Retour d'expérience

L'ammoniac et la réfrigération

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques

Service de l'Environnement Industriel

Bureau d'Analayse des Risques et Pollutions Industrielles

Retour d'expérience

L'ammoniac et la réfrigération

Réf. : SEI / BARPI ED0389 - Février 1995

Jean Luc CLARET

SOMMAIRE

Glossaire

Introduction

Historique p. 9

Situation actuelle et perspectives p. 10

Les installations frigorifiques à l'ammoniac

Production du froid p. 13
- Généralités p. 13
- Cycle frigorifique théorique et schéma de principe p. 14
- Cycle frigorifique réel p. 15
- Machines à compression utilisant l'ammoniac p. 15
- Mise en oeuvre de l'ammoniac p. 17

Utilisation du froid et typologie des installations p. 18
- Données relatives aux industries d'entreposage en France p. 18
- Données relatives aux quantités de fluides frigorigènes utilisées p. 19
- Classement suivant les températures d'évaporation p. 20
- Classement suivant le système de distribution des fluides p. 20
- Classement suivant le mode de condensation p. 21
- Classement suivant le nombre d'étages de compression p. 21
- Classement par type d'installation p. 21

Situation administrative p. 26

Nuisances et risques potentiels p. 28
- Nuisances p. 28
- Risques potentiels p. 28
- Risques incendie / explosion p. 28
- Risque toxique p. 29

Analyse de cas accidentels

Nature et caractéristiques de l'échantillon étudié p. 32

Enjeux et chiffres clés p. 33
- Répartition annuelle p. 33
- Répartition mensuelle et selon les jours de la semaine p. 34
- Répartition régionale p. 35
- Répartition par activités p. 36
  - Installations frigorifiques p. 37
  - Autres installations (activités diverses) p. 38
- Répartition par type d'accidents p. 39
  - Installations frigorifiques p. 39
  - Autres installations (activités diverses) p. 40
- Répartition par type de conséquences p. 40
  - Installations frigorifiques p. 41
  - Autres installations (activités diverses) p. 43
- Circonstances, nature et origines principales des accidents étudiés p. 45
  - Circonstances des accidents p. 45
  - Défaillances constatées p. 46
  - Origine des accidents p. 47
  - Quantités d'ammoniac émises p. 48
    - Installations frigorifiques p. 49
    - Autres installations (activités diverses) p. 49

Etude de cas d'accidents types en réfrigération p. 51
- Accident du 02.12.94 (67 - HOCHFELDEN) p. 51
- Accident du 21.11.94 (72 - CONNERRE) p. 52
- Accident du 11.08.94 (51 - REIMS) p. 53
- Accident du 13.06.94 (92 - NANTERRE) p. 54
- Accident du 11.03.94 (22 - SAINT BRANDAN) p. 55
- Accident du 17.02.94 (50 - DUCEY) p. 56
- Accident du 17.05.93 (29 - GUERLESQUIN) p. 59
- Accident du 17.06.92 (59 - SECLIN) p. 60
- Accident du 18.07.91 (29 - LANDERNEAU) p. 62
- Accident du 11.10.90 (26 - MONTELIMAR) p. 63
- Accident du 08.10.90 (55 - DIEUE-SUR-MEUSE) p. 65
- Accident du 03.10.90 (14 - MONDEVILLE) p. 66
- Accident du 01.08.90 (26 - MONTELIMAR) p. 67

Synthèse des informations rassemblées - Etude bibliographique

Les risques p. 69
- Le risque toxique p. 70
- Le risque incendie / explosion p. 73

Les conséquences p. 75

Les perspectives d'évolution p. 75

Conclusions - Recommandations

Conception, construction et mise en service des installations p. 78
- Risque toxique p. 78
- Risque incendie p. 81

Exploitation, réparations et contrôles p. 82

Formation des intervenants p. 84

Intervention / Evacuation p. 85

Annexes

Annexe 1 : type et caractéristiques des installations frigorifiques industrielles.

Annexe 2 : technologies actuelles et alternatives.

Annexe 3 : caractéristiques physiques et thermodynamiques de l'ammoniac.

Annexe 4 : fiche toxicologique.

Annexe 5 : répartition des activités en France (extraits statistiques INSEE 1992).

Annexe 6 : textes et normes applicables aux installations frigorifiques.

Annexe 7 : liste des accidents connus depuis 1958 (France / Monde).

Annexe 8 : arbres des causes.

Références

Bibliographie

Adresses utiles

GLOSSAIRE

BP Basse Pression.

C.F.C. Chloro-Fluoro-Carbone (ou Carbure).

G.W.P. Global Warming Potential (Indice caractérisant la participation d'une molécule à l'effet de serre). C'est le Potentiel de Réchauffement de la Terre d'une substance par comparaison avec celui du CO_2. Cette valeur est fortement affectée par la durée prise en compte (20, 100, 500 ans, etc.).

H.C.F.C. Hydro-Chloro-Fluoro-Carbone (ou Carbure) - Fluide de substitution de transition.

H.G.W.P. Halocarbon Global Warming Potential. Effet de serre d'une substance par rapport à celui du R11.

H.F.A. Hydro-Fluoro-Alcane (ou FORANE équivalent en France à H.C.F.C.).

H.F.C Hydro-Fluoro-Carbone (ou carbure) - Fluide de substitution de l'avenir ne contenant pas de chlore (O.D.P. = 0) mais présentant quand même un effet de serre.

HP Haute Pression.

O.D.P. Ozone Depletion Potential (indice caractérisant la participation d'une molécule à la destruction de la couche d'ozone).

R11 C.F.C. - Trichlorofluorométhane (CCl_3F).

R113 C.F.C. - Trichlorofluoroéthane (CCl_2F-$CClF_2$).

R114 C.F.C. - Dichlorotétrafluoroéthane ($CClF_2$-$CClF_2$).

R115 C.F.C - Monochloropentafluoroéthane ($CClF_2$-CF_3).

R12 C.F.C. - Dichlorodifluorométhane (CCl_2F_2).

R13 C.F.C. - Monochlorotrifluorométhane ($CClF_3$).

R13B1 C.F.C. - Trifluorobromométhane (CF_3Br).

R134a H.F.C. - (1er fluide de substitution du R12).

R152a H.F.C. - Difluoroéthane (CH_3-CHF_2).

R22 H.C.F.C. - Monochlorodifluorométhane ($CHClF_2$).

R23 H.C.F.C. - Trifluorométhane (CHF_3).

R404A H.F.C. - (fluide de substitution du R502).

R500 C.F.C. - Mélange azéotropique (73,8 % de R12 et 26,2 % de R152a).

R502 C.F.C. - Mélange azéotropique (48,8 % de R22 et 51,2 % de R115).

R503 C.F.C. - Mélange azéotropique (59,9 % de R13 et 40,1 % de R23).

R717 Ammoniac anhydre (de "qualité frigorigène", pureté minimum 99,95 %).

T.E.W.I. Total Equivalent Warning Impact (indice caractérisant l'impact de l'installation frigorifique sur l'effet de serre).

INTRODUCTION

Historique

Le froid technique apparaît au milieu du siècle dernier à la suite d'un brevet déposé en 1834 par Jacob PERKINS pour un système de compression à gaz [1].

Il est produit artificiellement pour la première fois en 1857. Lors de l'Exposition Universelle de Londres, Ferdinand CARRE présente une machine à absorption qui fabrique presque en continu des cubes de glace. Cette machine utilise l'ammoniac comme frigorigène et l'eau comme substance d'absorption. En 1874, PICTET construit la première machine à compression. Celle-ci utilise du dioxyde de soufre (SO_2) alors que LOWE, aux Etats-Unis, fabrique des machines comparables mais mettant en oeuvre du dioxyde de carbone (CO_2).

L'ammoniac sera lui utilisé pour la première fois dans une machine à compression gazeuse par CARL VON LINDE en 1876. A la suite de l'Exposition Universelle de PARIS, en 1878, la plupart des brasseries importantes commencent à utiliser les machines à compression d'ammoniac. Un Français, Charles TELLIER, arme également en 1876 un navire de 650 t (le "Frigorifique") pour transporter en 3 mois et en excellent état à Buenos Aires une cargaison de viande congelée [2]. La surgélation telle qu'elle est pratiquée de nos jours naît en 1929 avec le dépôt par l'Américain Clarence BIRDSEYE d'un brevet pour la congélation rapide (quick-freezing) des denrées périssables.

De nombreux frigorigènes sont utilisés comme l'éther diméthylique, produit explosif rapidement remplacé par l'ammoniac, le gaz carbonique, le dioxyde de soufre, le propane et le chlorure de méthyle (CH_3Cl) [3]. Au début du 20ème siècle, les besoins en réfrigération augmentent. Cette évolution est liée à la croissance de la production agricole et aux nouveaux secteurs d'activité qui font appel aux techniques frigorifiques (industries du lait, de la viande, transport maritime des denrées périssables). La concurrence entre ces différents fluides s'accentue.

---

[1] L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

[2] Petit livre bleu des surgelés des glaces (FICUR - 1987).

[3] La sécurité et l'ammoniac (Revue Générale du Froid n° 74 / G. VRINAT - Juin 1990).

Les utilisations de l'ammoniac et du gaz carbonique varient selon les pays mais dans les années 1920, l'ammoniac s'impose progressivement dans les installations industrielles importantes ainsi qu'à bord des navires. Les installations de faible puissance utilisent notamment quant à elles le dioxyde de soufre et le chlorure de méthyle.

Il faut attendre les années 1930 et le développement de la réfrigération domestique pour que la société américaine Kinetic Chemicals développe des fluides synthétiques chloro-fluoro-carbonés (C.F.C.) dont la masse moléculaire élevée convient bien à la compression centrifuge et permet le développement des compresseurs hermétiques [3/4]. Les C.F.C. remplacent alors progressivement le chlorure de méthyle, le CO_2 et le SO_2. Les principaux C.F.C. sont essentiellement[5] :

- le R12 (CF_2Cl_2) pour les applications au voisinage de 0°C et notamment la climatisation des locaux de travail, les pompes à chaleur industrielles, la réfrigération et le stockage des denrées fraîches,
- le R11 ($CFCl_3$) utilisé dans les machines centrifuges,
- le R502 (mélange de R22 / $CHClF_2$ et de R115) pour les basses températures telles que la congélation et le stockage des surgelés et des crèmes glacées. Ce frigorigène est également utilisé dans les circuits des meubles "surgelés" des magasins types super et hyper marchés.

Situation actuelle et perspectives

En 1974, le chimiste américain ROWLAND émet l'hypothèse d'une destruction importante de la couche d'ozone dans la haute atmosphère par le chlore contenu dans les C.F.C.. A l'automne 1987, un "trou" est détecté dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique. L'origine de cette anomalie est attribuée, en partie au moins, aux C.F.C.. La communauté internationale décide de limiter leur production pour l'interdire définitivement à compter du 1er janvier 1996 (Convention de Vienne en 1985, Protocole de Montréal en septembre 1987, Accord de Londres en 1990 et conférence de Copenhague en 1992). Hors nouveaux matériels ou techniques, cette position commune des états a deux conséquences :

- les principaux producteurs de C.F.C proposent pour les prochaines années des fluides de remplacement tels que les hydro-chloro-fluroro-carbone (H.C.F.C.) ou hydro-fluoro-alcanes (H.F.A. ou FORANE, en France), fluides de transition moins agressifs, et recherchent pour le long terme de nouvelles molécules totalement neutres,

---

[4] Production du froid - Technologie des machines industrielles
(Les Technologies de l'Ingénieur / Georges VRINAT).

[5] Stage d'été SAVE - Club M3E (Association Française du Froid /A.F.F. G. VRINAT - 1994).

Le principal H.C.F.C. est le R22 très employé dans les installations de congélation et de stockage des denrées surgelées de type industriel,

- le retour des anciens fluides de réfrigération et essentiellement de l'ammoniac ...

L'ammoniac peut être utilisé dans la plupart des installations industrielles de réfrigération, de congélation et les stockages à toutes températures.

Les frigorigènes ont un double impact sur l'environnement [5/6] :

- effet sur les êtres vivants caractérisé par l'O.D.P. (indice de déplétion de l'ozone),
- effet sur le climat caractérisé par le H.G.W.P. (indice de réchauffement) et le T.E.W.I. (indice rapporté au CO_2).

Frigorigène	Ozone ODP/R11	Effet de Serre HWP	TEWI/CO2 Période de 20 ans	TEWI/CO2 Période de 100 ans	TEWI/CO2 Période de 500 ans
R12	0,9 à 1	2,8 à 3,4	7 100	7 300	4 500
R502	0,17 à 0,28	4,02	4 820	4 260	4 040
R22	0,04 à 0,06	0,32 à 0,37	4 100	1 500	510
R717 (NH3)	0	0	0	0	0

De nos jours, l'industrie utilise largement les possibilités du froid, pour liquéfier des gaz, condenser des liquides volatils, cristalliser des sels, contrôler des réactions violentes ou plus simplement ... conserver des produits sensibles à la "chaleur" et les denrées périssables.

L'impact économique des techniques frigorifiques dans le monde est important [7/8]. Le montant global des investissements annuels en équipements frigorifiques s'élèverait à près de 500 milliards de francs, la valeur des produits conservés par le froid représenterait 10 fois cette somme. Le monde disposerait d'environ 300 millions de mètres-cubes de capacité d'entrepôts frigorifiques, permettant de stocker à un moment donné, 5 % de la production annuelle totale de denrées alimentaires. En prenant en compte le commerce de détail, les transports frigorifiques et les appareils domestiques,

---

6 L'effet de serre équivalent total (E.S.E.T.) / M. DUMINIL (Revue générale du froid - N° 36 - Octobre 1993).

7 L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

8 The CFC/Ozone problem ans possibilities for emission en reduction in Refrigération, Air Conditioning and Heat Pump application (DKV / Statusberich n° 2 - Juillet 1987).

10 à 25 % de la production alimentaire mondiale passerait par la "chaîne du froid" à un stade ou à un autre.

Utilisé pendant des décennies pour ses excellentes propriétés thermodynamiques et progressivement remplacé ces vingt dernières années, par les C.F.C. notamment (moins performants thermiquement mais non toxiques), l'ammoniac revient peu à peu au 1er plan comme fluide calorifique. La production mondiale d'ammoniac se serait élevée en 1984 à 120 millions de tonnes ; moins de 5 % de cette production aurait été utilisée comme frigorigène sous le code R717 (99,95 % minimum de pureté).

Les unités de réfrigération à l'ammoniac peuvent par exemple être utilisées dans l'entreposage frigorifique ou dans certains complexes sportifs (patinoire, etc.). Ces activités sont par nature souvent implantées dans ou à proximité du tissu urbain. Un environnement souvent sensible, le parc installé des unités concernées et le redéveloppement de l'utilisation de l'ammoniac comme substitut potentiel des C.F.C. justifient pleinement la présente monographie [9].

[9] Annexes 1 et 2 : Type et caractéristiques des installations frigorifiques industrielles / Technologies actuelles et alternatives.

LES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

A L'AMMONIAC LIQUEFIE

Production du froid

Généralités

Produire du froid revient à absorber de la chaleur à une température inférieure à celle du milieu ambiant. Les nombreux procédés utilisés sont habituellement classés en fonction de la nature des phénomènes de base qu'ils exploitent. On distingue[10] ainsi :

- les méthodes thermodynamiques, qui utilisent les phénomènes endothermiques accompagnant les changements de phase de corps (fusion, sublimation, évaporation, détente ou dissolution) ou certaines réactions chimiques,
- les procédés électriques et magnétiques, qui ralentissent l'agitation moléculaire à l'origine du phénomène de la chaleur en soumettant les atomes du réfrigérant à un courant électrique ou à un champ magnétique.

