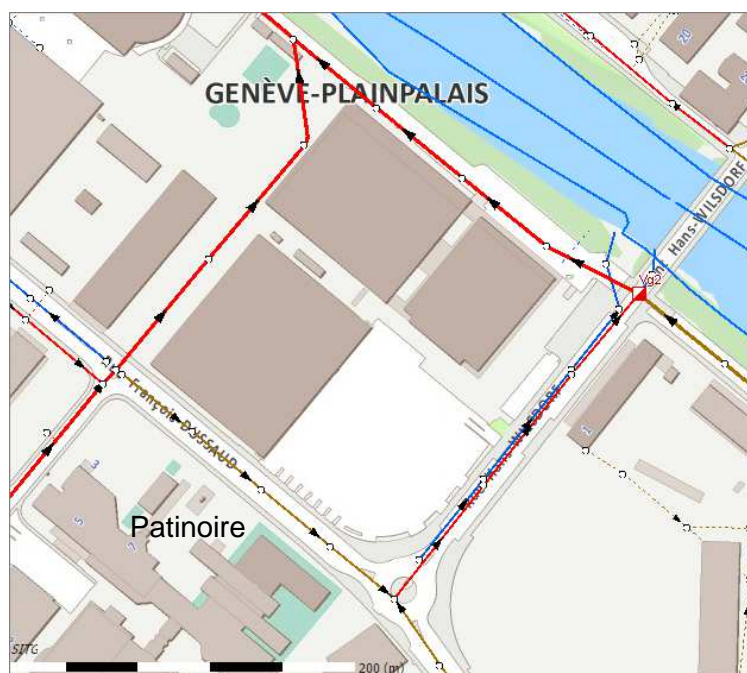


Figure 3 : Eau - Assainissement

5 Rose des vents

La figure suivante présente la rose des vents qui est celle de l'aéroport Cointrin situé à quelques kilomètres de la zone étudiée.

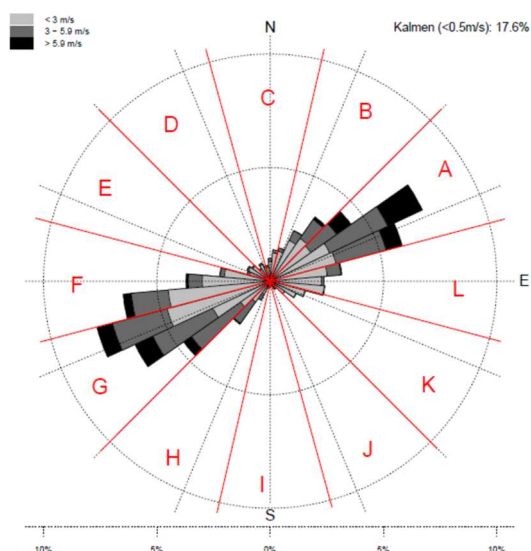


Figure 4 : Rose des vents (aéroport de Genève-Cointrin)

Le vent possède deux directions privilégiées : Nord-Est et Sud-Ouest. La probabilité d'avoir un vent calme (<0.5 m/s) égale 17.6%. Le tableau suivant indique la répartition pour les douze secteurs de vents retenus dans cette étude :

Secteur	% du temps	Secteur	% du temps
A	21.8	G	23.7
B	8.3	H	3.8
C	3.6	I	0.9
D	2.9	J	1.9
E	3.8	K	4.7
F	14.9	L	9.5

Tableau 5 : Probabilités associées aux différentes directions de vent

6 Contrats d'assurance

Les contrats d'assurance sont gérés de manière centralisée pour toute la Ville de Genève.

La personne de contact pour la patinoire est : Mme Estefania PANIZ (estefania.paniz@ville-ge.ch / 022 418 58 88).

7 Identification des produits mis en œuvre

L'activité implique l'emploi d'ammoniac présent en quantités supérieures aux seuils quantitatifs de l'OPAM.

CARACTERISTIQUES DE L'AMMONIAC

L'ammoniac est un gaz incolore à odeur irritante et piquante, toxique par inhalation pour l'homme. Dans certaines conditions particulières, il est capable de former un mélange explosif avec l'air. L'ammoniac se présente sous forme gazeuse aux conditions usuelles de température et de pression. En cas de dispersion, malgré sa densité relative de 0.6, l'ammoniac gazeux pourra se comporter dans l'air comme un gaz lourd sous certaines conditions. Entraîné par le vent, il peut parcourir plusieurs centaines de mètres au ras du sol, avant de se disperser finalement dans l'atmosphère.

- **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.

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 comme un gaz lourd en se déplaçant au ras du sol.

- **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 car l'inflammation exige à la fois une température élevée et une grande énergie de la source d'allumage, de plus une explosion violente n'est possible qu'en cas de confinement ou d'amorçage énergétique.

À partir de 450°C, l'ammoniac se décompose en donnant de l'hydrogène (gaz inflammable) et de l'azote. Cette décomposition peut se produire à une température plus faible en présence de certains métaux (ex : la dissociation de l'ammoniac commence déjà vers 110°C en présence d'eau et de fer).

- **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 (NH₄OH), corrosive et alcaline.

Les propriétés de l'ammoniac sont présentées en annexe 3.

Désignation	Ammoniac (NH ₃)
n° CAS	7664-41-7
Mode de stockage	Installation de réfrigération NH ₃
Etat	Liquide et gazeux
Quantité maximale stockée	8'000 kg
Codes danger	H280 Contient un gaz sous pression; peut exploser sous l'effet de la chaleur. H221 Gaz inflammable H331 Toxique par inhalation. H314 Provoque de graves brûlures de la peau et des lésions oculaires H400 Très toxique pour les organismes aquatiques EUH071 Corrosif pour les voies respiratoires
Pictogramme de dangers	SGH06 - Toxique SGH05 - Corrosif SGH09 - Danger pour l'environnement SGH04 - Gaz sous pression
Code CEA	F1 g T PN1 Z1
Seuil quantitatif OPAM	2'000 kg

Tableau 6 : Caractéristiques de l'ammoniac

Pour rappel, l'ammoniac circule en circuit fermé dans l'installation de réfrigération.

8 Identification des dangers

8.1 Risques naturels

Séisme - A Genève, la probabilité d'un séisme d'intensité IX est de 5.0E-6.

8.2 Risques d'origine externe

Les infrastructures OPAM les plus proches de la patinoire sont :

- Le Pavillon des Inflammables (Science II - UNIGE) situé à environ 400 m ;
- La voie centrale située à environ 400 m ;
- La route de Chancy située à environ 430 m ;
- La ligne CFF d'accès à la gare de la Praille sur laquelle ne transiteront plus les wagons de chlore dès mi-décembre 2015 située à environ 450 m

La patinoire des Vernets se situe en-dehors des distances d'effets maximales (thermique et surpression) de ces infrastructures.

En cas d'accident impliquant un toxique sur les axes routiers (voie Centrale et Route de Chancy), il existe un risque potentiel pour les personnes présentes dans la patinoire.

8.3 Risque d'origine interne

Les risques propres à l'ammoniac sont décrits ci-avant

9 Mesures de sécurité

9.1 Mesures constructives et techniques

9.1.1 Mesures pour réduire le danger potentiel

Autant que possible, différentes mesures doivent être mises en œuvre pour **réduire le danger** potentiel.

Cela peut se traduire par les actions concrètes suivantes : choisir une substance moins dangereuse et/ou moins concentrée, choisir un chemin réactionnel moins dangereux, limiter les quantités de substances dangereuses, choisir des conditions nominales (pression, température) plus sûres.

Vu l'évolution de la technologie, la présence des 7'500 kg d'ammoniac ne se justifie plus compte tenu des dangers de l'ammoniac et du nombre important de personnes potentiellement exposées en cas d'accident. Avec une nouvelle installation de réfrigération combinée NH_3 /glycol ou CO_2 , la quantité d'ammoniac pourrait être significativement réduite.

L'analyse des mesures de sécurité a été faite en collaboration avec l'exploitant.

9.1.2 Mesures destinées à prévenir les accidents majeurs

Le détenteur de l'installation doit installer toutes les mesures de sécurité nécessaires afin de garantir un niveau élevé de sécurité à ses installations, elles visent donc à diminuer la probabilité de libération non-désirée.

Ces mesures peuvent être soit de type :

- **Passives** (ne demandant aucun fonctionnement actif d'un appareil ou intervention d'une personne) : ces mesures remplissent toujours leur fonction. Ainsi, la résistance à la pression ou à la corrosion d'une tuyauterie sont des mesures passives.
- **Actives** (nécessitant le fonctionnement actif d'un appareil ou une intervention humaine) : ces mesures assurent que la marche du procédé est normale ; elles ne remplissent leurs rôles que lorsqu'une déviation est observée et qu'une situation dangereuse menace de se développer. Ainsi, la mise à l'arrêt ou le verrouillage automatique d'une installation, l'ouverture d'une soupape de sécurité pour décharger le contenu d'un réacteur ou encore une action correctrice menée par un opérateur sont des mesures actives. Parmi les mesures actives, les mesures matérielles (automatisées) seront toujours préférées aux mesures procédurales (nécessitant une intervention humaine).

Les mesures existantes destinées à prévenir les accidents majeurs sont détaillées au §3.

9.1.3 Mesures destinés à limiter les conséquences d'un accident majeur

Les mesures limitant les dommages peuvent être classées en deux grands groupes :

- Les mesures relatives à la nature et à l'ampleur de la libération (ex : limiteur de débit, la présence d'encuvement ou de rideau d'eau permet de limiter la dispersion de substances dangereuses, la mise à disposition des équipements de lutte contre le feu...).
- Les mesures relatives à la protection des personnes (ex : limiter le nombre de personnes présentes dans les installations dangereuses, la mise à disposition des équipements de protection individuelle...).

Les mesures existantes destinées à limiter les conséquences d'un accident majeur sont détaillées au §3.

9.2 Mesures organisationnelles

Tous les nouveaux collaborateurs reçoivent une **formation** au sujet de la sécurité avec les procédures correspondantes. Les thèmes abordés concernent notamment :

- liste des personnes responsables ;
- incendie ;
- fuite d'ammoniac ;
- panne d'alimentation électrique ;
- évacuation.