Les méthodes thermodynamiques sont les plus répandues. Le froid est le plus souvent produit par détente d'un gaz comprimé, généralement de la famille des FORANE (ou FREON) ou par évaporation d'un fluide à basse tension de vapeur, facile à vaporiser, tel que l'ammoniac. La grande majorité des systèmes utilisant ces méthodes mettent en oeuvre un cycle à compression et détente, en circuit fermé, dans lequel le fluide véhiculé, essentiellement gazeux, subit ou non un changement de phase.

Comme les transferts de chaleur se produisent spontanément dans le sens des températures décroissantes, le fluide intermédiaire est utilisé après abaissement préalable de sa température. Il est alors dénommé frigorigène.

---

[10] 12 technologies pour l'avenir de l'environnement (Ministère de l'Industrie et du Commerce Extérieur / SRI International - 1992).

Cycle frigorifique théorique

Pour absorber de la chaleur à basse température (partie utile du cycle !), la plupart des procédés qui mettent en oeuvre un fluide intermédiaire, décrivent un cycle fermé pour reproduire autant de fois que nécessaire l'évolution frigorifique de l'ensemble du système.

Le froid technique est essentiellement produit par des systèmes à compression de gaz. Un cycle à compression de vapeur comporte ainsi les principaux éléments suivants :

- un évaporateur, dans lequel la vaporisation du fluide frigorigène enlève une quantité de chaleur Q_0 au milieu extérieur,
- un compresseur mécanique qui aspire les vapeurs formées dans l'évaporateur à la pression P_2 pour les comprimer et les refouler à une pression P_1. Le compresseur absorbe une énergie mécanique W,
- un condenseur, dans lequel le frigorigène se condense et cède une certaine quantité de chaleur Q au milieu extérieur,
- un détendeur fixe, que le frigorigène traverse pour retourner à l'évaporateur, sa pression étant ramenée de P_1 en P_2.

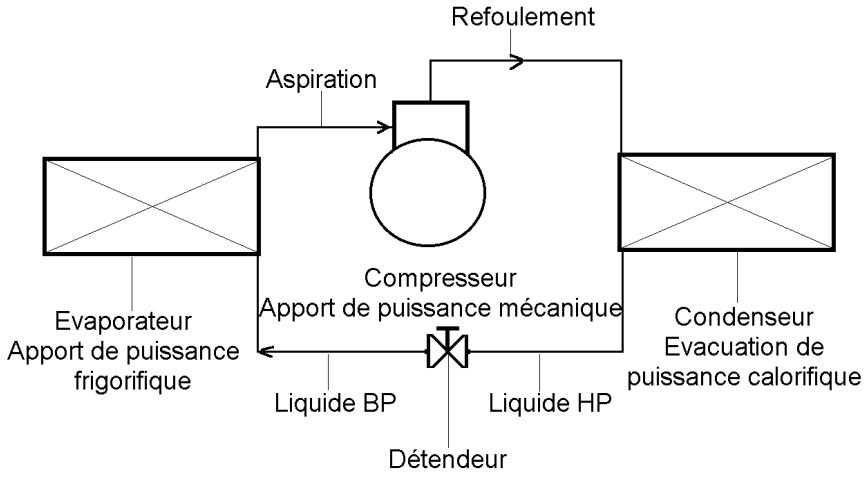


Schéma de principe du cycle frigorifique

Un cycle frigorifique théorique comprend en conséquence les 4 phases suivantes :

- vaporisation d'un fluide à pression et température constantes (P_2 & T_2), avec absorption d'une quantité de chaleur de fluide évaporé (Q_0 / kg), empruntée au milieu extérieur de température $T_2' > T_2$ (production du froid),

- compression adiabatique (sans transfert de chaleur) de la vapeur humide dans un compresseur qui porte la pression à la valeur P_1, tension de vapeur du fluide à la température T_1 de condensation. Cette compression absorbe un certain travail fourni par une source d'énergie extérieure,
- condensation du fluide dans le condenseur, à la pression P_1 et à la température T_1 constantes, fonction de l'appareil et de la température T_1' du milieu extérieur où va s'écouler la chaleur de condensation Q_1 (avec naturellement $T_1 > T_1'$),
- détente adiabatique du frigorigène dans un détendeur attelé sur le même arbre que le compresseur pour récupérer ce travail de détente de la pression P_1 du condenseur à celle P_2 de l'évaporateur.

Pour traduire ces phénomènes, l'industrie frigorifique utilise souvent :

- soit un diagramme enthalpie/pression (H, P). Les valeurs utilisées dans les calculs, caractérisant l'état du fluide, sont alors la pression (P), la température absolue (T), l'enthalpie (H), le volume massique (V), le titre (x) et l'entropie (S),
- soit un diagramme entropique (S, T) dans lequel un cycle de CARNOT ABCD évoluant entre 2 isothermes (T_1 & T_2) et 2 adiabatiques (AD et BC) représente le fonctionnement. Les courbes délimitent différentes aires qui correspondent à la chaleur évacuée au condenseur (Q_1), à celle absorbée par l'évaporateur (Q_2), au travail absorbé par le compresseur, à celui récupéré dans le détendeur et à celui consommé par la machine. Un coefficient d'effet frigorifique ($T_2/(T_1-T_2)$) peut ensuite être calculé.

Cycle frigorifique réel

Le cycle frigorifique réel d'une machine peut différer du cycle théorique en fonction par exemple des dispositifs annexes dont l'installation est dotée (économiseurs pour diminuer la consommation d'énergie motrice, etc.).

Machines à compression utilisant l'ammoniac comme fluide frigorigène

La conception des machines frigorifiques utilisant de l'ammoniac ou des fluides halogénés est comparable. Les composants sont cependant réalisés en acier ordinaire ; le cuivre, ses alliages et le zinc étant attaqués par l'ammoniac. Compte tenu de ses caractéristiques intrinsèques et notamment de son incompatibilité avec les métaux cuivreux mais également de la part de marché qu'il représente à ce jour, le matériel adapté à l'ammoniac est très spécifique et moins diffusé que son homologue de type "fluides halogénés" [11].

---

[11] Stage d'été SAVE - Club M3E (Association Française du Froid /A.F.F. G. VRINAT - 1994).

Enfin, le recours intensif aux fluides halogénés dans tous les domaines d'utilisation du froid a permis d'une part, le développement de techniques plus élaborées que celles imposées par l'ammoniac et d'autre part, des pratiques d'installations plus simples. A la limite, les pratiques, obligatoirement plus rigoureuses utilisées pour les circuits à l'ammoniac ne sont parfois pas ou peu connues des installateurs [12].

Substance naturelle, l'ammoniac est également synthétisé en grande quantité par l'industrie chimique. Comme fluide frigorigène, il présente certains avantages et notamment :

- de bonnes propriétés thermodynamiques (transfert de chaleur/masse) permettant d'obtenir des machines avec l'un des meilleurs coefficients de performance existants. La masse rapportée à la puissance installée est de l'ordre de 5,5 kg d'NH_3/kW [13],
- une température critique plus élevée,
- une enthalpie de vaporisation très élevée, rendant son utilisation possible pour produire des températures aussi basses que - 60 °C,
- une neutralité chimique vis-à-vis des constituants du système frigorique, hors du cuivre et de ses alliages ainsi qu'une insensibilité à la présence d'air humide ou d'eau,
- une meilleure stabilité vis-à-vis de l'huile,
- une détection facile en cas de fuite même minime (détection olfactive 5 ppm, etc.),
- une absence d'effet sur l'ozone atmosphérique ou de contribution à l'effet de serre,
- le prix d'achat le plus bas de tous les frigorigènes (5 à 8 fois moins cher au kg, 11 à 17 fois en prenant en compte la réduction de la taille des installations),
- un coût de pompage réduit pour les sytèmes noyés et des dimensions plus réduites des tuyauteries pour une même puissance frigorifique,

  Par rapport aux autres frigorigènes et à rendement énergétique égal, un débit massique plus faible (proportionnel à la masse molaire du fluide), des vitesses de piston de 2,5 à 3,2 fois plus importantes [14] (inversement proportionnelles à la racine carrée de cette masse), ainsi qu'un transfert de chaleur plus important au niveau des étages d'évaporation/condensation (lié à la légèreté de l'ammoniac) et enfin une meilleure conductivité thermique enfin (point 1

[12] La sécurité et l'ammoniac (Revue Générale du Froid n° 74 / G. VRINAT - Juin 1990).

[13] Guide d'étude des risques technologiques (AFF / Club Ammoniac - 1995).

[14] Cette caractéristique qui n'a pas encore été exploitée industriellement pourrait permettre de réduire sensiblement la taille et le coût des compresseurs.

ci-dessus), laissent présager des coûts de revient d'une installation moins importants [15].

Les restrictions liées à son emploi sont dues aux risques qu'il présente et en particulier :

- un caractère potentiel de gaz inflammable,
- la forte exothermicité de sa dissolution dans l'eau,
- sa toxicité à faible concentration dans l'air (25 ppm),
- les pressions assez élevées qu'il requiert nécessitant des épaisseurs d'acier supérieures à celles des composants utilisés avec les frigorigènes halogénés.

Le risque d'inflammation et la toxicité de l'ammoniac sont abordés de manière plus approfondie dans les paragraphes suivants.

Mise en oeuvre de l'ammoniac [11]

Elle se distingue de la mise en oeuvre des fluides halogénés sur les points suivants :

- la conception des circuits frigorifiques est plus simple (comportement général unique de l'ammoniac). L'utilisation de chacun des fluides halogénés et de leurs mélanges azéotropiques demande une connaissance spécifique complète du frigorigène liée aux problèmes des huiles de lubrification (miscibilité nulle, totale ou partielle), aux propriétés de transport, aux coefficients d'échanges thermiques, etc... ,

  De même dans cette conception, le dimensionnement des tuyauteries de retour ne pose aucune difficulté pour résoudre les problèmes de retour d'huile. Seuls les retours de liquide au compresseur doivent être évités.
- la mise en oeuvre d'un système à l'ammoniac peut être plus compliquée. Celle-ci fait en effet appel à un ensemble de composants différents et souvent plus difficiles à approvisionner que ceux utilisés pour les fluides halogénés,
- les soudeurs doivent disposer d'une compétence particulière liée à la technologie des tuyauteries en acier et à leur assemblage (agrément de l'Institut de Soudure suivant la norme NF A 88-110, etc.),
- les circuits réalisés doivent être parfaitement étanches. Cette rigueur est moins nécessaire pour la préparation finale du circuit. Il n'est ainsi pas nécessaire, compte tenu de la solubilité de l'ammoniac dans l'eau, de procéder à une mise sous un vide poussé des circuits avant leur remplissage,
- pour un même volume interne de circuit et à taux de remplissage identique, la masse d'ammoniac est 2 fois plus faible que celle des fluides halogénés,

---

[15] L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

- les installations doivent être surveillées en permanence par des systèmes d'alarme (explosimètres). Lors d'une fuite et pour un seuil donné, ces derniers doivent permettre la mise en service d'un système d'extraction d'air de la salle des machines et avertir le personnel d'exploitation. A un 2ème seuil, doivent correspondre une alarme générale et la mise hors tension des circuits électriques en salle des machines [16].

Utilisation du froid et typologie des installations

Il existerait dans le monde près de 300 000 installations à compression d'ammoniac [17] hors réfrigérateurs domestiques et installations industrielles de récupération de chaleur perdue. Issues d'une technologie bien maîtrisée, l'ammoniac est utilisé depuis plus d'un siècle comme frigorigène, ces machines couvrent presque l'ensemble des besoins industriels ou domestiques de moyenne ou de très grande puissance frigorifique (égale ou supérieure à 100 kW en froid).

Données relatives aux industries d'entreposage en France [18/19]

Type d'entrepôt	Nombre	Capacité (m^3)
Entrepôts frigorifiques publics	293	5 604 193
Entrepôts frigorifiques privés	4 984	9 456 470
Stations fruitières	909	5 448 799
TOTAL	6 186(*)	20 509 462

(*) La profession indique que 400 entreprises de congélation représentant 28 500 t/j de congélation sont associées avec certains de ces entrepôts ou chambres frigorifiques. Plus efficace pour les températures basses (surgélation), l'ammoniac est utilisé sur 36 % des sites mais représente 55 % de la puissance installée (réunion S.E.I. / Profession du 27 juillet 1993).

---

16 Détection de mélanges air/ammoniac à faible concentration / Recommandations (I.N.R.S. - 1992).

17 12 technologies pour l'avenir de l'environnement
(Ministère de l'Industrie et du Commerce Extérieur/ SRI International - 1992).

18 L'entreposage frigorifique français en chiffres - F. BILLARD et G. PIERSON
(Revue Générale du Froid n° 50 - Octobre 1992).

19 Stage d'été SAVE - Club M3E (Association Française du Froid /A.F.F. G. VRINAT - 1994).

Données relatives aux quantités de fluides frigorigènes utilisés

L'ensemble des industries françaises en rapport avec le froid représenterait un stock de fluides frigorigènes d'environ 33 000 t[20] ; 27,5 % de cette capacité seraient utilisés dans les industries liées à l'alimentation humaine, soit près de 9 100 t constituées de C.F.C. (R12, R502), de H.C.F.C. (R22 principalement) et d'ammoniac.

Type d'activité	Source	CFC (t)	HCFC (t)	NH3 (t)	Total (t)
Entrepôts frigorifiques publics	USNEF	60	400	540	1 000
Entrepôts frigorifiques privés	Estimation	102	700	900	1 702
Stations fruitières	Estimation	60	400	500	960
Crèmes glacées et glaces	FICUR	27	40	115	182
Fabriques de surgelés	FICUR	11	70	210	291
Produits laitiers frais	EDF	-	560	840	1 400
Boissons	EDF	15	25	170	210
Traitements viandes	EDF	-	1 000	980	1 980
Traitements légumes	EDF	-	240	720	960
Boulangerie	EDF	-	150	90	240
Travail du grain	EDF	100	10	75	185
Total général (t)		375	3 595	5 140	9 110
Pourcentages		4	39,5	56,5	100

Le tableau précédent montre que les C.F.C. sont très peu utilisés dans les industries agroalimentaires, que les H.C.F.C. présentent une part importante, à remplacer dans un avenir relativement proche, et que l'ammoniac est déjà le frigorigène le plus utilisé. Une étude hollandaise[21] arrive à des résultats comparables. L'Institut International du Froid indique également que l'ammoniac représente 59 % des frigorigènes (31 % pour les H.C.F.C. avec le R22, 1 % pour les C.F.C. avec le R12 et 9 % avec le R502).

Sur 176 patinoires en France, 91 sont à détente directe et 85 utilisent un fluide frigoporteur (eau glycolée ou saumure). Le C.F.C. 12 est le fluide le plus utilisé (400 t), le H.C.F.C. 12 représente 88 t et l'ammoniac 43 t. Enfin dans les ports français, 170 000 t de glace hydrique sont fabriquées chaque année sous forme d'écailles par détente directe d'ammoniac. Cette activité représente 14 t d'ammoniac pour l'ensemble du secteur.

---

[20] Revue des applications électriques dans le résidentiel et le tertiaire n° 35 - Octobre 1993.

[21] Ammonia as refrigerant. Applications and risks - R. J. M. VAN GERWEN (IIF B2 Hannovre - Mai 1994).

Les installations peuvent être classées selon différents critères tels que température d'évaporation, système de distribution de l'ammoniac, mode de condensation, nombre d'étages de compression et bien entendu selon les différentes applications [22]. Cette classification ultime est volontairement présentée en dernier à l'aide de 7 schémas différents.

Classement suivant les températures d'évaporation

Systèmes	Températures (°C)	Applications
T1 - Basse température	- 40 à - 45	Surgélation
T2 - Moyenne température	- 25 à - 30	Stockages surgelés
T3 - Haute température	-10 à 0	Réfrigération
T4 - Très haute température	$T_0 > 10$, $T_k < 70$	P.A.C. haute température

Classement suivant le système de distribution des fluides

D1 - Détendeur thermostatique ou électrique : système peu utilisé dans l'industrie, mais pouvant avoir des applications en groupe de refroidissement de liquide, P.A.C. et installations commerciales ou petits industriels (abattoirs).

D2 - Par gravité : à partir de bouteilles BP alimentées par détendeur à flotteur, le débit circulant peut être de 6 à 8 fois le débit vaporisé, la pression est sensiblement la même que la pression d'évaporation, les tuyauteries de liaison ont des diamètres équivalents. Toutes les applications qui suivent sont généralement confinées dans des bâtiments.

- De nombreuses chambres froides de petites et moyennes dimensions renferment des évaporateurs à ailettes alimentés par gravité par des bouteilles individuelles (chambres à fruits, abattoirs).
- Evaporateurs de tunnels de réfrigération ou de congélation alimentés par bouteilles individuelles (tunnels à yaourts, lits fluidisés, etc.).
- Evaporateurs immergés dans des bacs à eau glacée ou saumure alimentés par bouteille de surchauffe (laiteries, fabriques de glace, etc.).
- Evaporateurs multitubulaires alimentés par détendeur à flotteur (refroidisseurs d'eau ou d'eau glycolée pour brasseries, etc.).

---

[22] Guide d'étude des risques technologiques (AFF / Club Ammoniac - 1995).

D3 - Par pompe basse pression : à partir d'une bouteille alimentaire dont le liquide est détendu par un détendeur à flotteur HP ou BP, le débit de liquide de la pompe est de 4 à 10 fois le débit vaporisé et la pression de refoulement est de 3 à 4 b supérieure à la pression d'aspiration. Les tuyauteries de liaison peuvent être longues, de diamètres importants, et sont confinées dans les bâtiments. Certaines sections peuvent circuler à l'air libre sur un portique. Les applications sont de plus en plus nombreuses (tunnels de réfrigération ou de congélation, armoires à plaques de congélation, grandes chambres froides).

Classement suivant le mode de condensation

C1 - Par voie aérienne :

- Condenseur à air : il est installé à l'extérieur sauf dans le cas des P.A.C., le condenseur et le sous refroidisseur sont alors intégrés dans le procédé.
- Evapo-condenseur (extérieur) : le réservoir se situe généralement en sortie de liquide.

C2 - Par eau :

- Condenseur multitubulaire horizontal (à l'extérieur ou à l'intérieur).
- Condensateur vertical à ruissellement (extérieur).

Classement suivant le nombre d'étages de compression

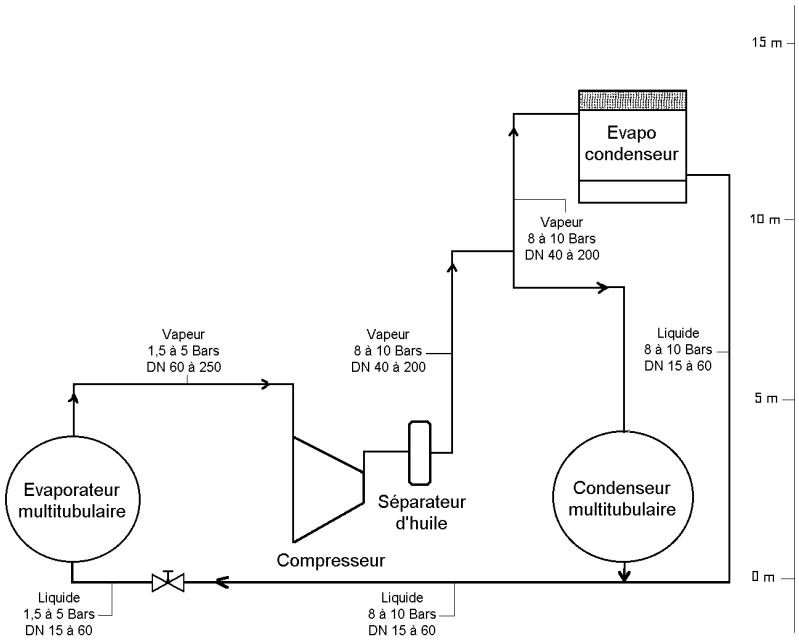
E1 - Groupes à un seul étage : écart de température (T_k - T_0) inférieur à 50°K.

E2 - Groupes à 2 étages : écart de température (T_k - T_0) supérieur à 50°K.

Classement par type d'installation (8 applications principales)

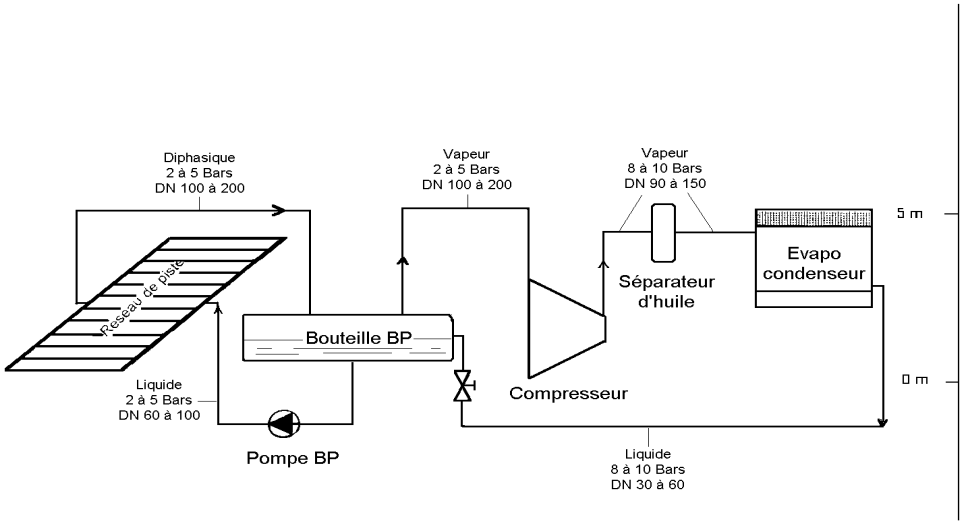
Les schémas ci-dessous permettent de visualiser le lieu habituel des installations, la nature et la disposition la plus fréquente des principaux équipements, les fourchettes de dimension des tuyauteries et le ou les risques possibles.

A1 - Groupe refroidisseur de liquides



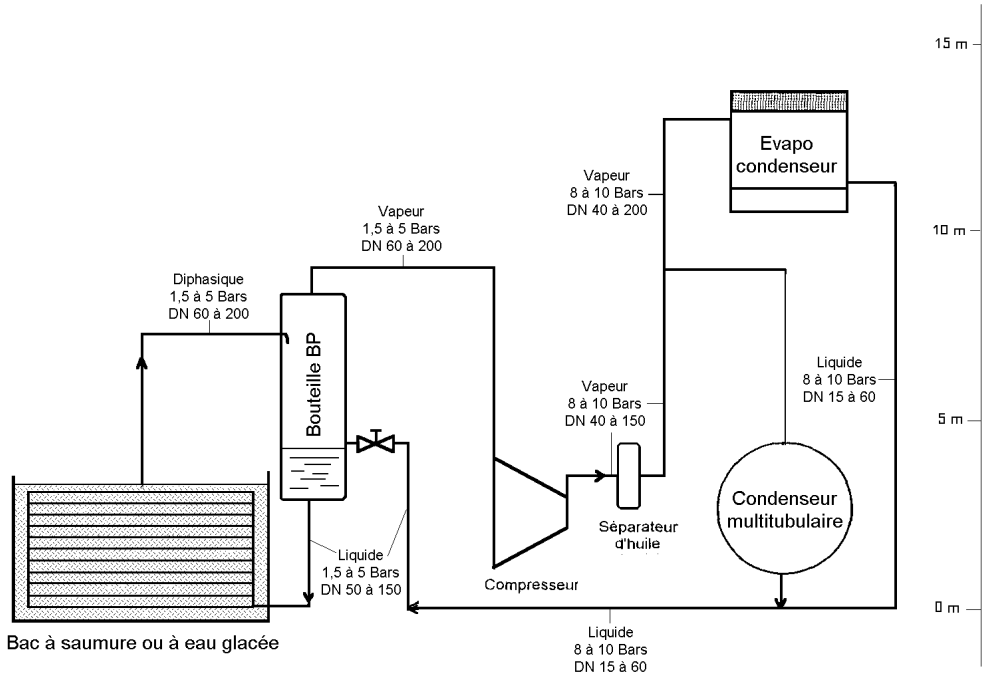
Ce type d'installation est très largement utilisé dans toutes les industries agro-alimentaires et dans le secteur de la climatisation.

A2 - Piste de patinoire



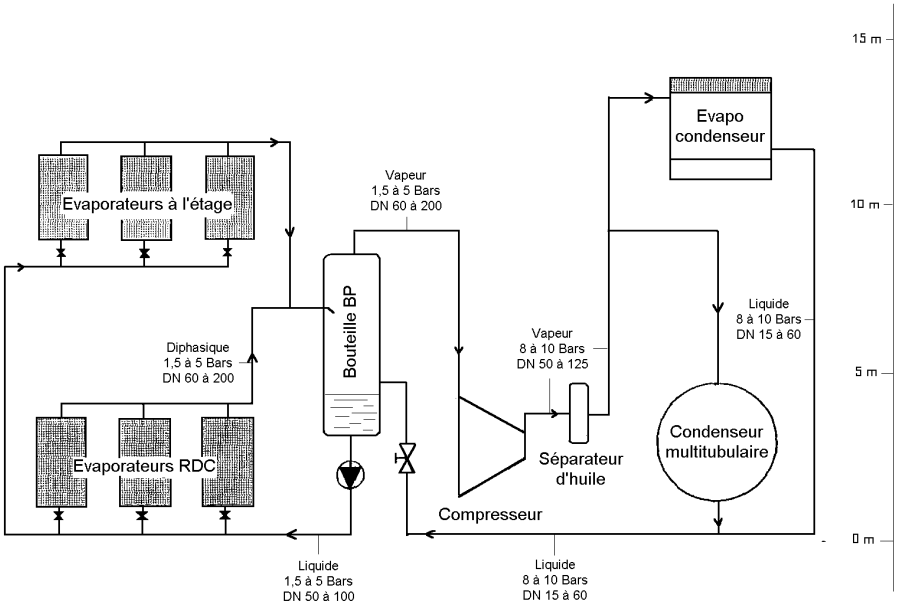
Ces installations font partie des rares installations où se côtoient l'ammoniac et le public. Le réseau de tuyauteries entretenant la piste de glace est noyé dans une dalle en béton et peut atteindre plusieurs dizaines de km de longueur.

A3 - Bacs à glace et eau glacée

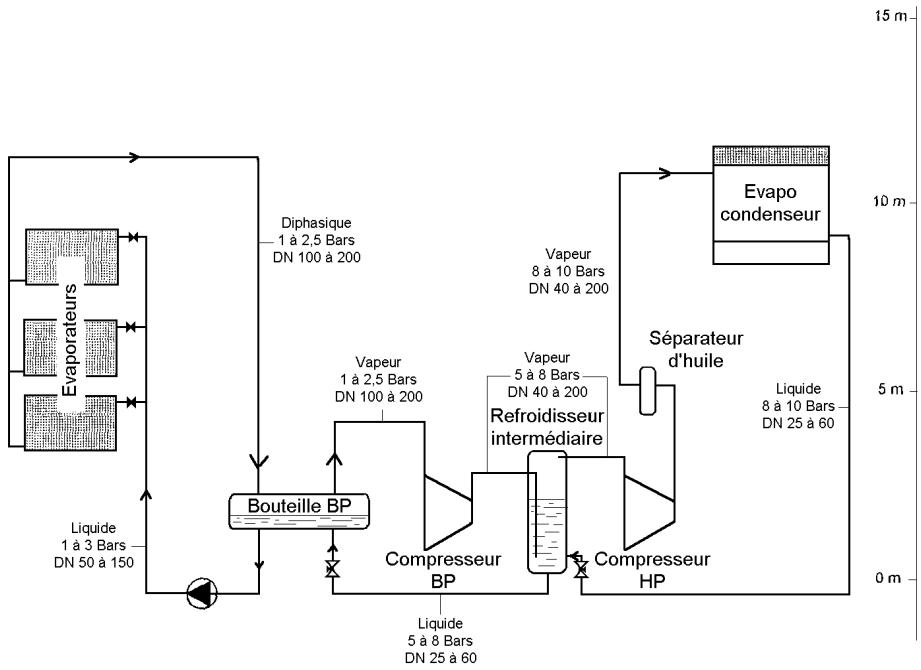


Ce type d'installation est utilisé dans les laiteries et en climatisation. La saumure ou l'eau glacée constituent un dispositif de refroidissement indirect.

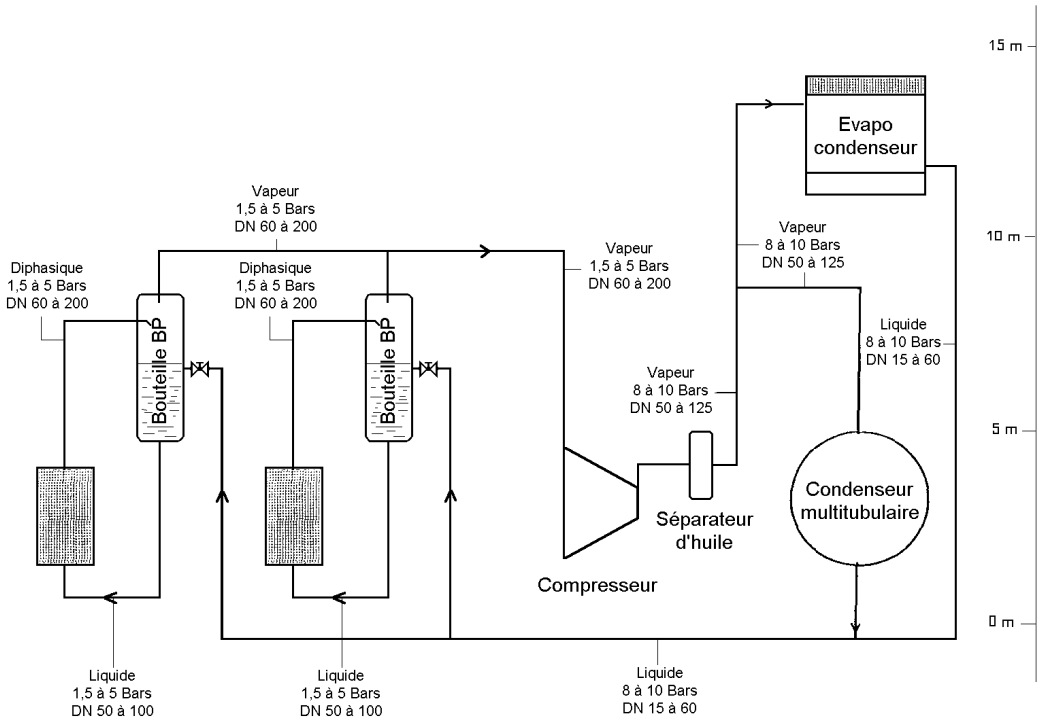
A4 - Chambres et tunnels de congélation



A5 - Chambres à surgelés

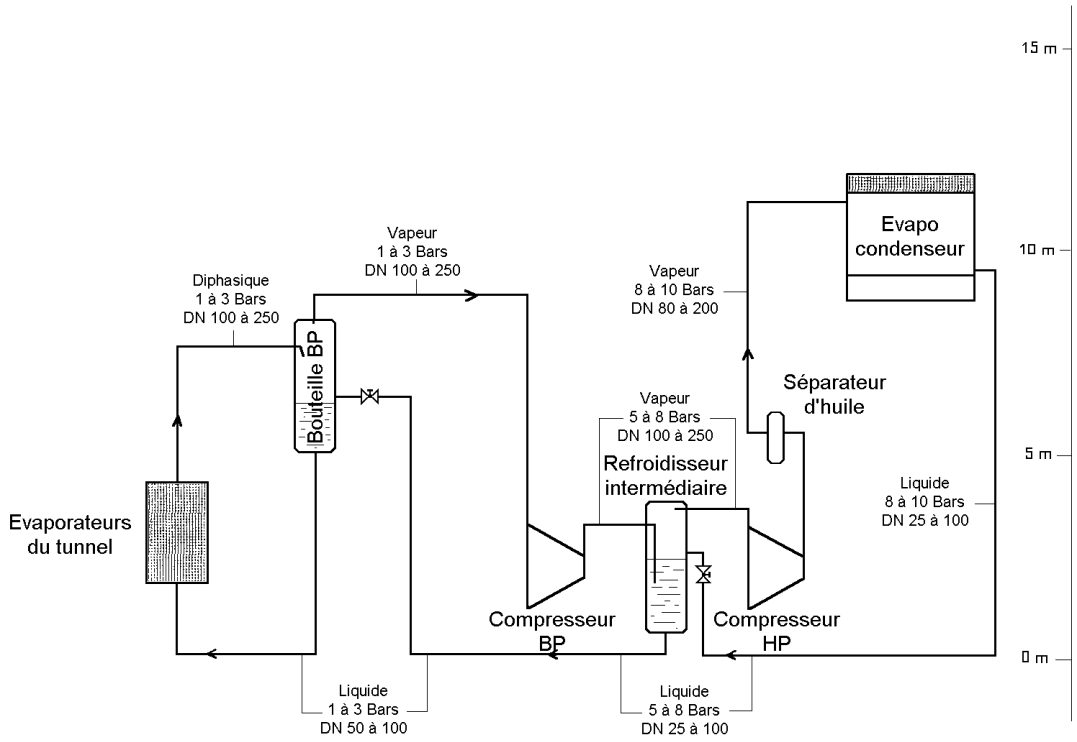


A6 - Chambres de réfrigération



Ces installations sont utilisées dans toutes les industries agro-alimentaires.