Lors de leur prise de poste, les collaborateurs qui s'occupent de la maintenance technique reçoivent une **information spécifique** comprenant :

- les procédures à suivre lors des différentes opérations ;
- les équipements de protection individuelle nécessaires ;
- les mesures à mettre en œuvre en cas de d'incident/accident (voir annexe 2).

La maintenance annuelle et tous les travaux sur l'installation (maintenance et transformation/projet) sont réalisés par les mécaniciens d'entretien ou confiés à une société externe spécialisée sur ce type de procédés.

Le plan d'intervention du site est régulièrement mis à jour en collaboration avec les services de secours afin de prendre en compte les risques apportés par les différents projets de transformation.

La procédure appliquée en cas d'accident impliquant de l'ammoniac sur le site est présentée à l'annexe 2.

Les autres mesures générales suivantes qui visent à atteindre un haut niveau de sécurité sur le site sont appliquées :

- En journée pendant la semaine, il y a en permanence du personnel présent. En cas d'incident sur les installations, les premières mesures d'urgence pourront donc être rapidement déployées. En-dehors de ces heures, les alarmes sont automatiquement relayées sur le téléphone portable du personnel technique de piquet. Parallèlement, l'alarme est automatiquement envoyée au service des pompiers.
- Les pompiers de la ville peuvent intervenir en moins de 10 minutes après le déclenchement de l'alarme.

- Divers équipements (dont ceux importants pour la sécurité des installations tels que les détecteurs, les soupapes, les équipements de protection individuels, etc.) sont repris dans des plans de maintenance/contrôle interne et/ou externe. La périodicité des contrôles est conforme aux lois, permis d'exploiter et normes en vigueur.
- Tout le personnel employé dans le centre reçoit une formation relative au comportement à adopter en cas d'urgence. Des exercices d'évacuation sont organisés de manière régulière afin de contrôler la qualité de cette formation.
- La patinoire est équipée d'une alarme sonore (avec annonce micro pré-enregistrée) en cas d'accident.

10 Estimation de l'ampleur des dommages

10.1 Sélection des événements redoutés

Compte tenu des dangers propres aux substances dangereuses présentes sur le site (voir §7), les accidents (événements redoutables) qui pourraient engendrer de graves dommages sont les suivants :

N°	Substance impliquée	Description du scénario	Conséquences Effets potentiels	Cible potentielle
1	Ammoniac	Fuite sur une tuyauterie (en phase liquide) dans le local technique en aval de l'accumulateur (en été lorsque la surface de glace est hors exploitation)	Dispersion atmosphérique d'un nuage toxique	Public & Population
2		Fuite sur une tuyauterie (phase liquide) dans une galerie technique au niveau des collecteurs	Dispersion atmosphérique d'un nuage toxique	Public & Population

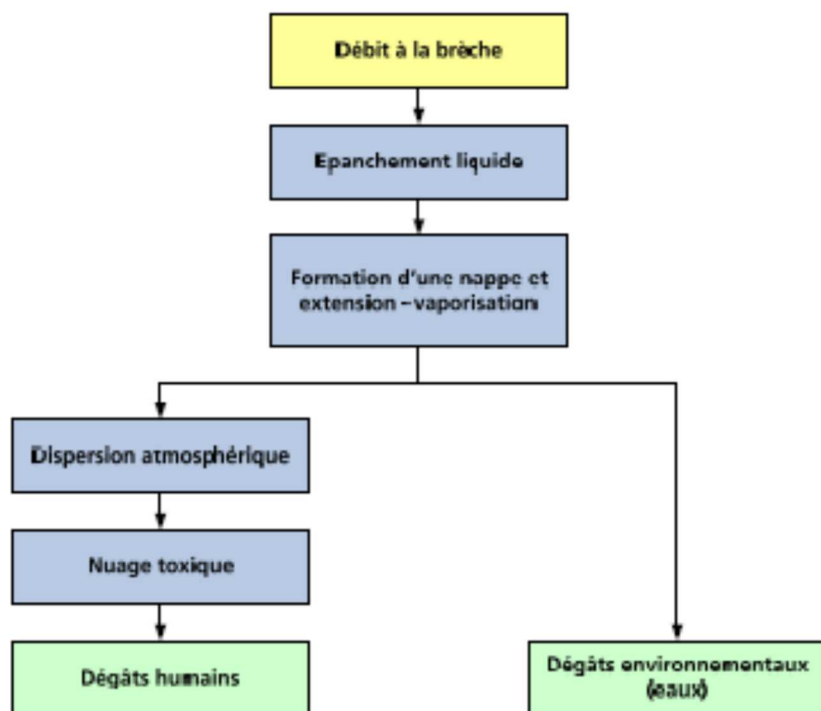
Tableau 7 : Liste des événements redoutables

Pour chaque scénario le rapport comprend :

- la description de l'installation concernée et du worst-case scénario ;
- le calcul des conséquences : le calcul de la portée des effets (surpression, radiation et/ou toxicité) est réalisé via une approche déterministe, permettant de quantifier les effets physiques résultant de l'occurrence d'un scénario sur le voisinage et l'environnement.

Conformément aux préconisations du Manuel I OPAM, les modélisations des scénarios sont menées en considérant que les mesures de sécurité actives ne fonctionnent pas.

Un arbre schématique des événements impliquant l'ammoniac est présenté ci-après.



Le scénario d'accident avec dégâts à l'environnement (eaux) n'est pas retenu puisque le local est entièrement sur rétention - mesure passive (voir §2.3).

Le scénario d'incendie dans le local technique n'est pas retenu car ce scénario ne serait pas déterminant. En effet, la combustion d'ammoniac est susceptible de générer des NO_x mais surtout de l'azote et de la vapeur d'eau qui ne sont pas de nature à mettre en danger les riverains et/ou l'environnement.

10.2 Estimation de l'ampleur des dommages

L'ampleur des dommages est quantitativement estimée pour chaque scénario d'accident. L'indice d'accident majeur (IAM) est calculé comme suit :

- **Décès** : (IAM-n₁) avec n₁ = nombre de décès ;
L'indice IAM-n₁= 0.3 correspond à 10 victimes. Au-delà de cette valeur, l'accident est considéré comme étant majeur ;
- **Eaux superficielles polluées** : (IAM-n₃) avec n₃ = volume d'eau polluée en m³ ;
- **Eaux souterraines polluées** : (IAM-n₄) avec n₄ = nombre PM.

Note : le nombre de décès dus à l'accident ne doit pas tenir compte des employés présents sur le site. Seuls les riverains et le public potentiellement présents sur le site lors des manifestations doivent être comptabilisés.

10.3 Analyse des scénarios et calcul de l'ampleur des dommages

10.3.1 Scénario 1 : Surface de glace hors exploitation – Dispersion atmosphérique d'un nuage toxique

HYPOTHÈSES

Description du scénario

Le scénario correspond à une rupture guillotine sur la conduite DN80 au pied de l'accumulateur dans le local technique. Le pire cas correspond au cas où l'installation est à l'arrêt (en été). L'accumulateur contient environ 4'000 kg d' NH_3 en phase liquide.

Le scénario d'accident retenu suit la séquence suivante :

- Fuite d'ammoniac liquide sur la plus grosse tuyauterie (DN 80).
- Rejet diphasique d'ammoniac. Lors de la détente, une partie va flasher, tandis que le reste va former une flaque au sol qui va s'évaporer. La flaque sera contenue dans la fosse de rétention dont la surface égale 9 m².
- La détente s'accompagne d'un refroidissement, concourant à la formation d'un nuage plus lourd que l'air ambiant ;
- La détente brusque de l'ammoniac liquide en gaz s'accompagne d'une montée en pression dans le local confiné (dont le volume égale 650 m³). L'ammoniac gazeux s'évacuera par toutes les ouvertures du local (interstices, etc.) mais essentiellement par les conduits de ventilation vers la cheminée. Si les clapets se ferment, la montée en pression sera telle que l'ammoniac s'échappera par les portes/fenêtres

Il existe deux sous-scénarios :

- La ventilation fonctionne : l'ammoniac sera refoulé via la cheminée³. Il n'y aura sans doute pas de montée en pression dans le local.
- La ventilation ne fonctionne pas : la montée en pression dans le local sera telle que l'ammoniac gazeux s'échappera vers l'extérieur via la cheminée et les autres ouvertures (portes et fenêtres).

La population et le public présent dans la patinoire sont exposés aux effets toxiques de l'ammoniac.

Durée du scénario

On admet que la fuite de type continue dure 10 minutes et que la dispersion se déroulera sans entrave pendant une heure (temps requis pour que les premières mesures d'urgence soient mises en place et que les services de secours interviennent – déploiement d'un rideau d'eau pour abattre le nuage d'ammoniac).

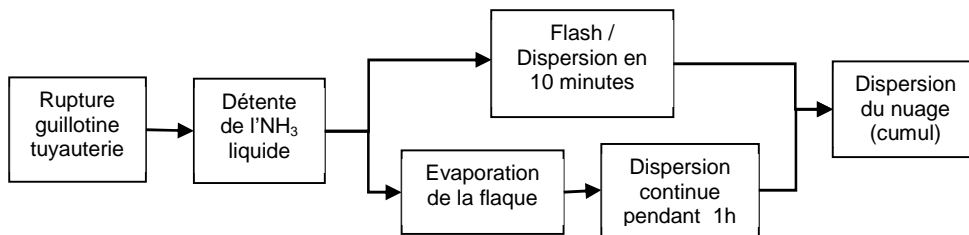
Données de base :

- Dimension de l'accumulateur : diamètre = 1 800 mm, longueur = 4 500 mm, contenance ~9'600 litres, pression 8 bar, taux de remplissage ~70%, température 15°C.
- Durées d'exposition maximale des cibles : 60 min.

³ Dans le cas du worst-case scénario, il est supposé que le laveur de gaz destiné à abattre l'ammoniac ne fonctionne pas.

Modélisation

Le scénario catastrophe retenu peut être schématisée comme suit :



La modélisation est réalisée grâce au logiciel **EFFECTS** v 9.0 développé par le TNO (Institut national hollandais en charge de l'analyse des risques industriels).