A7 - Tunnels de congélation



Ces installations sont utilisées dans toutes les industries agro-alimentaires.

Un 8ème groupe "A8" constitué par les pompes à chaleur air / air à hautes températures n'est pas schématisé ici.

Le tableau de synthèse suivant reprend toutes les installations visées ci-dessus en y associant les différents critères de classement présentés.

Application	Evaporation	Distribution	Condensation	Etages
A1	T2 ou T3	D2	C1 ou C2	1 ou 2
A2	T3	D3	C1	1
A3	T3	D2	C1 ou C2	1
A4	T3	D2 ou D3	C1	1
A5	T2	D3	C1	2
A6	T3	D2 ou D3	C1	1
A7	T1	D2 ou D3	C1	2
A8	T4	D1	C2	1 ou 2

Situation administrative

L'article 1er de la loi du 19 juillet 1976 soumet au régime de l'autorisation ou de la déclaration les activités et les installations susceptibles de porter atteinte à la sécurité ou à la salubrité publique. Celles qui sont concernées relèvent de différentes rubriques rassemblées dans la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les installations de réfrigération (ou de compression) fonctionnant à des pressions manométriques supérieures à 1 bar sont ainsi concernées, notamment si elles compriment ou utilisent un fluide inflammable ou toxique comme l'ammoniac liquéfié.

Jusqu'au mois de juillet 1992, les installations pouvaient ainsi relever de :

- l'autorisation, pour une puissance absorbée supérieure à 300 kw (361.A.1°),
- la déclaration, pour une puissance absorbée inférieure ou égale à 300 kw (361.A.2°).

La rubrique 361 est essentiellement motivée par la nuisance sonore éventuellement liée au fonctionnement des principaux équipements des installations (ventilateurs, compresseurs, etc.) et non par les risques liés à la toxicité et à l'inflammabilité de l'ammoniac. Sur certaines installations, ce dernier peut cependant être présent en quantité importante, dont une partie dans un réservoir tampon (confiné ou non) de plusieurs m^3 de capacité.

Ce réservoir peut être considéré comme un dépôt d'ammoniac liquéfié, éventuellement associé à l'unité de production de froid, et être visé à ce titre par la rubrique 50.

- sous le régime de l'autorisation, lorsque le dépôt est constitué de réservoirs (ou de récipients) de capacité unitaire :
  - supérieure à 10 t ou si la quantité totale d'ammoniac stockée dépasse 50 t (50.1°),
  - supérieure à 50 kg mais inférieure ou égale à 10 t, si la quantité totale d'ammoniac stockée est supérieure à 150 kg mais inférieure ou égale à 50 t (50.2°),
  - inférieure ou égale à 50 kg, si la quantité totale d'ammoniac stockée est supérieure à 5 t mais inférieure ou égale à 500 t (50.3°.a).
- sous le régime de la déclaration, lorsque le dépôt est constitué de réservoirs ou de récipients de capacité unitaire inférieure ou égale à 50 kg, si la quantité totale d'ammoniac stockée est supérieure à 150 kg mais inférieure ou égale à 5 t (50.3°.b).

Avec cette interprétation de la nomenclature, la plupart des installations de réfrigération soumises à déclaration au titre de la rubrique 361 auraient dû bénéficier du régime de l'autorisation. Datées des 20 février et 2 avril 1976, deux notes du Service de l'Environnement Industriel précisent respectivement :

- que "tous les entrepôts frigorifiques équipés d'un stockage d'ammoniac liquéfié en réservoirs d'une capacité supérieure à 50 kg, la quantité stockée étant supérieure à 150 kg, relèvent de la 2ème classe de la nomenclature des installations classées, indépendamment des activités exercées conjointement",
- qu'il "convient de bien distinguer un éventuel dépôt d'ammoniac (en bouteilles par exemple) qui, de par sa taille, peut être classé en tant que tel, des réservoirs d'ammoniac existant dans le circuit d'ammoniac liquéfié de l'appareillage de réfrigération, qui font partie intégrante de cette installation classée en 3ème classe au titre de la rubrique 361, et ne sauraient être considérés comme un dépôt".

Le décret du 7 juillet 1992 modifie la nomenclature en supprimant l'activité n° 50 et en créant la rubrique n° 1136 "Emploi ou stockage de l'ammoniac". Toute ambiguïté est donc supprimée, l'emploi et le stockage d'ammoniac liquéfié relèvent maintenant :

- d'une autorisation avec servitude d'utilité publique, si la quantité totale d'ammoniac susceptible d'être présente dans l'installation est supérieure ou égale à 500 t (1136.1°),
- d'une autorisation, si la quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation est supérieure à 50 t, mais inférieure à 500 t (1136.2°) ou si l'ammoniac est stocké en capacité unitaire :
  - supérieure à 50 kg, si la quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation est supérieure à 150 kg, mais inférieure ou égale à 50 t (1136.3°),
  - inférieure ou égale à 50 kg, si la quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation est supérieure à 5 t, mais inférieure ou égale à 50 t (1136.4° a).
- d'une déclaration, si l'ammoniac est stocké en récipients de capacité unitaire inférieure ou égale à 50 kg et si la quantité totale susceptible d'être présente dans l'installation est supérieure à 150 kg, mais inférieure ou égale à 5 t (1136.4° b).

La rubrique 361 va enfin être remplacée par la rubrique 2920 "Installations de réfrigération ou compression fonctionnant à des pressions effectives supérieures à 10^5 Pa",

- comprimant ou utilisant des fluides inflammables ou toxiques, la puissance absorbée étant supérieure à 300 kW (autorisation) ou supérieure à 20 kW, mais inférieure ou égale à 300 kW (déclaration),
- dans tous les autres cas, la puissance absorbée étant supérieure à 500 kW (autorisation) ou supérieure à 50 kW, mais inférieure ou égale à 500 kW (déclaration).

Nuisances et risques liés au fonctionnement des installations

Une installation frigorifique, comme tout autre équipement technique, présente des risques spécifiques. Ces risques sont notamment liés aux produits utilisés dans les boucles de transfert pour piéger, transporter et évacuer les calories excédentaires.

De manière générale, le fluide d'échange peut être inflammable, toxique et susceptible d'affecter la couche d'ozone de la haute atmosphère ou de participer à "l'effet de serre".

Nuisances

Il peut être rappelé pour mémoire que les installations frigorifiques :

- fonctionnent généralement en circuit fermé et génèrent peu de nuisances en marche normale,
- disposent parfois d'un système de refroidissement avec condenseurs de type "condenseurs évaporatifs" pouvant engendrer plus ou moins de vapeur d'eau,
- ne produisent pas de déchet, hors huiles usagées éventuelles,
- disposent d'équipements potentiellement bruyants (compresseur, dispositifs de refroidissement annexes, etc.) et doivent être concues ou équipées pour limiter au maximum les nuisances sonores.

Risques potentiels

Les principales caractéristiques physiques et thermodynamiques de l'ammoniac utilisé comme fluide frigorigène et une fiche de toxicologie figurent en annexes[23].

Risque incendie / explosion

L'ammoniac est considéré comme un gaz relativement peu inflammable[24]. Ses limites d'inflammabilité dans l'air sont comprises entre 15 et 28 %. Une étude indique cependant que la L.I.E. peut être réduite de 4 % en présence pour un nuage composé d'huile (fuite simultanée de lubrifiant) et d'ammoniac en aérosol[25].

La température d'auto-inflammation de l'ammoniac est de 630°C. Sa dissociation en azote et en hydrogène débutant à 450 - 550°C, la combustion obtenue peut provenir de l'hydrogène formé.

Bien que très supérieure à celle de la plupart des hydrocarbures, son énergie minimale d'inflammation (680 mJ) est néanmoins inférieure à celle délivrée par l'étincelle d'un interrupteur (1 J).

---

[23] Annexes 3 et 4 : caractéristiques physiques et thermodynamiques de l'ammoniac / Fiche toxicologique.

[24] Fiche toxicologique n° 16 (I.N.R.S.)

[25] Colloque A.F.F. / Institut international de réfrigération de l'ammoniac (U.S.A.).

Le caractère inflammable et explosif de l'ammoniac, en milieu confiné en particulier est sujet à controverses. Une bibliographie réalisée en 1991 [26] précise que toutes les caractéristiques d'inflammabilité et d'explosivité publiées indiquent que l'ammoniac est un gaz combustible assez nettement moins réactif, vis-à-vis de l'air, que la plupart des autres gaz combustibles, le méthane en particulier. Ainsi, l'énergie d'inflammation d'un mélange air / ammoniac est plus grande, la flamme dans le mélange se propage plus difficilement et plus lentement, enfin la violence de l'explosion en récipient fermé est plus faible. L'étude réalisée cite quelques accidents à l'étranger dans lesquels une inflammation / explosion de l'ammoniac est suspectée. Une synthèse des accidents concernés figure en annexe [27].

En l'état actuel des connaissances et sans élément précis sur ces accidents (aucun cas connu n'est répertorié en France), ce risque n'est abordé que superficiellement dans cette étude. Il n'en sera pas de même, par contre, pour les incendies liés à l'environnement proche de l'installation (de nombreux cas sont connus en raison notamment des matériaux d'isolation employés), ces derniers pouvant être à l'origine d'un effet domino éventuel.

Risque toxique

A l'exception de l'air, rarement utilisé dans ces conditions, tous les fluides frigorigènes peuvent porter atteinte à l'homme dès l'instant où ils sont présents à une concentration suffisante dans l'air. Des accidents ayant entraîné la mort de personnes par anoxie sont connus même avec les C.F.C.. L'ammoniac est cependant l'un des fluides frigorigènes dont la toxicité constitue la caractéristique dominante. L'explosion le 24 mars 1992 d'une citerne de 22 t d'ammoniac à DAKAR (129 morts et plus de 1 100 blessés) nous rappelle que la toxicité de ce produit peut également se révéler avec un "effet retard" responsable de nombreux décès même plusieurs semaines après un accident.

Normalement confiné dans les récipients et les tuyauteries de l'installation de réfrigération, l'ammoniac peut cependant être émis à l'air libre lors d'une situation accidentelle, à la suite notamment :

- d'un fonctionnement normal des sécurités (soupapes, disques de rupture),
- d'une défaillance opératoire (purge mal contrôlée d'un circuit, etc.),

---

[26] Etude bibliographique - Caractéristiques d'inflammabilité et d'explosivité de l'ammoniac (INERIS / M. PINEAU/ Mme ABIVEN/ M. CHAINEAUX - Octobre 1991).

[27] Annexe 7 : liste des accidents connus depuis 1968 (France / Monde).

- par le biais d'une fuite limitée (joint, défaut d'étanchéité d'une vanne, corrosion, etc.),
- après rupture d'un équipement (explosion à la suite d'un incendie, choc ou défaillance mécanique, etc.).

L'ammoniac libéré peut alors former un nuage toxique dans l'atmosphère et entraîner éventuellement une pollution aqueuse si un écoulement d'eau permament est situé à proximité (collecteur des eaux usées / pluviales, etc.) ou à la suite d'une intervention in-adaptée (eau pulvérisée d'un rideau non collectée, etc.).

- Une fuite limitée correspond à une émission continue en phase liquide ou gazeuse et à débit constant ou presque. Sa durée est fonction des caractéristiques techniques de l'installation, de l'emplacement de la "brèche", des moyens et du temps d'intervention.
- La rupture libère instantanément une quantité importante où la totalité de l'ammoniac essentiellement sous la forme d'un flash initial (jusqu'à 20 % de la masse d'NH_3 libérée pour une température ambiante de 25 °C), suivi en général d'une émission secondaire correspondant à la vaporisation lente du produit liquide résiduel répandu.

ANALYSE D'ACCIDENTS

Cette étude concerne essentiellement les installations de réfrigération utilisant l'ammoniac comme fluide frigorigène. Cependant, pour mieux appréhender et relativiser les risques liés à ces installations, des informations quantifiées ont également été rassemblées sur de nombreux accidents, français ou étrangers, dans d'autres activités industrielles ou agricoles ainsi que dans le domaine du transport. Le traitement de ces données permet d'effectuer de nombreuses comparaisons à l'aide de quelques indicateurs généraux (répartition géographique, nature, origines et conséquences des accidents, etc.).

De même, bien que la nature et l'importance des dangers présentés soient notablement différentes, les cas étudiés mettent en jeu l'ammoniac liquide, gazeux ou ses solutions aqueuses. En effet, ces différentes phases peuvent être présentes pour une activité donnée ou lors d'un accident (état physique normal du produit, transfert des risques ou d'une pollution lors d'une intervention en situation normale ou accidentelle, etc.). Hors cas particuliers, liés notamment à la nature et aux conséquences de certains accidents, les solutions ammoniacales utilisées en tant qu'engrais liquides ne sont cependant pas prises en compte.

L'échantillon étudié se compose de :

- 91 accidents français en réfrigération (janvier 1980 à décembre 1994),
- 44 accidents étrangers en réfrigération (janvier 1958 à novembre 1992),
- 71 accidents français hors réfrigération (août 1968 à décembre 1994),
- 150 accidents étrangers hors réfrigération (juillet 1959 à mai 1994).

Cette première approche est ensuite complétée par une présentation détaillée de quelques accidents représentatifs et particulièrement significatifs en matière de retour d'expérience (origine de l'accident, enchaînement de circonstances, conséquences, etc.).

Nature et caractéristiques de l'échantillon étudié

Une étude bibliographique et l'interrogation de la base de données ARIA nous ont permis de recenser, de juillet 1959 à décembre 1994, 356 accidents mettant en cause l'ammoniac et/ou ses solutions aqueuses. L'échantillon constitué est très hétérogène en raison de la diversité des sources d'informations, de la nature et de l'importance des événements, ainsi que du niveau de détails plus ou moins élevé des renseignements rassemblés.

Le tableau suivant montre ainsi que 14 % à 32 % des accidents étudiés sont globalement insuffisamment renseignés (origine des fuites toxiques, libération éventuelle d'ammoniac lors d'un incendie ou à la suite d'une explosion, conséquences de l'accident, etc.).

Informations générales	France (162)					Etranger (194)				
	R[28] (91)		HR[29] (71)		TOT.	R (44)		HR (150)		TOT.
	Nb[30]	%	Nb	%	%	Nb	%	Nb	%	%
Accidents peu/non renseignés	28	**30,8**	10	**14,1**	23,5	12	**27,3**	52	**31,8**	33,0
Incendie/explosion (fuite NH_3 ?)	23	**25,3**	1	**1,4**	14,8	2	**4,6**	9	**6,0**	5,7
Origine de la fuite non précisée	13	**14,3**	8	**11,3**	13,0	15	**34,1**	39	**26,0**	27,8

Compte tenu des différents éléments évoqués ci-dessus, l'exploitation de cette population à des fins de comparaisons doit être effectuée avec prudence. Le terme "indicateurs globaux" est ainsi utilisé plutôt que celui de "statistiques". Pour essayer d'assurer un minimum de cohérence dans l'analyse qui est présentée ci-après, les accidents français et étrangers ainsi que les activités concernées sont de même systématiquement distingués.

Les accidents étudiés sont en conséquence répartis selon les 4 critères suivants :

- **français / étrangers / liés** ou **non liés** à une installation de réfrigération.

Une présentation résumée des accidents connus dans le domaine de la réfrigération est jointe à la fin du présent document[31].

---

[28] Installations de réfrigération

[29] Autres installations (hors réfrigération).

[30] Nombre d'accidents connus.

[31] Annexe 7 : liste des accidents en réfrigération connus depuis 1958 (France / Monde).

Enjeux et chiffres clés

Sur l'ensemble des accidents étudiés, 54,5 % se sont produits à l'étranger et 45,5 % en France. Les installations de réfrigération représentent quant à elles respectivement 56,2 % des accidents en France et 22,7 % à l'étranger.

Les tableaux qui suivent présentent une répartition des activités concernées, de la typologie des accidents ainsi que de leurs origines et de leurs conséquences (un accident peut parfois correspondre à plusieurs items).

Répartition annuelle

Dans cette répartition des accidents étudiés et des conséquences humaines, les victimes parmi les employés, les sauveteurs ou le public ne sont pas distinguées.

Années	France (162 cas)								Etranger (194 cas)							
	R (91 cas)				HR (71 cas)				R (44 cas)				HR (150 cas)			
	A	M	B	E/C	A	M	B	E/C	A	M	B	E/C	A	M	B	E/C
< 1980	-	-	-	-	3	6	>27	?	16	14	270	-	64	98	1800	>22300
1980/86	13	-	1	-	11	2	16	?	9	14	166	>4100	48	30	>1400	>27000
1987	3	-	1	-	3	-	-	?	3	12	50	200000	6	10	72	21000
1988	5	1	2	30	10	-	54	-	3	-	-	-	8	2	26	>1220
1989	7	-	-	>28	9	-	3	>900	5	1	1700	9100	12	11	680	>52400
1990	12	-	7	>600	9	-	12	?	-	-	-	-	4	3	>400	>7000
1991	8	-	5	>35	4	-	1	22	2	-	6	-	4	17	150	>500
1992	12	-	7	?	5	-	4	700	6	1	9	?	2	129	1150	-
1993	10	-	42	?	8	-	19	-	-	-	-	-	1	-	9	-
1994	21	-	122	>500	9	2	4	>20	-	-	-	-	1	-	?	-
TOTAL	91	1	187	>1200	71	10	>140	>1700	44	42	>2200	>210000	150	300	>5600	>131000

A : nombre d'accidents **M :** nombre de morts **B :** nombre de blessés / intoxiqués
E/C : nombre de personnes évacuées / confinées

Les accidents étrangers ont généralement des conséquences plus importantes (victimes, etc.) et sont le plus souvent connus pour avoir fait l'objet d'une large information internationale (notification, presse, etc.).

Sur la population étudiée, les installations de réfrigération sont annuellement responsables, en France, de 50 à 70 % des accidents connus et mettant potentiellement en cause l'ammoniac ou ses solutions aqueuses. De nombreux autres cas ne sont sans doute pas déclarés, notamment sur les petites installations. Un seul accident a entraîné le décès d'une personne alors que 10 victimes sont à déplorer pour les activités hors réfrigération. Cette proportion (# 1/10) est sensiblement plus faible que celle calculée à partir des accidents étrangers (1/2).

Les ratios nombre de décès / nombre des accidents sont en effet les suivants :

Pays	En réfrigération	Hors réfrigération
France	0,01	0,14
Etranger	0,95	2,00

Les blessés sont le plus généralement des employés ou des secouristes, rarement le public, incommodés ou plus ou moins intoxiqués par le nuage d'ammoniac.

En France, le confinement ou l'évacuation se limite le plus souvent aux employés du site accidenté.

Répartition mensuelle et selon les jours de la semaine des accidents français

Les deux tableaux suivants donnent une répartition des accidents français en réfrigération selon les mois de l'année et selon les jours de la semaine. Les accidents étrangers trop hétérogènes dans l'espace et dans le temps ne sont pas traités.

Mois	R (91 cas)		HR (71 cas)	
	Nb	%	Nb	%
Janvier	5	5,5	1	1,4
Février	2	2,2	5	7,0
Mars	7	7,7	8	11,3
Avril	3	3,3	5	7,0
Mai	3	3,3	6	8,5
Juin	11	12,1	11	15,5
Juillet	6	6,6	2	2,8
Août	17	18,7	5	7,0
Septembre	13	14,3	7	9,9
Octobre	12	13,2	10	14,1
Novembre	7	7,7	3	4,2
Décembre	5	5,5	8	11,3

Jour	R (91 cas)		HR (71 cas)	
	Nb	%	Nb	%
Lundi	15	16,5	9	12,5
Mardi	11	12,1	8	11,1
Mercredi	12	13,2	8	11,1
Jeudi	19	20,9	17	23,6
Vendredi	18	19,8	13	18,1
Samedi	10	11,0	11	15,3
Dimanche	6	6,6	5	6,9

Les accidents sont généralement plus nombreux en juin et durant les mois d'août, de septembre et d'octobre. Les informations disponibles en précisent rarement les circonstances exactes, mais les périodes observées correspondent à des périodes de congés annuels (effectif plus faible dans les entreprises), aux arrêts techniques saisonniers (arrêts/redémarrages des installations) et à des chantiers extérieurs importants (remise en état de sites abandonnés, etc...). Une utilisation intensive des équipements liée aux fortes chaleurs estivales peut aussi être envisagée pour les installations de réfrigération.

Dans l'échantillon étudié, les accidents en/hors réfrigération se produisent le plus souvent le jeudi et le vendredi. En réfrigération, le début de semaine constitue également une période sensible à la différence des autres activités où de nombreux cas sont relevés le samedi (production à feu continu, etc...).

Répartition régionale

Le tableau suivant donne une répartition régionale (France) des accidents étudiés.

Régions	Réfrig. (91)		Hors réfrig. (71)		Total (162 cas)	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Alsace	5	5,5	3	4,2	8	4,9
Aquitaine	8	8,8	8	11,3	16	9,9
Auvergne	4	4,4	-	-	4	2,5
Basse Normandie	6	6,6	1	1,4	7	4,3
Bourgogne	3	3,3	5	7,0	8	4,9
Bretagne	16	17,6	3	4,2	19	11,7
Centre	-	-	3	4,2	3	1,9
Champagne Ardenne	4	4,4	4	5,6	8	4,9
Franche Comté	1	1,1	1	1,4	2	1,2
Haute Normandie	1	1,1	5	7,0	6	3,7
Ile de France	1	1,1	3	4,2	4	2,5
Languedoc Roussillon	2	2,2	-	-	2	1,2
Lorraine	10	11,0	3	4,2	13	8,0
Midi Pyrénées	-	-	1	1,4	1	0,6
Nord Pas de Calais	3	3,3	14	19,7	17	10,5
Pays de la Loire	8	8,8	2	2,8	10	6,2
Picardie	4	4,4	2	2,8	6	3,7
Poitou Charentes	1	1,1	-	-	1	0,6
Provence Alpes Côte d'Azur	3	3,3	3	4,2	6	3,7
Rhône Alpes	11	12,1	10	14,1	21	13,0

Cinq régions (Aquitaine, Bretagne, Lorraine, Nord-Pas-de-Calais et Rhône-Alpes) avec chacune entre 8 et 13 % des accidents concentrent 53 % des cas répertoriés.

Si pour les régions Aquitaine et Rhône-Alpes, la répartition entre les activités liées à la réfrigération et les autres activités est équilibrée (# 50 %), on peut cependant noter que :

- la Bretagne et son importante activité agro-alimentaire (élevage, abattoirs, etc.) représente 18 % des accidents en réfrigération (4 % pour les autres installations),
- le Nord-Pas-de-Calais avec son industrie lourde liée notamment aux dérivés de l'ammoniac (engrais, etc.) représente 20 % des accidents hors installations de réfrigération (3 % pour les installations de réfrigération),
- certaines régions sont enfin surtout concernées par des accidents liés à l'usage agricole de l'ammoniac pour l'amendement des sols (Champagne-Ardennes, etc.).

Ces régions sont également en tête pour la capacité globale de leur entreposage de denrées périssables, la Bretagne avec 2 357 107 m^3 (région de production), Rhône-Alpes avec 1 430 940 m^3 et le Nord avec 1 272 401 m^3 (régions de consommation). Ce constat peut aussi être fait pour les Pays-de-la-Loire (1 211 100 m^3) ou l'Aquitaine (701 742 m^3) qui disposent par ailleurs d'un volume important de stations fruitières. L'Ile-de-France avec 1 684 735 m^3 ne se distingue pas par contre au niveau des accidents[32].

Répartition par activités

Le manque d'homogénéité des informations rassemblées doit à nouveau être signalé, notamment en ce qui concerne les accidents étrangers. En effet, les banques de données ne mentionnent généralement que les événements les plus importants ; la nature même de l'accident, son origine et l'activité en cause ne sont pas toujours indiquées. L'échantillon étudié ne comporte par ailleurs qu'un nombre limité d'accidents (356 cas).

En ce qui concerne les activités et sur 745 incidents dus à l'ammoniac entre 1977 et 1979, le "California Departement of Industrial Relation, Division of Labor statistics on Research" donne la répartition suivante[33] :

• usines	28,2 %	• agriculture	11,1 %	• transports	3,5 %
• divers	18,5 %	• services	11,1 %	• construction	2,8 %
• détaillants	16,0 %	• grossistes	8,6 %	• extraction minière	0,1 %

[32] L'entreposage frigorifique français en chiffres
(Revue Générale du Froid / F. BILLIARD & G. PIERSON - Octobre 1992).

[33] Eléments de sûreté chimique et de désastrologie (C.E.A. / D.A.S. - M. ANDURAND - Décembre 1989).

Pour sa part, l'"U.S. Departement of Transport" signale 585 incidents survenus lors de transports et ayant entraîné des émissions d'ammoniac entre 1971 et mai 1980[32] :

- Voie ferrée 73,7 %
- Divers 2,2 %
- Air 0,3 %
- Route 23,6 %
- Eau 0,2 %

Compte tenu des réserves émises ci-dessus, les tableaux figurant dans les 2 pages suivantes donnent, pour l'ensemble de l'échantillon étudié, une répartition approximative des accidents par activités classées selon le code N.A.F.. Pour information, une répartition du nombre d'établissements par activités et par nombre de salariés, en France et pour les principales activités concernées est jointe en annexe[34].

a) Installations frigorifiques

Activité (135 cas étudiés)	France (91 cas)		Etranger (44 cas)	
	Nb	%	Nb	%
01 - Agriculture, chasse & services annexes	**5**	**5,5**	-	-
dont 01.1 - Culture	1	1,1	-	-
01.3 - Culture & élevage associés	1	1,1	-	-
01.4 - Services annexes à l'agriculture (coopératives)	3	3,3	-	-
05 - Pêche, aquaculture	**1**	**1,1**	**4**	**9,1**
15 - Industries alimentaires	**58**	**63,8**	**24**	**54,7**
dont 15.1 - Industrie des viandes	28	30,8	2	4,6
15.2 - Industrie du poisson	-	-	1	2,3
15.3 - Industrie des fruits et légumes	5	5,5	-	-
15.5 - Industrie laitière	13	14,3	7	15,9
15.7 - Fabrication d'aliments pour animaux	1	1,1	-	-
15.8 - Autres industries alimentaires	8	8,8	9	20,5
15.9 - Industries des boissons	3	3,3	3	6,8
**.* - Indéterminée	-	-	2	4,6
24 - Industrie chimique	**4**	**4,4**	**3**	**6,8**
dont 24.1 - Industrie chimique de base	4	4,4	3	6,8
25 - Industrie du caoutchouc et des plastiques	**2**	**2,2**	-	-
dont 25.2 - Transformation des matières plastiques	2	2,2	-	-
29 - Fabrication de machines et équipements	**1**	**1,1**	-	-
dont 29.2 - Fabrication de machines d'usage général	1	1,1	-	-
50 - Commerce et réparation automobile	**1**	**1,1**	-	-
dont 50.2 - Entretien & réparation de véhicules automobiles	1	1,1	-	-
51 - Commerce de gros & intermédiaires	**5**	**5,5**	-	-
dont 51.1 - Intermédiaires du commerce de gros	1	1,1	-	-
51.3 - Commerce de gros de produits alimentaires	4	4,4	-	-
63 - Services auxiliaires des transports	**10**	**11,0**	**9**	**20,5**
dont 63.1 - Manutention et entreposage	10	11,0	9	20,5
92 - Activ. récréatives, culturelles & sportives	**4**	**4,4**	-	-
dont 92.6 - Activités liées au sport (patinoires)	4	4,4	-	-
YY - Activité indéterminée	**-**	**-**	**4**	**9,1**

Bien que les activités ne soient pas déterminées pour 9 % des accidents étrangers, une répartition par branche sectorielle des cas étudiés conduit à des résultats du même ordre de grandeur en France ou à l'étranger.

---

[34] Annexe 5 : nombre d'établissements en France pour les principales activités concernées (extrait I.N.S.E.E. - 1992).

Les installations frigorifiques directement liées aux activités agroalimentaires et au stockage des denrées (codes N.A.F. 01, 15, 51 et 63) sont responsables de 86 % des accidents en France (75 % à l'étranger).