RÉSULTATS

1. Rupture guillotine de la tuyauterie DN80. L'accumulateur se vide rapidement

L'accumulateur contient une masse initiale de 4'000 kg d'ammoniac.

Le débit maximum d'ammoniac à la brèche (DN 80) égale 26.9 kg/s. L'accumulateur se vide complètement en 2.7 minutes.

Le débit représentatif = 25 kg/s pendant 2.7 minutes.

2. Flash instantanée d'une fraction de l'ammoniac

Vu la température du réservoir, il ne va pas se former de flaque au sol. L'ammoniac va totalement être rejeté sous forme d'un aérosol (fraction liquide = 80%) sous forme d'un mélange d'ammoniac gazeux et de fines gouttelettes liquides en suspension.

Toutefois, le rejet ayant lieu à l'intérieur d'un local, le jet sera impactant et une fraction des gouttelettes en suspension va donc former une flaque au sol. Compte tenu de l'agencement de la pièce (<2 m entre la conduite et le point d'impact) et du diamètre de l'aérosol (0.8 m), la quantité d'ammoniac qui formera une flaque est évaluée à 1'600 kg. Il restera en suspension de l'ordre de 2'400 kg d'ammoniac (dont la fraction liquide = 60%). La pression partielle est nettement supérieure à un bar (dans l'hypothèse où le local serait parfaitement étanche).

En fait, dès que la surpression atteindra quelques dizaines de mbar, l'ammoniac gazeux va s'échapper par les ouvertures/interstices du local. Les trois principaux points d'échappement sont la cheminée, les 2 portes et les fenêtres du local.

La gravité d'un rejet par la cheminée haute de 25 m sera nettement moindre que le rejet par les ouvertures au niveau du sol. Afin d'être conservatif, il est supposé que 3/4 du rejet sort par les ouvertures au sol et 1/4 par la cheminée (toujours avec l'hypothèse selon laquelle la ventilation ne fonctionne pas – worst-case).

3. Rejet de l'ammoniac à l'extérieur

La dimension du nuage est essentiellement conditionnée par la fraction d'ammoniac qui a flashé (et non par l'évaporation de la flaque surtout que la surface d'évaporation est petite).

L'ammoniac dégagé et dispersé dans l'air est un gaz incolore à odeur piquante, plus léger que l'air.

L'exposition des personnes à de fortes concentrations produit une irritation intense puis des lésions caustiques des muqueuses oculaires, des voies respiratoires et de la peau.

Les distances de dispersion du nuage d'ammoniac ont été calculées pour les quatre valeurs seuils suivantes :

- **Mortalité X%** : concentration dans l'air (en ppm ou en mg/m³ d'air) d'une substance au-delà de laquelle il est prévu que X% de la population en général, y compris les personnes vulnérables, perde la vie ;
- **AEGL-3** : concentration dans l'air (en ppm ou en mg/m³ d'air) d'une substance au-delà de laquelle il est prévu que la population en général, y compris les personnes vulnérables, perde la vie. Une concentration atmosphérique située entre l'AEGL-2 et l'AEGL-3 représente un niveau d'exposition correspondant à des effets irréversibles, sérieux, durables ou à une incapacité de s'échapper ;
- **AEGL-2** : concentration dans l'air (en ppm ou en mg/m³ d'air) d'une substance au-delà de laquelle il est prévu que la population en général, y compris les personnes vulnérables, pourrait éprouver des effets irréversibles ou d'autres effets nocifs, graves et de longue durée, ou encore éprouver de la difficulté à s'enfuir. Une concentration atmosphérique située entre l'AEGL-1 et l'AEGL-2 représente un niveau d'exposition qui correspond à une gêne notable ;
- **AEGL-1** : concentration dans l'air (en ppm ou en mg/m³ d'air) d'une substance au-delà de laquelle il est prévu que la population en général, y compris les personnes vulnérables, pourrait éprouver de l'inconfort de façon notable. Une concentration atmosphérique inférieure à l'AEGL-1 représente un niveau d'exposition qui correspond aux sensations d'odeurs, de goûts ou d'irritations bénignes ;

Les taux de mortalité X% est calculé en utilisant la fonction « Probit (Pr) » dont les constantes retenues sont celles proposées par le TNO (et intégrées dans EFFECTS), à savoir :

$$Pr = -7.94 + 1 \times \ln (C^n \times t)$$

avec Probit base = 7.94 s.kg/m³
n = 2.0 (exposant de la loi de Haber)

La fonction Probit permet de calculer le taux de mortalité d'une population exposée pendant une durée déterminée t (seconde) à une substance dont la concentration C (mg/m³) est connue.

Les seuils AEGL ont été préférés aux seuils des effets toxiques utilisées en France (SELS, SPEL, SEI et SER21) car les AEGL fournissent des résultats plus conservatifs. Les valeurs seuils retenues sont présentées dans le tableau suivant :

Seuils des effets toxiques de l'ammoniac (ppm)					
Durée exposition	10 min	30 min	60 min	4h	8h
AEGL-1	30	30	30	30	30
AEGL-2	220	220	160	110	110
AEGL-3	2'700	1'600	1'100	550	390
L1%	4140	2'400	1'690	-	-

Tableau 8 : Valeurs seuils de l'ammoniac

Deux calculs de dispersion du nuage sont réalisés :

- Pendant la journée : Pasquill D, vitesse du vent = 5 m/s ;
- Pendant la nuit : Pasquill F, vitesse du vent = 2 m/s.

Il est supposé que le rejet se fait en 10 minutes (fuite continue).

Le calcul montre que le taux de létalité 1% n'est pas atteint dans le cas du rejet par la cheminée. La hauteur de celle-ci (25 m) est telle que l'ammoniac a normalement le temps de se disperser suffisamment dans l'air avant d'atteindre la population.

Le tableau suivant montre les distances d'effets calculées pour la fuite au niveau du sol (rejet pendant 10 minutes à raison de +/- 3 kg/s). Les distances d'effets maximales (L1%) sont illustrées au §4.1.

	Rejet de l'ordre de 3 kg/s pendant 10 minutes			
	Jour (D5)		Nuit (F2)	
Dimensions du nuage toxique correspondant à :	Longueur (m)	Largeur (m)	Longueur (m)	Largeur (m)
Létalité = 99%	21	6	28	15
Létalité = 75%	39	13	62	43
Létalité = 50%	49	17	87	60
Létalité = 25%	62	20	117	80
Létalité = 10%	78	24	153	100
Létalité = 1%	111	31	241	138

Tableau 9 : Distances d'effet avec une fuite de 20 mm

NOTATION DES EFFETS

Accident en journée

En cas d'accident pendant la journée, les distances d'effet sont trop faibles pour atteindre les entreprises et zones de population environnantes. Seules les personnes (personnel et public) présentes dans l'enceinte du Centre sportif des Vernets (locaux et parking) seront exposées. Les personnes présentes à l'intérieur des locaux pourront en partie bénéficier du taux de protection des bâtiments. Si l'accident se produit un jour de grande affluence, il est possible que l'indice d'accident majeur (IAM) soit supérieur au seuil de 0.3.

Accident la nuit

En cas d'accident la nuit, les distances d'effets s'étendront au-delà du périmètre du Centre sportif des Vernets.

Le scénario ayant la pire gravité correspond au cas où le vent est orienté en direction du Sud-Est vers le futur Quartier des Vernets. Dans ce cas, l'îlot B (voir §4.1) regroupant environ 1'238 personnes (potentiel maximum) sera touché par le nuage d'ammoniac. L'indice d'accident majeur correspondant est supérieur au seuil de 0.3. Toutefois, il faut nuancer ce résultat puisque la rose des vents indique que la probabilité que le vent soit orienté dans cette direction est assez faible (de l'ordre de 5 à 10% - voir §5).

La rose des vents montre en outre que dans la direction des vents dominants, si le vent est orienté vers :

- le Nord-Est : la gravité en cas d'accident est moindre. L'IAM sera vraisemblablement inférieur à 0.3 ;
- le Sud-Ouest : le site exposé est Rolex qui est normalement quasi vide la nuit. Le seuil IAM devrait donc vraisemblablement être inférieur à 0.3.

Pour être exhaustif, il faudrait en plus tenir compte de l'exposition des usagers circulant sur la route François Dussaud.

10.3.2 Scénario 2 : Surface de glace en exploitation – Dispersion atmosphérique d'un nuage toxique

L'accident est supposé se produire lorsque la surface de glace est en exploitation. Dans l'hypothèse du worst-case scénario, la rupture de conduite se produit dans la galerie technique au niveau des collecteurs sur une conduite d'arrivée remplie d'ammoniac liquide. Dans ce cas, l'ammoniac s'évacuera spontanément via le conduit de ventilation jusqu'à la cheminée. Comme présenté dans l'analyse précédente (voir §10.3.1), ce scénario n'est pas majorant puisque le taux de létalité 1% n'est pas atteint avec un rejet à 25 m de haut. Il est plausible qu'une fraction du rejet soit refoulée dans la zone accessible au public mais vraisemblablement pas en quantités létales (portes techniques verrouillées à clef, conduit direct jusqu'à la cheminée).

Dans la pratique et pour rappel, la galerie technique est équipée d'un détecteur qui enclenche les actions suivantes en cas d'incident :

- Mise en marche des compresseurs pour soutirer l'ammoniac de la surface de glace vers l'accumulateur ;
- Arrêt et mise en sécurité de l'installation de réfrigération (voir §3.1) ;
- Enclenchement de la ventilation de secours et soutirage de l'ammoniac vers la cheminée avec lavage préalable des gaz à l'eau.

10.4 Synthèse des résultats

Le tableau suivant présente les indices d'accident majeur de chaque scénario d'accident étudié.

N°	Substance impliquée	Description du scénario	Type d'accident	IAM	Valeur de IAM (cible)
1	Ammoniac	Fuite sur une tuyauterie (en phase liquide) dans le local technique	Nuage toxique	n1 (décès)	>0.3 (public présent dans la patinoire et le Quartier des Vernets)
2		Fuite sur une tuyauterie (en phase liquide) dans la galerie technique des collecteurs	Nuage toxique	n1 (décès)	<0.3

Tableau 10 : IAM de chaque scénario d'accident

11 Estimation des probabilités

Les probabilités des scénarios sont calculées à l'aide d'arbres des causes et des évènements. Les modes de libération sont exprimées en fréquences annuelles et les différentes occurrences assorties de probabilités conditionnelles (taux de défaillances).