De nombreux accidents se produisent dans des unités de production de taille réduite (abattoirs, salaisons, etc.). Hors coopératives agricoles, les "activités de fabrication" (lait et viande notamment) et leurs stockages associés représentent 64 % des accidents en France (55 % à l'étranger). L'entreposage industriel (codes N.A.F. 51 et 63) arrive en 2ème position avec 17 % des cas en France (21 % à l'étranger).

b) Activités diverses (hors installations frigorifiques)

Activité (221 cas étudiés)	France (71 cas)		Etranger (150 cas)	
	Nb cas	%	Nb cas	%
01 - Agriculture, chasse & services annexes	**14**	**19,7**	-	-
dont 01.1 - Culture	4	5,6	-	-
01.3 - Culture & élevage associés	8	11,3	-	-
01.4 - Services annexes à l'agriculture (coopératives)	2	2,8	-	-
05 - Pêche, aquaculture	**1**	**1,4**	**-**	**-**
14 - Autres industries extractives	**1**	**1,4**	**-**	**-**
dont 14.2 - Extraction de sables et d'argiles	1	1,4	-	-
15 - Industries alimentaires	**-**	**-**	**1**	**0,7**
dont 15.4 - Industrie des corps gras	-	-	1	0,7
21 - Industrie du papier carton	**1**	**1,4**	**-**	**-**
24 - Industrie chimique	**24**	**33,8**	**59**	**39,4**
dont 24.1 - Industrie chimique de base	19	26,8	55	36,7
24.4 - Industrie pharmaceutique	3	4,2	1	0,7
24.6 - Fabrication d'autres produits chimiques	1	1,4	1	0,7
24.7 - Fabrication de fibres artificielles / synthétiques	1	1,4	-	-
**.* - Indéterminée	-	-	2	1,3
27 - Métallurgie	**-**	**-**	**1**	**0,7**
dont 27.1 - Sidérurgie (CECA)	-	-	1	0,7
28 - Travail des métaux	**3**	**4,2**	**1**	**0,7**
dont 28.3 - Chaudronnerie	1	1,4	-	-
28.4 - Forge, emboutissage, estampage & métal. poudres	1	1,4	-	-
28.5 - Traitement des métaux, mécanique générale	1	1,4	-	-
28.7 - Fabrications d'autres ouvrages en métaux	-	-	1	0,7
35 - Fabrication d'autres matériels de transport	**1**	**1,4**	-	-
dont 35.2 - Construction de matériel ferroviaire roulant	1	1,4	-	-
37 - Récupération	**1**	**1,4**	-	-
51 - Commerce de gros & intermédiaires	**3**	**4,2**	**3**	**2,0**
dont 51.1 - Intermédiaires du commerce de gros	-	-	2	1,3
51.2 - Commerces de gros de produits agricoles bruts	1	1,4	-	-
51.5 - Commerces de gros produits interm. non agricoles	2	2,8	1	0,7
52 - Commerce de détail et réparation d'articles domestiques	**1**	**1,4**	**1**	**0,7**
60 - Transports terrestres	**14**	**19,8**	**42**	**28,4**
dont 60.1 - Transports ferroviaires	7	9,9	24	16,0
60.2 - Transports urbains et routiers	7	9,9	9	6,0
60.3 - Transports par conduites	-	-	7	4,7
**.* - Indéterminée			2	1,3
61 - Transports par eau	**-**	**-**	**5**	**3,4**
dont 61.1 Transports maritimes et côtiers	-	-	3	2,0
61.2 - Transports fluviaux	-	-	2	1,3
63 - Services auxiliaires des transports	**-**	**-**	**5**	**3,3**
dont 63.1 - Manutention et entreposage	-	-	5	3,3
90 - Assainissement, voirie et gestion des déchets	**1**	**1,4**	-	-
YY - Activité indéterminée	**3**	**4,2**	**30**	**20,0**
ZZ - Origine inconnue	**3**	**4,2**	**2**	**1,3**

Les activités ou l'origine des accidents ne sont pas connus dans 8 % des cas en France (21 % à l'étranger).

La chimie est à l'origine de 34 % des accidents en France (39 % à l'étranger) ; les transports arrivent en 2ème position avec 20 % des cas (28 % à l'étranger). L'utilisation de l'ammoniac en agriculture pour amender les sols constitue également une source importante d'accidents en France (20 %).

Répartition approximative par type d'accidents

Le rejet dangereux de produit (en raison de la toxicité de l'ammoniac), lié à une perte de confinement, n'est pas spécifique à une activité particulière. En France, 73 % des accidents en réfrigération et 87 % des cas hors réfrigération ont entraîné le rejet d'ammoniac ou d'ammoniaque (respectivement 98 et 91 % à l'étranger).

Les rejets à l'atmosphère représentent 52 % (réfrigération) à 68 % (hors réfrigération) des accidents français. Compte tenu de l'ampleur des sinistres déclarés et des conséquences avérées ou potentielles pour l'homme et son environnement, ce rejet est évoqué dans plus de 90 % des cas étrangers, alors que les pollutions des eaux de surface, des sols ou des eaux souterraines par des solutions d'ammoniac sont rarement évoquées.

Pour 26 % des accidents français en réfrigération, le rejet d'ammoniac (ou d'ammoniaque) dans l'environnement n'est pas précisé. Les cas correspondants concernent essentiellement un incendie. Ce rejet peut cependant être fortement soupçonné compte tenu de l'ampleur de certains d'entre eux et des dommages constatés sur les installations.

Les 2 tableaux suivants présentent une typologie détaillée des accidents étudiés. Les commentaires ne mentionnent que les principales spécificités des accidents répertoriés sur les installations frigorifiques ou autres mettant en oeuvre de l'ammoniac.

a) Installations frigorifiques

Type d'accident (135 cas)	France (91 cas)		Etranger (44 cas)	
	Nb cas	%	Nb cas	%
Rejets dangereux (NH_3/ NH_4OH)	**66**	**72,5**	**43**	**97,7**
➔ Dans l'air	47	51,6	41	93,2
➔ Dans l'eau (ou dans un égout)	16	17,6	2	4,5
Rejet NH_3/ NH_4OH non précisé	**24**	**26,4**	**2**	**4,5**
Sans objet (aucune fuite constatée)	**5**	**5,5**	**-**	**-**
Incendies	**29**	**33,8**	**15**	**34,1**
Explosions	**2**	**2,2**	**21**	**47,7**
Projections, chutes d'équipements	**2**	**2,2**	**-**	**-**
Presque accidents	**1**	**1,1**	**-**	**-**
Effets domino	**7**	**7,7**	**4**	**9,1**

Les incendies représentent 34 % des accidents liés aux installations frigorifiques en France ou à l'étranger, soit 2 à 4 fois plus que pour les activités hors réfrigération. Un effet domino (explosion, fuite toxique, etc.) est constaté dans 8 à 9 % des cas.

Bien que les informations disponibles soient souvent imprécises, 48 % des accidents étrangers mentionnent une explosion à la suite ou non d'un incendie. Cette typologie n'est relevée que dans 2 % des cas en France.

Les "explosions d'ammoniac potentielles" se produisent en milieu confiné et, le plus souvent, lors de travaux ou de l'intervention des secours (engins de manutention, etc.). La présence d'autres produits chimiques (hydrogène, méthane) est parfois suspectée.

b) Activités diverses (hors installations frigorifiques)

Type d'accident (221 cas)	France (71 cas)		Etranger (150 cas)	
	Nb cas	%	Nb cas	%
Rejets dangereux (NH_3 ou NH_4OH)	**62**	**87,3**	**137**	**91,3**
➔ Dans l'air	48	67,6	136	90,7
➔ Dans l'eau (ou dans un égout)	17	23,9	6	4,0
➔ Dans une rétention ou au sol uniquement	**4**	**5,6**	**-**	**-**
Rejet NH_3 ou NH_4OH non précisé	**1**	**1,4**	**8**	**5,3**
Sans objet (aucune fuite constatée)	**7**	**9,9**	**2**	**1,3**
Incendies	**6**	**8,5**	**23**	**15,3**
Explosions	**2**	**2,8**	**52**	**34,7**
Projections, chutes d'équipements	**2**	**2,8**	**9**	**6,0**
Pollution chronique aggravée	**1**	**1,4**	**-**	**-**
Presque accidents	**2**	**2,8**	**-**	**-**
Effets domino	**2**	**2,8**	**12**	**8,0**

Les incendies représentent 9 % des accidents en France (15 % à l'étranger). Comme pour les installations frigorifiques, 35 % des cas étrangers étudiés ont entraîné une explosion et 8 % un effet domino. Ces proportions sont nettement plus faibles en France (3 %).

Répartition par type de conséquences

Cette répartition est ici aussi approximative. Les conséquences sont en effet peu ou pas détaillées (14 à 35 % des cas recensés suivant l'origine de l'information et la nature de l'activité en cause). La gravité des accidents étrangers (victimes, dégâts matériels, etc.) est à nouveau mise en évidence.

Les personnes tuées ou blessées dans un accident sur une installation fixe sont généralement des employés ou des secouristes, exceptionnellement le public. Les blessures pren-

nent en compte les lésions traumatiques ainsi que les intoxications légères ou graves. Le confinement ou l'évacuation se limitent généralement aux employés du site accidenté.

a) Installations frigorifiques

Conséquences (135 cas)	France (91 cas)		Etranger (44 cas)	
	Nb cas	%	Nb cas	%
Accidents peu ou non renseignés	**28**	**30,8**	**12**	**27,3**
Morts	1	**1,1**	6	**13,6**
Blessés graves	5	**5,5**	1	**2,3**
Total blessés / intoxiqués	23	**25,3**	18	**40,9**
Dégâts matériels internes	41	**45,1**	32	**72,7**
Dégats matériels externes	4	**4,4**	2	**4,6**
Chômage technique	9	**9,9**	-	**-**
Arrêt de distribution d'eau	1	**1,1**	-	**-**
Arrêt de distribution d'électricité	1	**1,1**	-	**-**
Evacuation de personnes (employés/externes)	19	**20,9**	7	**15,9**
Confinement de personnes	2	**2,2**	2	**4,6**
Limitation de la circulation	7	**7,7**	-	**-**
Autres privations d'usage	1	**1,1**		
Pollution atmosphérique avérée (plaintes, etc.)	23	**25,3**	7	**15,9**
Pollution des eaux de surface	12	**13,2**	-	**-**
Contamination des sols	1	**1,1**		
Atteintes de la faune sauvage	12	**13,2**	-	**-**
Atteintes aux cultures	1	**1,1**	-	**-**
Aggravation du risque	45	**49,5**	25	**56,8**
Autres (rejets égouts, en stations, etc.)	2	**2,2**	2	**4,6**
Sans conséquence	7	**7,7**	2	**4,6**
Inconnues	3	**3,3**	2	**4,6**

Un seul accident avec décès d'une personne est connu en France. La victime est un marin qui est tué, le 25 août 1988, à la suite d'une fuite d'ammoniac dans les cales d'un thonier à quai (accident n° 393 [35]). Six accidents sont connus à l'étranger (14 %). Hors activités liées à la réfrigération, les cas sont plus nombreux (7 % en France, 25 % à l'étranger). Toutes activités confondues, le nombre de "blessés" est du même ordre de grandeur avec 25 à 31 % des cas en France et 41 à 51 % à l'étranger.

En France, des personnes sont évacuées dans 21 % des cas (16 % à l'étranger). Le confinement n'est mentionné que dans 2 % des cas français (5 % à l'étranger).

Des dégâts matériels internes, notamment liés à un incendie, sont recensés dans 45 % des accidents en France (73 % à l'étranger). Ils entraînent un chômage technique dans 10 % des cas. Les dégâts externes sont globalement constatés dans 4 à 5 % des cas. Il en est de même pour les activités hors installation de réfrigération (6 %).

Dans 26 % des accidents français, les informations rassemblées ne précisent pas toujours l'existence d'un rejet d'ammoniac ou d'ammoniaque . En France, l'émission de produits toxiques dans l'air (52 %) est suffisante pour entraîner une pollution atmosphérique avérée (plaintes, etc.) dans 25 % des cas étudiés. A l'étranger ces proportions sont respectivement de 93 % et 16 %. Une pollution avérée des eaux de surface par le rejet d'une solution ammoniacale (18 % des accidents ont pour origine le rinçage d'un circuit, des effluents produits par des rideaux d'eau, des eaux de dilution, etc.) est recensée dans 13 % des cas. Cette pollution provoque systématiquement une destruction partielle ou totale de la faune piscicole.

Une aggravation du risque est systématiquement notée dans près d'un accident sur deux (50 % en France, 57 % à l'étranger). Cette notion prend essentiellement en compte la potentialité d'explosion des réservoirs d'ammoniac pris dans un incendie. A l'opposé, 8 % des accidents en France n'ont eu aucune conséquence notable sur le plan humain, matériel et environnemental (5 % à l'étranger).

---

[35] Annexe 7 : liste 1 - Installations de réfrigération / 91 cas français (1980 - 1994).

b) Activités diverses (hors installations frigorifiques)

Conséquences (221 cas)	France (71 cas)		Etranger (150 cas)	
	Nb cas	%	Nb cas	%
Accidents peu ou non renseignés	**10**	**14,1**	**52**	**34,7**
Morts	5	**7,0**	37	**24,7**
Blessés graves	5	**7,0**	11	**7,3**
Total blessés / intoxiqués	22	**31,0**	76	**50,7**
Dégâts matériels internes	16	**22,5**	89	**59,3**
Dégats matériels externes	4	**5,6**	9	**6,0**
Evacuation de personnes (employés / externes)	6	**8,5**	45	**30,0**
Confinement de personnes	7	**9,9**	1	**0,7**
Limitation de la circulation	10	**14,1**	4	**2,7**
Pollution atmosphérique avérée (plaintes, etc.)	28	**39,4**	51	**34,0**
Pollution des eaux de surface	13	**18,3**	3	**2,0**
Pollution des eaux souterraines	-	**-**	1	**0,7**
Contamination des sols	7	**9,9**	7	**4,7**
Atteintes de la faune sauvage	8	**11,3**	4	**2,7**
Atteintes de la flore sauvage	4	**5,6**	3	**2,0**
Atteintes aux cultures	3	**4,2**	2	**1,3**
Atteintes aux animaux d'élevage	4	**5,6**	-	**-**
Aggravation du risque	20	**28,2**	28	**18,7**
Autres (rejets égouts, en stations, etc.)	2	**2,8**	1	**0,7**
Sans conséquence	9	**12,7**	1	**0,7**
Inconnues	1	**1,4**	13	**8,7**

Hors réfrigération, les accidents ont généralement des conséquences plus graves. Des personnes sont ainsi tuées dans 7 % des accidents français (25 % à l'étranger). En France, des personnes blessées, intoxiquées ou incommodées sont constatées dans 31 % des accidents (51 % à l'étranger). Il s'agit encore une fois essentiellement d'employés ou de sauveteurs. Des lésions ou des intoxications graves sont observées dans 7 % des cas (taux comparable à celui relevé en réfrigération : 6 % en France et 2 % à l'étranger).

Des personnes sont évacuées dans 9 % des cas en France, des employés le plus souvent, et 30 % à l'étranger. Ce chiffre élevé est généralement lié aux quantités d'ammoniac importantes concernées. Le confinement est mentionné dans 10 % des cas en France (moins de 1 % à l'étranger).

Des dégâts matériels internes à l'établissement sont recensés dans 23 % des accidents en France (59 % à l'étranger). Des dégâts externes sont cités dans 6 % des cas, ce qui est comparable à ce qui est observé hors installations de réfrigération (4 à 6 %).

En France, l'émission de produits toxiques est suffisante pour entraîner une pollution atmosphérique avérée dans 39 % des accidents étudiés (34 % à l'étranger). Une pollution des eaux de surface (rinçage d'un circuit, effluents produits par des rideaux d'eau, eau de dilution, etc.) est recensée dans 18 % des cas. Les sols sont pollués dans 10 % des cas.

La pollution provoque une destruction partielle ou totale de la faune aquatique dans 11 % des accidents (taux comparable à celui constaté pour les installations de réfrigération). Des animaux domestiques sont atteints dans 6 % des accidents et les cultures sont touchées dans 4 % des cas.

Le risque est aggravé dans 28 % des cas français (19 % à l'étranger), mais 13 % des accidents n'ont eu aucune conséquence notable sur le plan humain ou matériel en France.

Circonstances, nature et origines principales des accidents étudiés

Les tableaux suivants présentent une synthèse des circonstances, de la nature et des origines principales des accidents étudiés ainsi que des quantités d'ammoniac rejetées.

a) Circonstances des accidents

Circonstances	France (162)				Etranger (194)			
	R (91)		HR (71)		R (44)		HR (150)	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Etat de l'installation non connu	39	**42,9**	5	**7,0**	36	**81,8**	92	**61,3**
Installation en exploitation normale	25	**27,5**	27	**38,0**	1	**2,3**	36	**24,0**
Installation à l'arrêt	12	**13,2**	8	**11,3**	1	**2,3**	4	**2,7**
Arrêt / redémarrage installation	2	**2,2**	1	**1,4**	3	**6,8**	3	**2,0**
Equipement désaffecté / à l'arrêt et non purgé	9	**9,9**	4	**5,6**	-	**-**	2	**1,3**
Fuite pendant ou après modification / épreuve / maintenance / nettoyage / travaux	15	**16,5**	11	**15,5**	3	**6,8**	7	**4,7**
Surpression / suremplissage	10	**11,0**	8	**11,3**	12	**27,3**	16	**10,7**
Fonctionnement normal soupape / disque	3	**3,3**	7	**9,9**	4	**9,1**	1	**0,7**
Remplissage / dépotage citernes	6	**6,6**	12	**16,9**	1	**2,3**	20	**13,3**
Collision / déraillement / renversement (transport)	-	**-**	10	**14,1**	-	**-**	22	**14,7**
Accident extérieur à l'établissement	-	**-**	4	**5,6**	1	**2,3**	1	**0,7**
Déchets	1	**1,1**	6	**8,5**	-	**-**	-	**-**
Accident en intervention (travaux / secours)	12	**13,2**	4	**5,6**	5	**11,4**	5	**3,3**
→ dont secours	2	**2,2**	4	**5,6**	2	**4,6**	-	**-**

Toutes activités confondues, les accidents se produisent en France dans 16 % à 17 % des cas après une modification des installations ou lors de travaux de maintenance. Les installations sont à l'arrêt, souvent de longue durée, dans 11 % à 13 % des cas ou hors service et abandonnées non purgées (6 % à 10 %).

En réfrigération, l'accident a lieu dans 11 % des cas durant la période même des travaux ou dans le cadre d'une opération de maintenance.

Dans 11 % des cas, les fuites de produit ont également pour origine une surpression (incendie, etc.) ou un suremplissage (27 % à l'étranger). Les émissions d'ammoniac sont liées au fonctionnement normal des dispositifs de sécurité de l'installation (soupape, disque de rupture) dans 3 % des accidents en réfrigération français (9 % à l'étranger) et 10 % des cas hors réfrigération.

Le remplissage des installations et le transfert d'ammoniac entre réservoirs constituent également des phases dangereuses. Le risque est cependant plus élevé hors réfrigération avec 17 % de cas recensés en France par exemple (7 % en réfrigération).

b) Défaillances constatées

Défaillances	France (162)				Etranger (194)			
	R (91)		HR(71)		R (44)		HR (150)	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Explosion réservoir hors incendie	-	-	1	1,4	4	9,1	19	12,7
dans un incendie	-	-	2	2,8	1	2,3	6	4,0
Rupture d'une canalisation (hors flexibles)	10	11,0	-	-	6	13,6	11	7,3
Rupture flexible / bras de chargement	-	-	5	7,0	1	2,3	10	6,7
Rupture petite tuyauterie (purge, mano, etc)	3	3,3	-	-	-	-	-	-
Fuite sur réservoir ou conteneur	3	3,3	37	52,1	1	2,3	47	31,3
Fuite sur canalisation ou pipe	26	28,6	6	8,5	14	31,8	21	14,0

Les accidents sur les installations de réfrigération ont pour origine une fuite limitée sur une canalisation dans 30 % des cas. Cette fréquence est 3 fois plus importante que pour les autres installations. Celles-ci sont par contre plus concernées par des fuites sur réservoirs (52 % des cas en France, 31 % à l'étranger).

Une seule explosion de réservoir est recensée en France hors incendie. Il s'agit de l'accident de Liévin en août 1988. Lors d'un incendie, 2 explosions (par effet domino) de capacités contenant de l'ammoniac sont connus. Plusieurs cas comparables sont recensés à l'étranger.

Les ruptures franches de canalisations (hors flexibles et tuyauteries de petit diamètre) avec 11 % à 14 % de cas, constituent la 2ème source des accidents. Ces ruptures semblent moins nombreuses pour les autres activités.

Hors réfrigération, 7 % des accidents ont pour origine la rupture d'un flexible ou d'un bras de chargement. Ce type de sinistre est directement lié à la fréquence des opérations d'empotage ou de dépotage d'ammoniac. Bien que présentant une faible probabilité au niveau des installations de réfrigération, cette défaillance existe cependant lors du

premier remplissage des installations et, éventuellement, lors d'un appoint important en ammoniac.

c) Origine des accidents

Origines	France (162)				Etranger (194)			
	R (91)		HR (71)		R (44)		HR (150)	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Défaillances matérielles de toutes natures	**44**	**48,4**	**30**	**42,3**	**21**	**47,7**	**60**	**40,0**
Défaut acier ou appareillage et fatigue	1	**1,1**	2	**2,8**	1	**2,3**	5	**3,3**
Corrosion	2	**2,2**	1	**1,4**	2	**4,6**	5	**3,3**
Vibrations / chocs / chutes d'appareils	2	**2,2**	6	**8,5**	2	**4,6**	9	**6,0**
Fuite / rupture presse-étoupe, joint ou bride	7	**7,7**	15	**21,1**	3	**6,8**	9	**6,0**
Défaillance équipement (pompe / compresseur ...)	5	**5,5**	2	**2,8**	4	**9,1**	7	**4,7**
Défaillance d'une vanne (rupture ou fuite)	5	**5,5**	2	**2,8**	3	**6,8**	8	**5,3**
Soupapes ou clapets défectueux	1	**1,1**	5	**7,0**	1	**2,3**	8	**5,3**
Colmatage d'une tuyauterie	-	**-**	1	**1,4**	1	**2,3**	1	**0,7**
Mélange ou décomposition d'un produit	-	**-**	4	**5,6**	-	**-**	5	**3,3**
Défaillance régulation / instrumentation / automatisme / alimentation électrique.	8	**8,8**	3	**4,2**	2	**4,6**	3	**2,0**
Allumage par étincelle / éclairage / chauffage / moteur / court-circuits	2	**2,2**	-	**-**	8	**18,2**	3	**2,0**
Perte de contrôle du procédé	7	**7,7**	8	**11,3**	3	**6,8**	7	**4,7**
Erreur de conception ou de montage (soudure ...)	6	**6,6**	2	**2,8**	1	**2,3**	5	**3,3**
Entretien insuffisant (hors corrosion)	6	**6,6**	2	**2,8**	-	**-**	-	**-**
Facteur humain (erreurs, consignes, etc.)	13	**14,3**	10	**14,1**	3	**6,8**	12	**8,0**
Vandalisme, terrorisme ou actes volontaires	2	**2,2**	6	**8,5**	-	**-**	5	**3,3**
Soleil, gliss. de terrain, pluie, tornade	1	**1,1**	1	**1,4**	-	**-**	3	**2,0**

Une défaillance matérielle est au moins à l'origine de 48 % des accidents en réfrigération. Cette fréquence est comparable à celle observée hors réfrigération (# 40 %).

Les informations rassemblées ne permettent pas toujours de déterminer avec précision la cause exacte de cette défaillance :

- défaut ou fatigue d'un équipement, corrosion, vibrations ou chocs (6 à 13 % des cas),
- fuites sur presse-étoupes, joints ou brides (canalisations, réservoirs) dans 5 % à 8 % des accidents en moyenne. La valeur élevée (21 %) constatée, sur les activités hors réfrigération en France, est surtout due aux fuites sur des citernes de transport,
- défaillance des automatismes, de l'instrumentation, etc. (2 à 8 %),
- erreur de conception (2 à 7 %),
- entretien insuffisant (2 à 6 %),
- agressions naturelles (1 à 2 %).

Toutes activités confondues, la défaillance concerne dans 3 à 9 % des cas un équipement lourd (pompe, compresseur, etc.), la régulation et l'instrumentation (2 à 9 %), une vanne (3 à 7 %) et une soupape ou un clapet (1 à 7 %).

Le facteur humain est, en partie au moins, à l'origine de 7 à 14 % des accidents en raison notamment :

- de l'absence ou de l'insuffisance des consignes d'exploitation ou de maintenance,
- d'une intervention avec un outillage inadapté,
- d'une formation insuffisante,
- d'une préparation de chantier inadaptée,
- d'une méconnaissance des installations ou du risque toxique présenté par l'ammoniac,
- de la complexité des installations et d'un mauvais repérage des équipements (position des vannes, etc.).

La perte de contrôle du procédé en exploitation normale ou lors de travaux est à l'origine de 5 à 11 % des accidents.

Des actes volontaires ou de vandalisme sont à la base de 2 % à 9 % des accidents.

d) Quantités d'ammoniac émises

Installations frigorifiques

La quantité d'ammoniac est connue ou peut être estimée pour 26 accidents français, alors que 66 cas sur 91 ont conduit à un rejet toxique, et 12 accidents étrangers (43 cas sur 44 accidents).

Quantités (t)	Q < 0,1	0,1 ≤ Q < 0,3	0,3 ≤ Q < 0,5	0,5 ≤ Q < 1	1 ≤ Q < 2	2 ≤ Q < 3	3 ≤ Q < 6
France	15	4	4	1	-	-	2
Etranger	3	1	2	1	3	1	1
Total et %	18 (47,4 %)	5 (13,2 %)	6 (15,8 %)	2 (5,3 %)	3 (7,9 %)	1 (2,6 %)	3 (7,9 %)

Sur ces 38 accidents, 47 % ont conduit à un rejet d'ammoniac inférieur à 100 kg (petites fuites sur un joint, une soupape, etc.) et 76 % à un rejet inférieur à 500 kg (rejets par des soupapes, ruptures de petites tuyauteries du type prises de pression ou purges, rupture d'une canalisation de 25 mm de diamètre, trou de 1 à 2 mm de diamètre en sortie d'un évaporateur, etc.).

Les rejets de 1 à 3 t correspondent notamment à des surpressions et à une émission par les soupapes de sécurité dans des installations dont la taille est importante (fabrication d'engrais, etc.), la rupture d'une canalisation de taille moyenne ou l'ouverture inopinée d'une vanne d'isolation. Au-dessus de 3 t, le rejet a pour origine la rupture d'un équipement (échangeur, etc.), une brèche sur une grosse canalisation ou un effet domino (installation prise dans un incendie).

Activités diverses (hors installations frigorifiques)

La quantité d'ammoniac est connue ou peut être estimée pour 40 accidents français, mais 62 cas sur 71 peuvent avoir conduit à un rejet toxique, et 57 accidents étrangers (137 cas sur 150 peuvent avoir conduit à un rejet toxique).

Quantités (t)	Q ≤ 0,1	0,1 ≤ Q < 0,3	0,3 ≤ Q < 0,5	0,5 ≤ Q < 1	1 ≤ Q < 2	2 ≤ Q < 3	3 ≤ Q < 6
France	16	6	2	1	2	4	4
Etranger	7	2	-	2	-	3	5
Total et %	23 (23,7 %)	8 (8,2 %)	2 (2,1 %)	3 (3,1 %)	2 (2,1 %)	7 (7,2 %)	9 (9,3 %)

Quantités (t)	6 ≤ Q < 10	10 ≤ Q < 20	20 ≤ Q < 50	50 ≤ Q < 100	100 ≤ Q < 500	500≤Q<1000	Q > 1000
France	-	2	3	-	-	-	-
Etranger	1	6	7	13	8	2	1
Total et %	1 (1,0 %)	8 (8,2 %)	10 (10,3 %)	13 (13,4 %)	8 (8,2 %)	2 (2,1)	1 (1,0 %)

Les accidents correspondants se situent en marge de la présente étude qui est centrée sur les installations de réfrigération. Ils n'ont pas fait l'objet d'une analyse approfondie mais quelques remarques générales peuvent cependant être formulées.

La dispersion des quantités d'ammoniac rejetées est liée à la grande diversité des installations concernées.

Les origines des rejets d'ammoniac inférieurs à 500 kg sont comparables à celles observées sur les installations de réfrigération (petites fuites sur un joint ou une soupape, rejets par des soupapes, ruptures de petites tuyauteries, etc.).

Les rejets de 1 à 3 t correspondent également à des surpressions et à une émission par les soupapes de sécurité dans des installations dont la taille est importante (fabrication d'engrais, etc.) mais également à des ruptures de flexibles ou à des défaillances d'organes de sécurité (clapets, etc.) et à une fuite de longue durée. Les émissions d'ammoniac comprises entre 5 et 15 t ont également pour origine des ruptures de flexibles ou des fuites sur des canalisations à la suite de la défaillance ou de l'ouverture inopinée d'un organe de sécurité (clapet, vanne, etc.).

Les rejets compris entre 20 et 100 t d'ammoniac sont essentiellement liés au transport routier ou ferroviaire (collision, déraillement d'une citerne mais aussi vidange plus ou moins importante du réservoir lors d'un dépotage). Les rejets supérieurs à 100 t ont pour origine la rupture d'un pipe (200 à 600 t) ou d'un réservoir fixe de forte capacité.

Etude de cas d'accidents types en réfrigération

Les cas présentés ci-dessous ont été retenus pour illustrer la typologie des principaux accidents susceptibles de se produire dans une installation de réfrigération.

1) Accident du 2 décembre 1994 (67 - HOCHFELDEN)[36]

Une fuite d'ammoniac se produit dans la salle des machines d'une brasserie, lors du remplacement de la conduite d'aspiration alimentant un compresseur.

Description de l'événement : le collecteur a été isolé en fermant 3 vannes et purgé à 7 h 25. Lors des travaux, des vapeurs d'ammoniac s'échappent du collecteur à 9 h 15. Les 3 intervenants sortent rapidement de la salle des machines. La fuite (30 à 40 kg d'ammoniac) cesse 15 mn plus tard, dès que le responsable des fluides ferme les vannes du circuit d'aspiration situées dans un local contigu à la salle des machines.

Les pompiers avertissent les riverains de l'usine qui ne seront pas incommodés par le rejet toxique, celui-ci restant circonscrit dans la salle des machines. Une aération forcée (ouverture de baies) du local permet d'évacuer le gaz. Les monteurs subissent des examens à l'hôpital mais ne présentent aucune séquelle.

Analyse des causes : l'origine de la fuite est rapidement identifiée. Il s'agit d'une vanne d'isolement restée ouverte sur le retour du circuit de refroidissement des tanks de fermentation. Cette erreur n'est pas décelée lors du sectionnement du collecteur à la suite d'un délestage "heures de pointe EDF" (entre 7 h et 9 h) de 2 pompes du circuit de fermentation.

L'ammoniac s'est répandu dans la salle des machines, via la vanne d'isolement restée ouverte, lors du rédémarrage automatique des pompes à 9 h.

Enseignements tirés

- **Conception des installations - Ergonomie :** 2 points peuvent être signalés, l'un concerne le repérage de certains équipements et l'autre, les automatismes.

  1. Les vannes d'isolement se manoeuvrent avec des volants et ne sont pas repérées (ouvertes / fermées). Il en est de même pour les canalisations et le sens de circulation des fluides, ce qui rend plus difficile la compréhension de la structure de l'installation.
  2. Le verrouillage, la consignation d'un organe ou d'un tronçon d'une installation nécessitent une parfaite connaissance de la configuration et du fonctionnement de ces différents éléments. L'enclenche-

[36] Rapport de l'Inspection des Installations Classées.

ment automatique et programmé des pompes d'un circuit annexe montre la complexité de certaines installations dont le fonctionnement peut ne pas être acquis. Ces pompes pouvaient elles être interrompues manuellement ?

- **Exploitation - Maintenance :** l'habitude de côtoyer de telles installations et la banalisation des actions de maintenance peut conduire à de tels accidents. L'absence de plans et de schémas simplifiés des installations est un handicap certain. Ces documents doivent être visibles en salle des machines et aux points importants de l'installation.
- **Intervention :** les monteurs ne sont pas gravement intoxiqués car ils portent des masques respiratoires lors de leur intervention.

Les parades : les plans de l'installation de froid seront actualisés et une étude exhaustive des risques, assortie de mesures préventives, est entreprise.

2) Accident du 21 novembre 1994 (72 - CONNERRE) [36]

Une fuite d'ammoniac a lieu, à proximité d'une agglomération, dans une charcuterie désaffectée et en cours de démolition.

Description de l'événement : le site est abandonné depuis 2 ans. Le terrain est acheté par la Municipalité pour être réhabilité. A la suite des travaux, 75 % des bâtiments sont déjà à terre.