Le présent chapitre vise en particulier à évaluer la probabilité d'occurrence des scénarios analysés précédemment.

L'analyse s'inspire directement des données fournies dans l'étude de risque suivante :

Etude de risque – Centre sportif des Vernets (Basler&Hofmann, 6 mai 1999).

11.1 Situation n°1 : public exposé et présent dans la patinoire

L'analyse détaillée réalisée par B&H montrait que le risque se situait dans le domaine acceptable pour les personnes présentes dans la patinoire, et ce même lors des grands évènements réunissant un large public. Les résultats de cette étude restent parfaitement valables puisque ni les installations, ni la capacité d'accueil n'ont été significativement modifiées depuis 1999. La courbe PC correspondante est présentée en annexe 4.

11.2 Situation n°2 : personnes exposées dans le voisinage de la patinoire

Le scénario non abordé par l'étude de B&H concerne le rejet d'ammoniac à l'extérieur au niveau du sol pendant la nuit (Pasquil F). L'étude a montré que le seul cas où ce nuage pourrait conduire à un IAM supérieur à 0.3 se produit lorsque le vent est orienté vers le Quartier des Vernets. Le pire cas se produit lorsque le vent est orienté vers l'îlot B (secteur K – Probabilité = 4.7% - Voir §5). Le calcul a été effectué avec deux directions du vent : secteur J et secteur K.

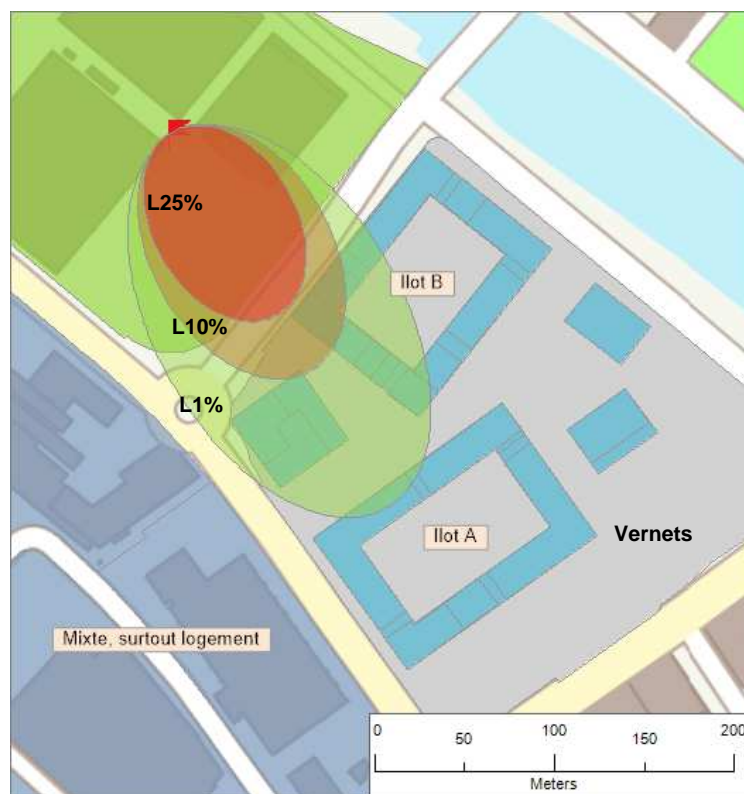


Figure 5a : Nuage d'ammoniac (vent vers secteur J) avec indication des taux de létalité (%)

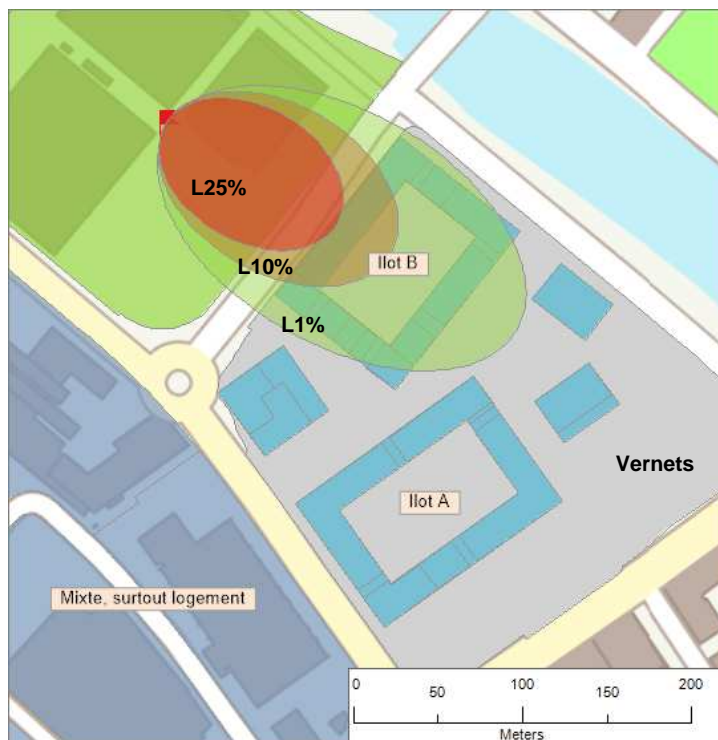


Figure 5b : Nuage d'ammoniac (vent vers secteur K) avec indication des taux de létalité (%)

Dans l'hypothèse du rejet au niveau du sol, la probabilité de l'accident retenu égale $1.02E-06/\text{an}^4$, pondérée par la stabilité de l'air (Pasquill F – Nuit = 50%) et la direction du vent⁵. La gravité correspondante est calculée avec un taux de présence de 90% pendant la nuit. Considérant l'effet protecteur des bâtiments et le faible niveau olfactif de l'ammoniac, on pose un taux de protection des bâtiments de 60%⁶.

Le tableau suivant présente les résultats du calcul :

	Direction du vent	
	Secteur J	Secteur K
Direction vent	1.9	4.7
Fréquence annuelle accident	9.7E-09	2.4E-08
Nombre de victimes (worst-case – Taux protection bâtiment = 0%)	56	119
Nombre de victimes (avec taux protection bâtiments = 60%)	22	48
IAM (avec taux de protection bâtiments = 60%)	0.40	0.50

Tableau 11 : Personnes exposées dans le voisinage de la patinoire - Courbe PC

⁴ Référence : Etude de risque– Libération spontanée / Installation hors service (annexe 2), Basler&Hofmann, 6 mai 1999

⁵ Direction du vent : Secteur J : 1.9% - Secteur K : 4.7%

⁶ Référence : le rapport « Störfallvorsorge bei Kälteanlagen » (BAFU – B&H, mai 2015) propose que le taux de protection des personnes dans les bâtiments = 100% et 60% pour les personnes en plein air (voir §6.7.3). De manière plus conservatrice et en adéquation avec la méthodologie Screening Route OPAM, nous prenons aussi un taux de protection de 60% pour les personnes présentes dans les bâtiments.

Les autres sous-scénarios de dispersion à l'extérieur de la patinoire ne sont pas majorants, raison pour laquelle ils n'ont pas été calculés. En effet, en cas d'épanchement de jour, l'étendue du nuage ne dépasse pratiquement pas le périmètre du site (voir Figure n°2). Et pour les accidents qui se produisent la nuit dans les autres directions du vent, les sites exposés sont affectés à de l'activité (ex : Centre Rolex). Ceux-ci étant pratiquement vides la nuit (taux de présence la nuit = 5% en semaine et 0% le WE), le nombre de victimes attendu sera également faible.

11.3 Courbe cumulative des risques - PC

Le graphique suivant présente la courbe PC actualisée :

- L'ancienne courbe PC en vert (voir §11.1)
- Les deux nouveaux points calculés en rouge (voir §11.2) ;
- La nouvelle courbe PC en orange qui tient compte de l'ensemble des scénarios.

La prise en compte des nouveaux scénarios a déplacé la courbe PC du domaine acceptable vers le domaine des risques intermédiaires inférieurs.

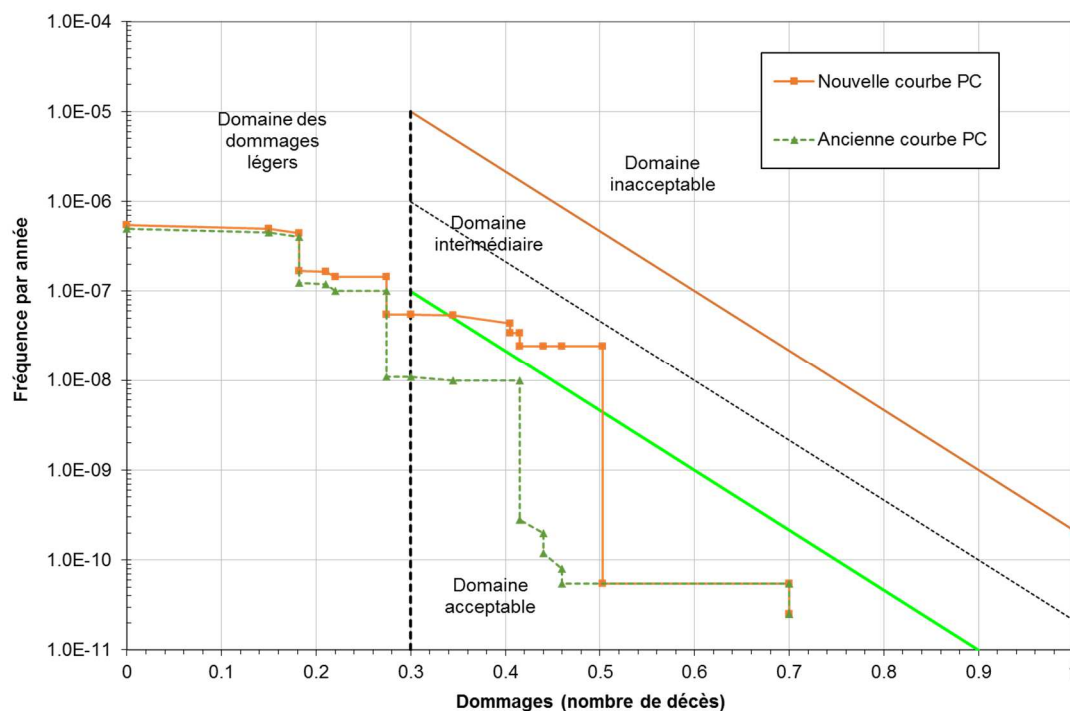


Figure 6 : Courbe cumulative des risques

DISCUSSION DES HYPOTHESES

L'étude a été menée afin d'être le plus représentatif possible tout en posant des hypothèses plutôt conservatives.

Les principales incertitudes portent sur les hypothèses suivantes :

- Quantité d'ammoniac liquide formé de par le jet impactant ;
- La part d'ammoniac évacuée par la cheminée ou les autres ouvertures du local ;
- La dispersion réelle du nuage d'ammoniac, notamment dans les locaux fermés ;
- Les probabilités d'occurrence.

Les résultats ont une valeur indicative mais ne prétendent pas refléter la réalité.

12 Recommandations

Mesure pour réduire le danger potentiel

Vu l'évolution de la technologie, la présence des 7'500 kg d'ammoniac ne se justifie plus compte tenu des dangers de l'ammoniac et du nombre important de personnes potentiellement exposées en cas d'accident. Avec une nouvelle installation de réfrigération combinée NH_3 /glycol ou CO_2 , la quantité d'ammoniac pourrait être significativement réduite, ainsi que le risque associé.

Indépendamment de la technique mise en place, il est recommandé d'appliquer les mesures suivantes. La mise en place des mesures de compartimentage et celles du local technique permettraient de réduire la gravité de l'accident.

Compartimentage coupe-feu :

Les galeries techniques où sont situés les collecteurs sont caractérisées par :

- un risque incendie (dont une avec présence d'installations électriques de 18 kV) ;
- un risque toxique (présence des conduites d'ammoniac)
- la proximité des zones fréquentées par le public.

Il serait dès lors judicieux d'installer des portes EI30 (tenues fermées à clef) et d'assurer le compartimentage coupe-feu car certaines obturations ne sont pas conformes (autour du clapet coupe-feu, cloison métallique du poste incendie qui donne directement sur la zone ouverte au public...).

Toutefois, l'ouverture sous la porte réservée au passage du caniveau technique ne sera pas obturée (c'est une exception).

Local technique

Les stockages de produits dangereux (notamment les inflammables) doivent être éliminés du local technique.

En cas d'épanchement d'ammoniac, les vitres du local techniques ne sont vraisemblablement pas aptes à supporter la montée en pression dans le local. Il existe un risque de rejet non contrôlé avec recyclage des gaz toxiques dans le système de ventilation du bâtiment. Il est recommandé d'installer des vitres supportant la surpression attendue (une alternative serait de murer les fenêtres et d'équiper le local avec une

vidéo) et d'asservir la ventilation du local de contrôle (jouxant le local technique) avec la détection d'ammoniac dans le local.

Actuellement, s'il y a épanchement dans le local technique et absence de personnes dans celui-ci, les clapets de ventilation se ferment pour confiner la fuite. Il serait judicieux de vérifier avec les pompiers s'il n'est pas préférable de laisser par défaut les clapets ouverts jusqu'à leur arrivée pour limiter le risque de mise en surpression du local, auquel cas la dispersion en-dehors du local ne sera plus maîtrisée.

Prévoir un interrupteur facile d'accès pour les pompiers leur permettant d'ouvrir/fermer :

- les clapets de ventilation du local technique ;
- l'installation aéraulique⁷ du bâtiment et du local de contrôle.

Prévoir l'installation de conduites fixes d'eau (type rideau d'eau) à hauteur des deux portes du local. L'arrivée d'eau devra pouvoir être actionnée depuis un lieu sûr par les pompiers. Le but visé est d'abattre les éventuelles vapeurs d'ammoniac par un lavage à l'eau.

Aménagement du PAV et du futur quartier des Vernets

Compte tenu de la gravité potentielle de l'accident, les mesures suivantes visant à réduire la gravité devraient être déployées :

- favoriser les affectations diurnes dans l'îlot B ;
- disposer les bouches d'aération des systèmes de ventilation et de climatisation le plus haut possible en toiture, du côté opposé à la patinoire ;

L'autorité évaluera s'il est nécessaire d'installer en complément des façades étanches, ce qui constitue une contrainte forte pour les logements. Le seuil de détection olfactive de l'ammoniac étant très bas, il est supposé que les personnes exposées fermeront spontanément leurs fenêtres en cas d'évènement pour se protéger.

⁷ La commande actuelle se trouve dans la chaufferie. Les pompiers détermineront si cette commande leur convient.

13 Conclusion

Le centre sportif des Vernets dispose de deux patinoires ouvertes au public. La production de froid pour la glace nécessite l'emploi de 7.5 tonnes d'ammoniac (NH_3) qui circulent en circuit fermé. Cette capacité de stockage dépasse les seuils quantitatifs selon l'OPAM.

Le présent document constitue une actualisation de l'étude de risque datant de 1999.

Compte tenu des dangers propres à l'ammoniac, le scénario d'accident qui pourrait engendrer de graves dommages est la dispersion atmosphérique d'un nuage toxique d'ammoniac.

Une caractéristique du site est la présence régulière du public (environ 30 manifestations par an regroupant en moyenne 6'200 personnes). En cas d'accident un jour de représentation, il y aura probablement des mouvements de foule et/ou de panique au sein du public rendant l'intervention des pompiers plus délicate.

La modélisation du scénario d'accident a été réalisée grâce au logiciel EFFECTS v9.0 développé par le TNO (Institut national hollandais en charge de l'analyse des risques industriels). Elle a été menée en considérant l'aménagement à l'état futur (avec le PAV et le Quartier des Vernets).

Les distances de dispersion du nuage d'ammoniac ont été calculées pour les valeurs seuils suivantes : Mortalité X%, AEGL3, AEGL2, AEGL1.


En cas d'accident lors des manifestations regroupant un large public, l'étude de risques réalisées en 1999 et dont les hypothèses restent valables montrent que le risque se situe dans le domaine acceptable.

Le worst-case scénario d'accident correspond à une rupture de conduite dans le local technique au niveau de l'accumulateur avec rejet pendant la nuit lorsque le vent est orienté vers le futur Quartier des Vernets. L'étude a montré que la prise en compte de ce scénario déplace la courbe PC dans le domaine des risques intermédiaires inférieurs.

L'installation est parfaitement bien maintenue, cependant elle est techniquement dépassée puisqu'elle date des années septante. Le remplacement de l'installation de réfrigération par un nouveau cycle combiné NH_3 /glycol ou CO_2 permettrait de réduire significativement le danger dû à l'ammoniac.

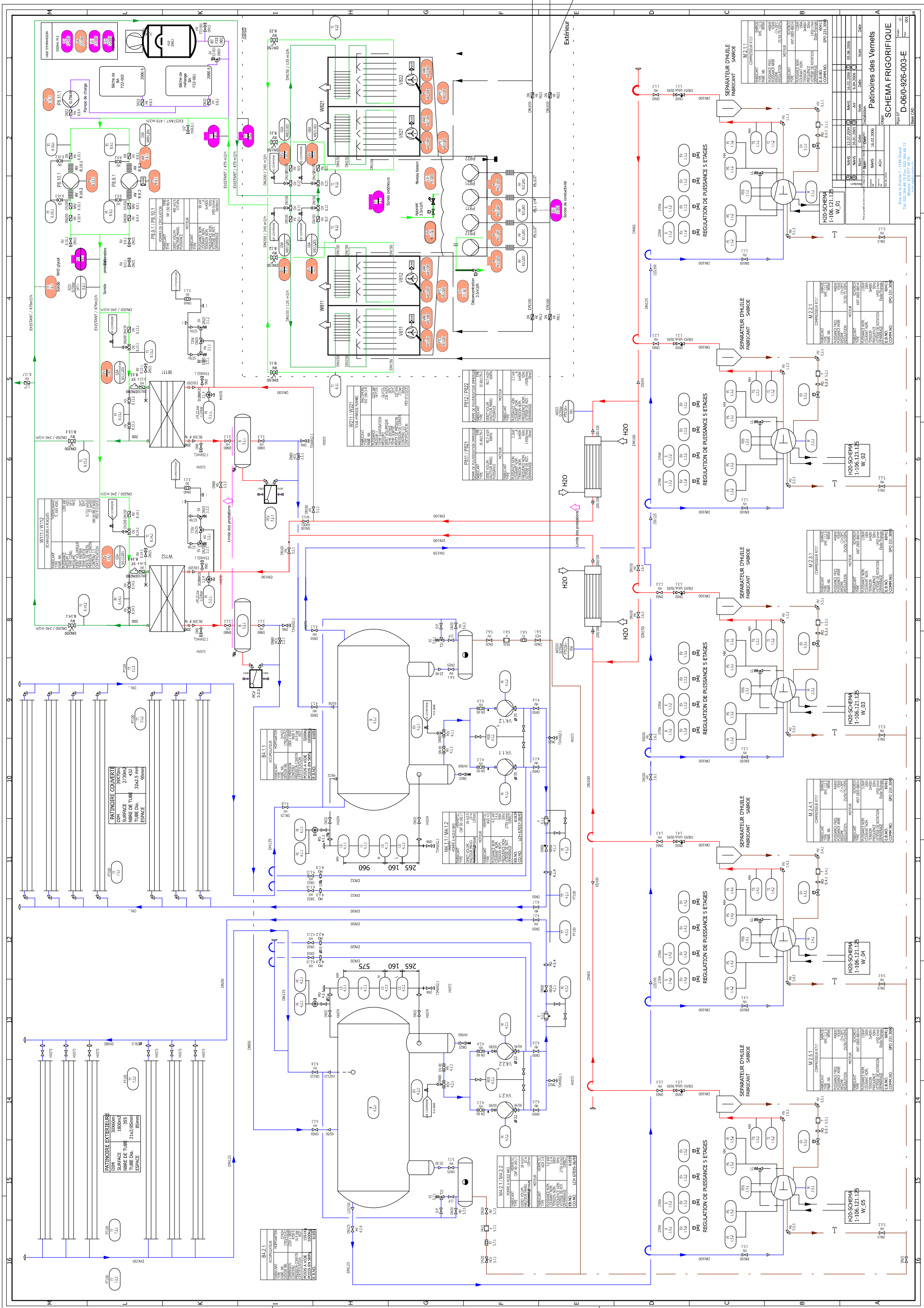
En parallèle, les mesures d'améliorations proposées au paragraphe précédent permettraient de réduire le risque de manière appréciable.

En cas de modification significative des installations technique ou du voisinage, il est recommandé d'actualiser le présent rapport.

ELABORATION	Inexis	 Ch. Delahaye (Chef de projet)
DISTRIBUTION	Office de l'urbanisme (2 ex.)	M. Lefebvre
TRAÇABILITE	Date	10/03/2016
	Référence	R0005_08
	Version	-

Annexe 1

Schéma P&ID de l'installation de réfrigération



Annexe 2

Procédure d'arrêt en cas d'incendie

Patinoire des Vernets

Procédure alarme NH3

durant les heures de présence

Concept sécurité de la patinoire des Vernets

- Alarme transmise sur les natels de service via multicall.
- Se rendre d'urgence à la centrale pour lire le tableau Sécuriton à l'extérieur.
- Entrer dans la salle de commande pour lire le tableau détection NH3.
- Prendre la décision de laisser partir l'alarme au SIS ou de la retarder en fonction du niveau de concentration de NH3 détecté (ppm) et de la connaissance de la situation présente.
- En cas de fuite et en fonction du lieu et de l'importance, prendre les premières mesures pour stopper la fuite. Contrôler que les automatistes prévus dans la centrale fonctionnent.
- En cas d'intervention du SIS, se mettre à leur disposition pour répondre à leur interrogations et les guider.

Principes :

- Ne pas couper systématiquement le courant dans la centrale, car l'installation comporte des automatismes de fonctionnement en cas de fuite NH3.
- L'éclairage ainsi que les machines ne doivent être coupé que si il y a risque d'explosion détecté par le SIS.
- La ventilation d'urgence n'est enclenchée qu'en cas de présence humaine dans la salle des machines sinon toute ventilation doit être arrêtée afin de confiner l'ammoniac dans la centrale.
- Notre équipement complet d'AR permet d'intervenir dans un milieu d'ammoniac gazeux, en cas d'importantes fuites d'ammoniac liquides, l'intervention du SIS est nécessaire. Ces derniers peuvent alors intervenir sur nos indications techniques (N° des vannes, etc...).
- En cas de fuite majeure, avertir le chef de service et / ou l'administrateur.

**Faire preuve de bon sens et de réflexion afin d'adapter son intervention
au cas de figure**

Patinoire des Vernets Procédure alarme NH3 en dehors des heures de présence

Concept sécurité de la patinoire des Vernets

- Alarme transmise directement au SIS ainsi que part Multicall
- Se rendre sur place de toute urgence.
- Arrivé à la patinoire, contrôler le tableau de détection à l'extérieur de la centrale et établir le contact avec le SIS.

Principes :

- Ne pas couper systématiquement le courant dans la centrale, car l'installation comporte des automatismes de fonctionnement en cas de fuite NH3.
- L'éclairage ainsi que les machines ne doivent être coupé que si il y a risque d'explosion détecté par le SIS.
- La ventilation d'urgence n'est enclenchée qu'en cas de présence humaine dans la salle des machines sinon toute ventilation doit être arrêtée afin de confiner l'ammoniac dans la centrale.
- Notre équipement complet d'AR permet d'intervenir dans un milieu d'ammoniac gazeux, en cas d'importantes fuites d'ammoniac liquides, l'intervention du SIS est nécessaire. Ces derniers peuvent alors intervenir sur nos indications techniques (N° des vannes, etc...).
- Avertir au plus vite ses collègues.
- En cas de fuite majeure, s'assurer aussi que le Magistrat et le Chef de service soient avertis.

**Faire preuve de bon sens et de réflexion afin d'adapter son intervention
au cas de figure**

Patinoire des Vernets

Procédure Fuite d'ammoniac dans la centrale frigorifique

Auteur : Amiet

Version : 0

Date : 15.09.2015

Concept sécurité de la patinoire des Vernets

- Si personnel présent dans la centrale, mise en route des installations de ventilation d'urgence (grande vitesse + rinçage des gaz) dans la centrale frigorifique.
- Si pas de personnel dans la centrale, arrêt de la ventilation et fermeture des clapets.
- Fermeture des vannes sur le départ et le retour du circuit ammoniac liquide :
 - Piste intérieure : vanne n° 34 et 37
 - Piste extérieure : vanne n° 40 et 43
- Fermeture des vannes sur les conduites d'aspiration ammoniac
 - Piste intérieure : vanne n° 33 et 38
 - Piste extérieure : vanne n° 39 et 44
- Une fois la fuite repérée, isoler, si possible, la portion du circuit concernée par la fermeture des vannes en amont et en aval.
- Pompage de l'ammoniac par les pompiers.

Patinoire des Vernets

Procédure Fuite d'ammoniac hors centrale frigorifique

Auteur : Amiet

Version : 0

Date : 15.09.2015

Concept sécurité de la patinoire des Vernets

- Arrêt des installations de ventilation dans la centrale frigorifique.
- Arrêt des pompes ammoniac
- Fermeture des vannes sur le départ du circuit ammoniac liquide :
 - Piste intérieure : vanne n° 34
 - Piste extérieure : vanne n° 40
- Mise en service des compresseurs, des pompes de refroidissement et des tours de refroidissement pour rapatrier tout l'ammoniac dans les réservoirs de la centrale frigorifique.
- Dès que le pressostat de basse pression se déclenche, stopper les compresseurs, les pompes de refroidissements et les tours de refroidissements.
- Fermeture des vannes sur le retour du circuit ammoniac liquide :
 - Piste intérieure : vanne n° 37
 - Piste extérieure : vanne n° 43
- Fermeture des vannes sur les conduites d'aspiration ammoniac
 - Piste intérieure : vanne n° 33 et 38
 - Piste extérieure : vanne n° 39 et 44

Annexe 3

Fiche de sécurité de l'ammoniac

Safety data sheet Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

SDS No. : 002
page 1 / 7

SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking

1.1. Product identifier

Product name

Ammonia, anhydrous.

EC No (from EINECS): 231-635-3

CAS No: 7664-41-7

Index-Nr. 007-001-00-5

Chemical formula NH₃

REACH Registration number:

01-2119488876-14

1.2. Relevant identified uses of the substance or mixture and uses advised against

Relevant identified uses

Industrial and professional. Perform risk assessment prior to use.

Uses advised against

Consumer use.

1.3. Details of the supplier of the safety data sheet

Company identification

BOC, Priestley Road, Worsley, Manchester M28 2UT

E-Mail Address ReachSDS@boc.com

1.4. Emergency telephone number

Emergency phone numbers (24h): 0800 111 333

SECTION 2: Hazards identification

2.1. Classification of the substance or mixture

Classification acc. to Regulation (EC) No 1272/2008/EC (CLP/GHS)

Press. Gas (Liquefied gas) - Contains gas under pressure; may explode if heated.

Flam. Gas 2 - Flammable gas.

Acute Tox. 3 - Toxic if inhaled.

Skin Corr. 1B - Causes severe skin burns and eye damage.

Acute Tox. 1 - Very toxic to aquatic life.

- Corrosive to the respiratory tract.

Classification acc. to Directive 67/548/EEC & 1999/45/EC

R10 | T; R23 | C; R34 | N; R50

Flammable

Toxic by inhalation.

Causes burns (to eyes, respiratory system and skin).

Very toxic to aquatic organisms.

Risk advice to man and the environment

Liquefied gas.

2.2. Label elements

- Labelling Pictograms



- Signal word

Danger

- Hazard Statements

H280	Contains gas under pressure; may explode if heated.
H221	Flammable gas.
H331	Toxic if inhaled.
H314	Causes severe skin burns and eye damage.
H400	Very toxic to aquatic life.
EUH071	Corrosive to the respiratory tract.

- Precautionary Statements

Precautionary Statement Prevention

P210	Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. - No smoking.
P280	Wear protective gloves/protective clothing/eye protection/face protection.
P260	Do not breathe gas, vapours.
P273	Avoid release to the environment.

Precautionary Statement Response

P377	Leaking gas fire: Do not extinguish, unless leak can be stopped safely.
P381	Eliminate all ignition sources if safe to do so.
P303+P361+P353+P315	IF ON SKIN (or hair): Remove / Take off immediately all contaminated clothes. Rinse skin with water/shower. Get immediate medical advice/attention.
P304+P340+P315	IF INHALED: Remove victim to fresh air and keep at rest in a position comfortable for breathing. Get immediate medical advice/attention.
P305+P351+P338+P315	IF IN EYES: Rinse cautiously with water for several minutes. Remove contact lenses, if present and easy to do. Continue rinsing. Get immediate medical advice/attention.

Precautionary Statement Storage

P403	Store in a well-ventilated place.
P405	Store locked up.

Precautionary Statement Disposal

None.

Safety data sheet Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

SDS No. : 002
page 2 / 7

2.3. Other hazards

Contact with liquid may cause cold burns/frost bite.

SECTION 3: Composition/information on ingredients

Substance / Mixture: Substance.

3.1. Substances

Ammonia, anhydrous.

CAS No: 7664-41-7

Index-Nr.: 007-001-00-5

EC No (from EINECS): 231-635-3

REACH Registration number:

01-2119488876-14

Contains no other components or impurities which will influence the classification of the product.

3.2. Mixtures

Not applicable.

SECTION 4: First aid measures

4.1. Description of first aid measures

First Aid General Information:

Remove victim to uncontaminated area wearing self contained breathing apparatus. Keep victim warm and rested. Call a doctor. Apply artificial respiration if breathing stopped.

First Aid Inhalation:

Remove victim to uncontaminated area wearing self contained breathing apparatus. Keep victim warm and rested. Call a doctor. Apply artificial respiration if breathing stopped.

First Aid Skin / Eye:

May cause severe chemical burns to skin and cornea. Suitable first-aid treatment should be immediately available. Seek medical advice before using product. Remove contaminated clothing. Drench affected area with water for at least 15 minutes. Immediately flush eyes thoroughly with water for at least 15 minutes. Obtain medical assistance

First Aid Ingestion:

Ingestion is not considered a potential route of exposure.

4.2. Most important symptoms and effects, both acute and delayed

May cause severe chemical burns to skin and cornea. Suitable first-aid treatment should be immediately available. Seek medical advice before using product. May result in pulmonary oedema

4.3. Indication of any immediate medical attention and special treatment needed

Obtain medical assistance. Treat with a corticosteroid spray as soon as possible after inhalation.

SECTION 5: Fire fighting measures

5.1. Extinguishing media

Suitable extinguishing media

All known extinguishants can be used.

5.2. Special hazards arising from the substance or mixture

Specific hazards

Exposure to fire may cause containers to rupture/explode.

Hazardous combustion products

If involved in a fire the following toxic and/or corrosive fumes may be produced by thermal decomposition:

Nitrogen dioxide, Nitric oxide.

5.3. Advice for firefighters

Specific methods

If possible, stop flow of product. Move container away or cool with water from a protected position. Prevent water used in emergency cases from entering sewers and drainage systems.

Special protective equipment for fire fighters

Use self-contained breathing apparatus and chemically protective clothing. Clothing for fire-fighters (including helmets, protective boots and gloves) conforming to EN 469 will provide a basic level of protection from chemical incidents. EN 469:2005: Protective clothing for fire-fighters. Performance requirements for protective clothing for fire-fighting.

SECTION 6: Accidental release measures

6.1. Personal precautions, protective equipment and emergency procedures

Evacuate area. Use self-contained breathing apparatus and chemically protective clothing. Ensure adequate air ventilation. Monitor concentration of released product. Eliminate ignition sources.

6.2. Environmental precautions

Try to stop release. Reduce vapour with fog or fine water spray.

6.3. Methods and material for containment and cleaning up

Ventilate area. Hose down area with water. Wash contaminated equipment or sites of leaks with copious quantities of water. Keep area evacuated and free from ignition sources until any spilled liquid has evaporated. (Ground free from frost).

6.4. Reference to other sections

See also sections 8 and 13.

SECTION 7: Handling and storage

7.1. Precautions for safe handling

Use only properly specified equipment which is suitable for this product, its supply pressure and temperature. Contact your gas supplier if in doubt. Do not allow backfeed into the container. Suck back of water into the container must be prevented. Keep away from ignition sources (including

Safety data sheet Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

SDS No. : 002
page 3 / 7

static discharges). Purge air from system before introducing gas. Refer to supplier's handling instructions. Avoid exposure, obtain special instructions before use. Avoid suckback of water, acid and alkalis. Purge system with dry inert gas (e.g. helium or nitrogen) before gas is introduced and when system is placed out of service. Assess the risk of potentially explosive atmosphere and the need for explosion-proof equipment. Consider the use of only non-sparking tools. Do not smoke while handling product. Only experienced and properly instructed persons should handle gases under pressure. Protect cylinders from physical damage; do not drag, roll, slide or drop. Never use direct flame or electrical heating devices to raise the pressure of a container. Do not remove or deface labels provided by the supplier for the identification of the cylinder contents. When moving cylinders, even for short distances, use a cart (trolley, hand truck, etc.) designed to transport cylinders. Leave valve protection caps in place until the container has been secured against either a wall or bench or placed in a container stand and is ready for use. Ensure the complete gas system has been (or is regularly) checked for leaks before use. If user experiences any difficulty operating cylinder valve discontinue use and contact supplier. Close container valve after each use and when empty, even if still connected to equipment. Never attempt to repair or modify container valves or safety relief devices. Keep container valve outlets clean and free from contaminants particularly oil and water. Never attempt to transfer gases from one cylinder/container to another. Installation of a cross purge assembly between the cylinder and the regulator is recommended. The substance must be handled in accordance with good industrial hygiene and safety procedures. Ensure equipment is adequately earthed.

7.2. Conditions for safe storage, including any incompatibilities

Secure cylinders to prevent them falling. Keep container below 50°C in a well ventilated place. Segregate from oxidant gases and other oxidants in store. Observe all regulations and local requirements regarding storage of containers. Containers should not be stored in conditions likely to encourage corrosion. Containers should be stored in the vertical position and properly secured to prevent falling over. Stored containers should be periodically checked for general conditions and leakage. Container valve guards or caps should be in place. Store containers in location free from fire risk and away from sources of heat and ignition. Keep away from combustible materials. All electrical equipment in the storage areas should be compatible with the risk of potentially explosive atmosphere.

7.3. Specific end use(s)

None.

SECTION 8: Exposure controls/personal protection

8.1. Control parameters

Exposure limit value

Value type	value	Note
Great Britain - LTEL	25 ppm	EH 40/07
Great Britain - STEL	35 ppm	EH 40/07

Derived No Effect Levels

Type	Exposure	Value	Population	Effects
DNEL	Short term Dermal	6,8 mg/kg bw/day	Workers	Systemic
DNEL	Long term Inhalation	36 mg/m ³	Workers	Local
DNEL	Long term Inhalation	14 mg/cm ²	Workers	Local

Predicted No Effect Concentrations

Type	Compartment Detail	Value
PNEC	Fresh water	0,0011 mg/l
PNEC	Marine	0,0011 mg/l

8.2. Exposure controls

Appropriate engineering controls

A risk assessment should be conducted and documented in each work area to assess the risks related to the use of the product and to select the PPE that matches the relevant risk. The following recommendations should be considered. Product to be handled in a closed system. Use only permanent leak-tight installations (e.g. welded pipes). Gas detectors should be used when toxic quantities may be released. Keep concentrations well below occupational exposure limits. Provide adequate general or local ventilation. Systems under pressure should be regularly checked for leakages. The substance must be handled in accordance with good industrial hygiene and safety procedures. Consider work permit system e.g. for maintenance activities.

Personal protective equipment

Eye and face protection

Protect eyes, face and skin from liquid splashes. Wash hands, forearms and face thoroughly after handling chemical products, before eating, smoking and using the lavatory and at the end of the working period. Wear a face-shield when transfilling and breaking transfer connections. Safety eyewear, goggles or face-shield to EN166 should be used to avoid exposure to liquid splashes. Wear eye protection to EN 166 when using gases. Full-face mask recommended.

Guideline:

EN 136: Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking.

Skin protection

Hand protection

Advice: Wear working gloves and safety shoes while handling gas cylinders. Chemically resistant gloves complying with EN 374 should be worn at all times when handling chemical products if a risk assessment indicates this is necessary. Materials suitable for prolonged, direct contact.

Material:

Butyl rubber (Butyl)

Min. Breakthrough time:

480 min

Glove thickness:

Safety data sheet Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

SDS No. : 002
page 4 / 7

0,7 mm

Guideline:

EN 374-1/2/3 Protective gloves against chemicals and microorganisms
Protection index:
6

Advice: Materials suitable for short-term contact and/or liquid splashes

Material:

CR(Chloroprene, Polychloroprene rubber)

Min. Breakthrough time:

30 min

Glove thickness:

0,5 mm

Guideline:

EN 374-1/2/3 Protective gloves against chemicals and microorganisms
Protection index:
2

Body protection

Keep suitable chemically resistant protective clothing readily available for emergency use. Personal protective equipment for the body should be selected based on the task being performed and the risks involved.

Guideline:

EN 943: Protective clothing against liquid and gaseous chemicals, aerosols and solid particles.

Other protection

Wear working gloves and safety shoes while handling gas cylinders. Guideline:

ISO 20345 Safety footwear

Respiratory protection

Keep self contained breathing apparatus readily available for emergency use. Use SCBA in the event of high concentrations. The selection of the Respiratory Protective Device (RPD) must be based on known or anticipated exposure levels, the hazards of the product and the safe working limits of the selected RPD. When allowed by a risk assessment Respiratory Protective Equipment (RPE) may be used.

Guideline:

EN 136: Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking.

Material:

Filter K

Guideline:

EN 14387: Respiratory protective devices. Gas filter(s) and combined filter(s). Requirements, testing, marking

Thermal hazards

If there is a risk of contact with the liquid, all protective equipment should be suitable for extremely low temperatures.

Environmental Exposure Controls

Refer to local regulations for restriction of emissions to the atmosphere. See section 13 for specific methods for waste gas treatment. Provide adequate general or local ventilation.

SECTION 9: Physical and chemical properties

9.1. Information on basic physical and chemical properties

General information

Appearance/Colour: Colourless gas.

Odour: Ammoniacal

Odour threshold:

Odour threshold is subjective and inadequate to warn for over exposure.

pH value: If dissolved in water pH-value will be affected.

Melting point: -77,7 °C

Boiling point: -33 °C

Flash point: Not applicable for gases and gas mixtures.

Flammability range: 15 %(V) - 30 %(V)

Vapour Pressure 20 °C: 8,6 bar

Relative density, gas: 0,6

Solubility in water: Hydrolyses.

Partition coefficient: n-octanol/water: < 1 logPow

Autoignition temperature: 630 °C

Explosive properties:

Explosive acc. EU legislation: Not explosive.

Explosive acc. transp. reg.: Not explosive.

Oxidising properties: Not applicable.

Molecular weight: 17 g/mol

Critical temperature: 132,4 °C

Relative density, liquid: 0,7

9.2. Other information

Although this substance has flammability data, it is difficult to ignite in air and is classified as non-flammable.

SECTION 10: Stability and reactivity

10.1. Reactivity

Unreactive under normal conditions.

10.2. Chemical stability

Stable under normal conditions.

10.3. Possibility of hazardous reactions

Can form potential explosive atmosphere in air., May react violently with oxidants.

10.4. Conditions to avoid

Keep away from heat/sparks/open flames/hot surfaces. - No smoking.

10.5. Incompatible materials

Oxidising agents. Air, Oxidiser. May react violently with acids. Reacts with water to form corrosive alkalis. Corrosive to galvanised metal. Corrosive to brass, Cu, Zn, Au, Ag and Hg. For material compatibility see latest version of ISO-11114.

10.6. Hazardous decomposition products

Under normal conditions of storage and use, hazardous decomposition products should not be produced. If involved in a fire the following toxic and/or corrosive fumes may be produced by thermal decomposition:

Safety data sheet Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

SDS No. : 002
page 5 / 7

Nitrogen dioxide, Nitric oxide.

SECTION 11: Toxicological information

11.1. Information on toxicological effects

Acute oral toxicity

Value: LD50
Species: Rat
Value in standard unit mg/kg: 350 mg/kg

Acute inhalation toxicity

Value: LC50
Species: Rat
Exposure time: 1 h
Value in non-standard unit: 9500 ppm

Value: LC50
Species: Rat
Exposure time: 4 h
Value in non-standard unit: 2000 ppm

Acute dermal toxicity

Not applicable.

Acute toxicity other routes

Not applicable.

Skin irritation

Irritant

Eye irritation

Irritant

Sensitization

This substance is not classified as a sensitiser.

Assessment mutagenicity

Memo: There is no evidence of mutagenic potential.

Carcinogenicity Assessment carcinogenicity

No evidence of carcinogenic effects.

Assessment toxicity to reproduction

No known effects from this product.

Assessment teratogenicity

No indication of teratogenic effects.

Other relevant toxicity information

May cause inflammation of the respiratory system and skin., Inhalation of large amounts leads to bronchospasm, laryngeal oedema and pseudomembrane formation., Irritating to the eyes.

SECTION 12: Ecological information

12.1. Toxicity

Toxic to water organisms., Avoid release to the environment., Product is not allowed to be discharged into ground water or aquatic environment.

Acute and prolonged toxicity fish

Species: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
Exposure time: 96 h
Value type: LC50

Value in standard unit mg/l: 0,16 - 1,1 mg/l

Acute and prolonged toxicity fish

Species: Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)
Value type: NOEC
Value in standard unit mg/l: 1,2 mg/l

Acute toxicity aquatic invertebrates

Species: *Daphnia magna*
Value type: NOEC
Value in standard unit mg/l: 0,79 mg/l

Acute toxicity aquatic invertebrates

Species: *Daphnia magna*
Exposure time: 48 h
Value type: EC50
Value in standard unit mg/l: 25,4 mg/l

Toxicity aquatic plants

Species: *Chlorella vulgaris*
Exposure time: 432 h
Value type: EC50
Value in standard unit mg/l: 2.700 mg/l

Chronic toxicity fish

Species: *Ictalurus punctatus*
Exposure time: 31 d
Value in standard unit mg/l: 0,048 mg/l
The statement of the toxic effect relates to the analytically determined concentration.

Chronic toxicity aquatic invertebrates

Species: *Daphnia magna*
Exposure time: 4 d
Value in standard unit mg/l: 0,79 mg/l
The product has not been tested. The statement has been derived from products of a similar structure or composition.

12.2. Persistence and degradability

The substance is biodegradable. Unlikely to persist.

12.3. Bioaccumulative potential

The substance has no potential for bioaccumulation.

12.4. Mobility in soil

The substance has low mobility in soil., The substance is soluble in water.

12.5. Results of PBT and vPvB assessment

Not classified as PBT or vPvB.

12.6. Other adverse effects

May cause pH changes in aqueous ecological systems. Depending on local conditions and existing concentrations, disturbances in the biodegradation process of activated sludge are possible.

SECTION 13: Disposal considerations

13.1. Waste treatment methods

Must not be discharged to atmosphere. Gas may be scrubbed in sulphuric acid solution. Gas may be scrubbed in water. Toxic and corrosive gases formed during combustion should be scrubbed before discharge to atmosphere. Do not discharge into any place where its accumulation could be dangerous. Refer to the EIGA code of practice (Doc.30 "Disposal of Gases", downloadable at <http://www.eiga.org>) for more guidance on suitable disposal methods.

Contact supplier if guidance is required. Dispose of cylinder via gas supplier only. Gases in pressure containers

Safety data sheet Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

SDS No. : 002
page 6 / 7

(including halons) containing dangerous substances
EWG Nr. 16 05 04*

SECTION 14: Transport information

ADR/RID

14.1. UN number
1005

14.2. UN proper shipping name
Ammonia, anhydrous

14.3. Transport hazard class(es)
Class: 2
Classification Code: 2TC
Labels: 2.3, 8
Hazard number: 268
Tunnel restriction code: (C/D)
Emergency Action Code: 2RE

14.4. Packing group (Packing Instruction)
P200

14.5. Environmental hazards
Environmentally hazardous.

14.6. Special precautions for user
None.

IMDG

14.1. UN number
1005

14.2. UN proper shipping name
Ammonia, anhydrous

14.3. Transport hazard class(es)
Class: 2.3
Labels: 2.3, 8
EmS: F-C, S-U

14.4. Packing group (Packing Instruction)
P200

14.5. Environmental hazards
None.

14.6. Special precautions for user
None.

14.7. Transport in bulk according to Annex II of MARPOL73/78 and the IBC Code
Not applicable.

IATA

14.1. UN number
1005

14.2. UN proper shipping name
Ammonia, anhydrous

14.3. Transport hazard class(es)
Class: 2.3
Labels: 2.3, 8

14.4. Packing group (Packing Instruction)
P200

14.5. Environmental hazards
Environmentally hazardous.

14.6. Special precautions for user
None.

Other transport information

Avoid transport on vehicles where the load space is not separated from the driver's compartment. Ensure vehicle driver is aware of the potential hazards of the load and knows what to do in the event of an accident or an emergency. Before transporting product containers ensure that they are firmly secured. Ensure that the cylinder valve is closed and not leaking. Ensure that the valve outlet cap nut or plug (where provided) is correctly fitted. Ensure that the valve protection device (where provided) is correctly fitted. Ensure adequate ventilation. Ensure compliance with applicable regulations.

SECTION 15: Regulatory information

15.1. Safety, health and environmental regulations/legislation specific for the substance or mixture
Seveso Directive 96/82/EC: Listed

15.2. Chemical safety assessment
CSA has been carried out.

SECTION 16: Other information

Ensure all national/local regulations are observed. Ensure operators understand the toxicity hazard. Users of breathing apparatus must be trained. Before using this product in any new process or experiment, a thorough material compatibility and safety study should be carried out.

Advice

Whilst proper care has been taken in the preparation of this document, no liability for injury or damage resulting from its use can be accepted. Details given in this document are believed to be correct at the time of going to press.

Further information

Note:

When using this document care should be taken, as the decimal sign and its position complies with rules for the structure and drafting of international standards, and is a comma on the line.

Safety data sheet
Ammonia, anhydrous.

Creation date : 28.01.2005
Revision date : 20.05.2011

Version : 1.44

GB / E

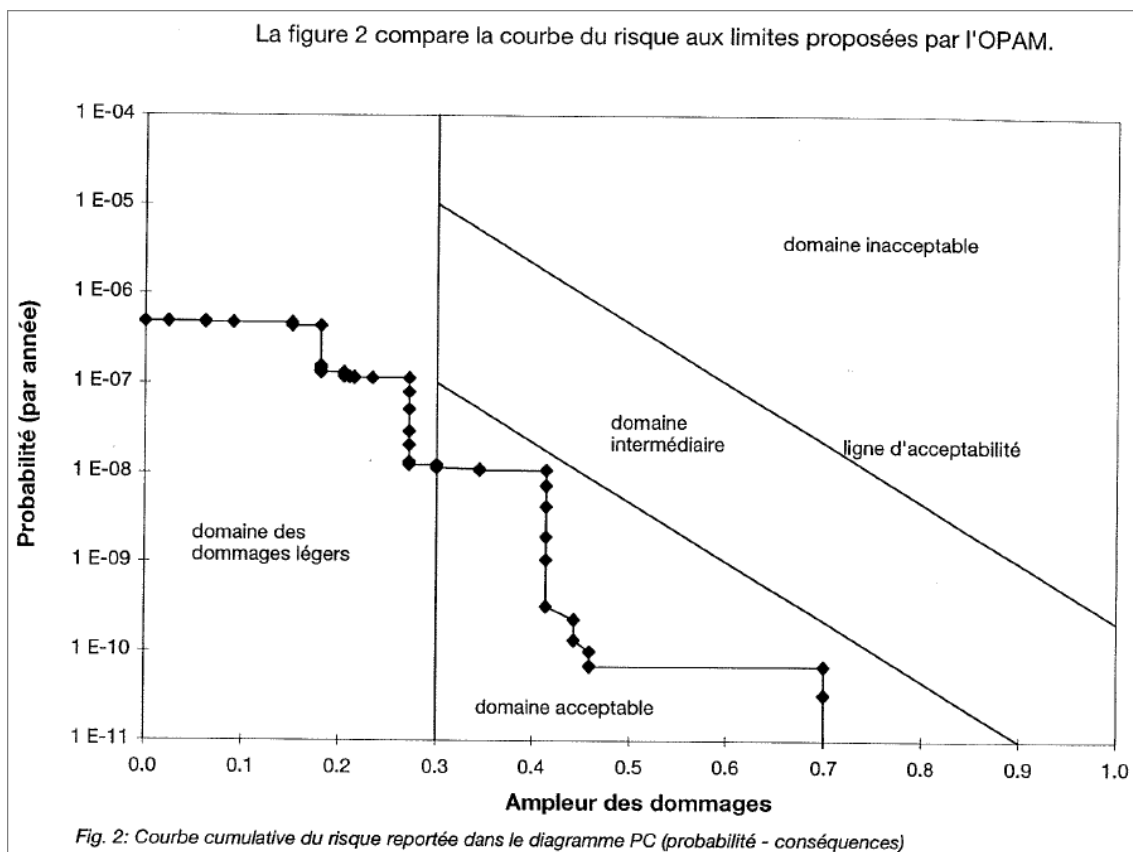
SDS No. : 002
page 7 / 7

As an example 2,000 is two (to three decimal places) and not two thousand, whilst 1.000 is one thousand and not one (to three decimal places).

End of document

Annexe 4

Courbe PC des personnes exposées à l'intérieur de la patinoire



Référence : Etude de risque (§4 Conclusions, page 20), Basler&Hofmann, 6 mai 1999