L'accident se produit à la suite de la rupture d'une canalisation arrachée par une pelleteuse. Un périmètre de sécurité est mis en place. L'accident est maîtrisé après 1 h 15 d'intervention. La vidange de l'unité semble avoir été totale mais aucune précision n'est donnée quant à la quantité d'ammoniac rejetée. Huit personnes seront incommodées dont 2 bébés.

Analyse des causes : l'établissement est abandonné et il n'y a ni responsable, ni frigoriste connaissant l'installation. Aucun plan ne semble exister. Le chantier est considéré comme un chantier normal, aucune investigation particulière ne semble avoir été réalisée au préalable.

Enseignements tirés

- **Organisation :** les travaux n'ont pas fait l'objet d'une préparation suffisante. L'installation n'a pas été mise en sécurité (connaissait-on seulement son existence ?).
- **Intervention :** Les ouvriers chargés de la démolition n'ont ni vêtement de protection, ni masque respiratoire. La durée d'intervention des secours est longue et l'unité va se vidanger totalement avant que la fuite ne puisse être maîtrisée.

Les parades : le chantier est arrêté jusqu'à expertise des installations en cause.

3) Accident du 11 août 1994 (51 - REIMS)[36]

Un établissement industriel souhaite mettre définitivement hors service une installation de réfrigération, à l'arrêt depuis 1990 et contenant environ 280 kg d'ammoniac. Les opérations sont confiées à 2 entreprises extérieures.

Description de l'événement : 2 techniciens récupèrent dans un premier temps 250 kg d'ammoniac liquide dans 8 bouteilles en acier spécialement préparées pour l'opération. La vidange de la phase gazeuse est ensuite effectuée en immergeant des tuyaux, reliés aux piquages de l'installation, dans un seau en plastique rempli d'eau. Arrivée à saturation, la solution ammoniacale obtenue est déversée (sans doute à plusieurs reprises) sans autre dilution préalable, dans le regard de rejets des eaux pluviales le plus proche.

Les pompiers sont informés par un riverain du dégagement d'odeur d'ammoniac dans les égouts de la ville. Ils préviennent immédiatement le Service des Eaux pour alerter le personnel susceptible de travailler dans le secteur.

Analyse des causes : la pollution des égouts résulte d'un acte volontaire. L'opération de vidange de la phase liquide de l'ammoniac a été bien préparée (bouteilles de réception spécifiques, etc.) et est conduite correctement mais le dégazage de l'installation n'est pas effectué avec la même rigueur. La solution ammoniacale déversée dans l'égout se dégaze lentement et l'ammoniac gazeux va ressortir par les bouches d'évacuation tout au long du collecteur.

Enseignements tirés : l'accident paraît relativement mineur mais il apporte certains enseignements.

- **Organisation :** l'établissement ne contrôle pas le travail effectué par les entreprises extérieures ; aucun frigoriste de l'usine ne semble en effet avoir suivi le chantier.
- **Formation :** les risques indirects ont été sous-estimés lors du dégazage de l'installation (intoxication éventuelle des égoutiers, risque de présence d'une atmosphère explosible confinée, rejet toxique dans l'environnment en sortie du collecteur).
- **Intervention :** un seul masque respiratoire à cartouche (inadapté pour une fuite massive de gaz toxique car trop rapidement saturé) est disponible pour deux intervenants. Ceux-ci ne disposent enfin d'aucun vêtement de protection particulier.

Les parades : les pompiers installent un bac volumineux pour assurer une dilution plus importante de la solution amoniacale avant rejet dans le circuit des eaux usées. Il serait souhaitable qu'une récupération plus "technique" (neutralisation avant rejet, etc.) de la phase gazeuse soit mise en oeuvre par ce type d'intervenant "spécialisé".

4) Accident du 13 juin 1994 (92 - NANTERRE)[36]

Dans une ancienne usine de fabrication de crèmes glacées où seul le siège social est maintenu (aucune activité industrielle n'est exercée), une fuite d'ammoniac se produit lors du démantèlement d'une ancienne installation de réfrigération.

Description de l'événement : l'installation de réfrigération, déclassée en 1978, est arrêtée depuis une quinzaine d'années. Lors de travaux de refonte du rez-de-chaussée du bâtiment, l'architecte chargé des aménagements la "redécouvre" dissimulée dans un local d'archives. Celle-ci est répartie sur 2 niveaux : 2 évaporateurs et une bouteille de liquide (# 4 m^3) dans la zone des travaux, 3 compresseurs, 1 condenseur et un récepteur dans un petit local adjacent.

Le 25 mai, l'architecte prévient la Préfecture. Le réservoir de 4 m^3 semble contenir de l'ammoniac (pression de 6 b relevée sur un manomètre), tous les autres manomètres indiquent une "absence de pression" dans les circuits. L'administration demande une neutralisation de l'installation par une entreprise spécialisée. Le 13 juin, l'architecte signale que la neutralisation de l'installation a été effectuée le samedi 11 juin. Le produit récupéré par barbottage à l'eau sera éliminé dans un centre agréé.

La fuite d'ammoniac se produit le 13 juin à 15 h, lorsqu'un chef d'équipe tente de démonter une cloison séparant le réservoir de 4 m^3 d'un évaporateur. Sa pioche fissure une canalisation (∅ 40 mm) reliée en point bas au réservoir.

Un périmètre de sécurité d'une centaine de mètres est mis en place. Les secours ne peuvent intervenir sans combinaison de protection ni masque. Une soixantaine de personnes de l'établissement sont impliquées, 16 sont hospitalisées dont 3 resteront en observation une nuit. L'entreprise qui a effectué la neutralisation est rappelée.

La fuite gazeuse se poursuit jusqu'à la vidange totale de l'installation et se termine à 21 h. Selon les archives administratives la capacité d'ammoniac était de 400 kg ; la quantité d'ammoniac rejetée n'est pas connue.

Analyse des causes : l'établissement a "oublié" l'existence d'une installation dangereuse sur son site. Cette installation n'a pas été mise en sécurité lors de son abandon (vidange, dégazage, etc.).

La neutralisation préalable de l'installation est effectuée sans procéder à une vérification de l'ensemble des circuits et des équipements.

La fuite qui se produit lors du perçage de la canalisation est probablement alimentée par la vidange d'un condenseur relié au réservoir.

Enseignements tirés

- **Environnement de l'installation :** l'installation n'est plus utilisée. Le local est reconverti sans aucune précaution en salle de stockage des archives. Les risques sont aggravés (aucun contrôle ni entretien, incendie potentiel, etc.).

- **Organisation :** aucun plan de l'unité n'est disponible sur place et aucun responsable du site ne semble avoir une mémoire technique sur l'installation. La rénovation des lieux semble avoir été entièrement "déléguée" à un intervenant externe (architecte). Les travaux de mise en sécurité de l'installation se font un samedi. Il s'agit d'une période de fin de semaine pour les intervenants, mais les employés sont présents en moins grand nombre dans l'établissement.
- **Intervention :** la neutralisation est effectuée par une entreprise extérieure ne connaissant pas l'installation. Les travaux se déroulent sans la présence d'un frigoriste de la société propriétaire de l'installation et sans plan de détail de l'unité.

Au moment où la canalisation est percée, le chef de chantier est persuadé que l'installation est dégazée et aucune mesure de sécurité n'est prise.

La fuite d'ammoniac n'est pas interrompue. Elle dure 6 h jusqu'à vidange totale de l'installation.

Les parades : l'installation est démantelée.

5) Accident du 11 mars 1994 (22 - SAINT BRANDAN)[37]

Une fuite importante d'ammoniac se produit dans une usine d'abattage de volailles au moment où un employé alimente un tunnel de congélation.

Description de l'événement : l'opérateur utilise un transpalette électrique et heurte au passage une canalisation de purge du circuit de réfrigération. La tuyauterie se rompt. L'alerte n'est pas donnée immédiatement et 500 kg d'ammoniac à - 40°C vont s'écouler au sol. La porte du tunnel est ouverte. Le liquide répandu se vaporise et envahit progressivement les locaux qui sont évacués dès que les premières odeurs sont perçues. Trois employés sont intoxiqués, l'un plus gravement atteint est hospitalisé.

Analyse des causes : un arbre de défaillance établi par l'INERIS est joint en annexe 8. La protection de la purge a déjà subi des chocs antérieurs et est affaiblie. La situation dégradée n'a pas été identifiée. Deux hypothèses sont plausibles.

1. L'opérateur ne prête pas attention au fait qu'il heurte une canalisation. Il l'a déjà heurtée sans conséquence plusieurs fois et n'est pas conscient du risque. La canalisation est déjà affaiblie à la suite de nombreux chocs et aucune action corrective n'a été effectuée.
2. La dimension des voies réservées à la manutention, la proximité de l'installation de réfrigération et le choix des barrières de protection sont en cause.

---

[37] Etude d'accidents mettant en jeu l'ammoniac et réalisée en collaboration avec l'INERIS (Mmes ABIVEN & BAUCHET - Décembre 1994) et rapports de l'Inspection des Installations Classées.

Enseignements tirés

- **Conception des installations - Dimensionnement - Ergonomie :** un équipement sensible de l'installation (canalisation de purge) ne dispose pas d'une protection efficace et de fiabilité éprouvée dans le temps.

  Une partie "sensible"de l'installation n'est pas ou est insuffisamment signalée. Le risque présenté n'est pas identifié.

  Les accès au tunnel de congélation sont mal dimensionnés où l'équipement de transport utilisé est inadapté (taille, manoeuvrabilité, etc.).

- **Exploitation - Maintenance :** la surveillance du bon état de l'installation et notamment des dispositifs de sécurité protégeant les équipements sensibles est insuffisante.

- **Formation :** les employés ne sont pas suffisamment formés aux risques présentés par l'installation et aux mesures à prendre en présence d'une fuite d'ammoniac (alerte de l'encadrement, etc.).

Les parades : la protection physique de la purge est renforcée ("pare-chocs" bas avec main courante à distance suffisante des tuyaux de l'évaporateur). Le personnel doit être sensibilisé aux risques présentés par l'ammoniac et aux premières mesures à prendre lors d'une fuite de produit notamment (alerte, etc.).

6) Accident du 17 février 1994 (50 - DUCEY)[37/38]

Un violent incendie détruit une fromagerie considérée comme la plus moderne d'Europe.

Description de l'événement : l'usine fonctionne en 3 x 8 sous la surveillance d'une vingtaine d'employés (170 en journée). L'un d'eux, appartenant au service d'entretien, découvre les premières flammes à 4 h 15 derrière une machine à emballer. Trois employés arrivent en renfort avec des extincteurs mais doivent rapidement abandonner leurs efforts. L'incendie prend de l'importance, une fumée épaisse et irritante se dégage. L'usine est évacuée et les sapeurs pompiers volontaires de DUCEY sont alertés à 4 h 22.

Tous les véhicules disponibles sont engagés conformément au plan d'intervention. Le chef de corps travaille depuis de nombreuses années dans l'usine (maintenance des installations) et en connaît parfaitement les points sensibles. Les bâtiments occupent une surface de 15 000 m2. Ils sont imbriqués et recoupés en cellules tel un labyrinthe. Les murs et les plafonds sont remplis de mousse de polyuréthane pour maintenir la température et le degré d'humidité de l'air. Dix tonnes d'ammoniac sont présentent dans les installations de réfrigération, 20 000 l de soude et 130 000 l de fuel lourd et léger sont stockés dans l'établissement.

La lutte contre l'incendie commence à 4 h 34. Au fur et à mesure de l'arrivée des renforts, les pompiers essaient de stopper le front de flammes qui pénètre progressivement

---

[38] Revue FACE AU RISQUE n° 303 (R. DOSNE - mai 1994).

au coeur de l'usine sans rencontrer d'obstacle. Les flammes courent dans les murs et les plafonds, alimentées par les mousses isolantes et denses assurant leur stabilité. De nouveaux renforts sont demandés à 5 h compte tenu de la violence et de la propagation rapide des flammes ainsi que des gaz toxiques émis. La structure métallique du bâtiment central s'effondre progressivement. Il est impossible de pénétrer dans les locaux. La fumée y rend la visibilité nulle et l'ossature métallique non protégée présente une faible tenue. Les porte-lances tentent de progresser malgré la fumée, la chaleur et les effondrements ; tous travaillent sous appareils respiratoires isolants. Progressivement, 80 hommes se déploient autour du brasier sans parvenir à contenir le feu qui a envahi en 3/4 d'heure 12 000 des 15 000 mètres carrés de l'usine.

A 7 h 22, 7 centres de secours sont engagés. Les moyens se concentrent vers le seul mur de maçonnerie, au fond du bâtiment, et qui sépare les ateliers de la partie administrative de l'usine. Il n'est pas coupe-feu mais il constitue cependant un obstacle. Des portes sont ouvertes dans ce mur pour installer 6 lances et dresser un écran d'eau. Cette stratégie permettra de sauver les locaux administratifs de l'usine, son informatique et l'atelier de pré-traitement avec ses 20 000 l de soude. Sur une autre face du bâtiment, des locaux de stockage des emballages et abritant la centrale d'énergie sont également sauvés.

L'incendie est maîtrisé à 10 h. Un pompier intoxiqué est hospitalisé, 15 employés plus légèrement atteints et un pompier brûlé superficiellement à une main sont soignés sur place. Le feu continue cependant à consummer les chambres froides qui abritent 2,5 millions de fromages. L'absence d'accès et d'exutoires complique toujours l'intervention. Les décombres sont arrosés toute la journée pendant que des flammes sporadiques jaillissent des panneaux sandwich tordus où subsiste parfois un peu de mousse. Les opérations prennent fin à 20 h.

Analyse des causes : l'origine précise de l'incendie n'est pas connue mais son développement rapide est notamment due aux matériaux d'isolation des chambres froides.

"L'industrie alimentaire impose, pour des raisons d'hygiène et d'isolation, des parois imputrescibles, résistant aux acides et aux fréquents lavages. Le panneau sandwich composé de 15 cm de mousse de polyuréthane rigide emprisonnée entre 2 feuillles de tôle, d'aluminium ou de polyester est l'un des matériaux qui répond à ces critères. Il permet en outre d'obtenir, à un coût raisonnable, une excellente isolation thermique, de bonnes qualités mécaniques (rigidité) et un faible poids au mètre carré (charpente allégée)." [38]

Enseignements tirés

- **Conception des installations :** le développement généralisé de l'incendie est dû à l'insuffisance de murs de maçonnerie (le feu est stoppé partout où il y en a). Les panneaux sandwich ont des effets néfastes. La mousse qui les compose alimente le feu qui court ensuite entre les parois et devient inaccessible aux lances.

  Par ailleurs, les installations peuvent être très compactes et traversées par de nombreuses canalisations dont certaines véhiculent des produits toxiques (le frigorigène en particulier), compliquant ainsi l'accès, la circulation et la mise en oeuvre des secours. Une grande dispersion des installations entraînant

notamment une longueur importante des canalisations de transport du frigorigène, sans dispositifs de sectionnement en nombre suffisant ou peu automatisés, peut également amoindrir l'efficacité des secours (accident du 17 juin 1992 à SECLIN ci-dessous).

- **Connaissance des installations - Intervention :** toute intervention dans un tel environnement est difficile malgré la rapidité de l'alerte.

  Les employés réagissent rapidement mais ne peuvent maîtriser le début d'incendie.

  Le 1er directeur des secours connaît parfaitement l'usine. Les premiers moyens engagés peuvent être placés au mieux pour sauver ce qui peut encore l'être et éviter une aggravation du sinistre et un effet domino (explosion des capacités contenant de l'ammoniac, des cuves de fuel, etc.).

  En cas d'incendie, le point de regroupement des employés est placé sous le vent, dans l'axe des fumées irritantes. Quatre employés portés disparus durant les premières minutes de l'intervention avaient préféré se regrouper ailleurs.

Les parades : l'activité reprendra sur le site accidenté. L'usine sera reconstruite en séparant ou en recoupant notamment les différentes unités.

De manière générale, les mousses d'isolation, essentielles dans les entrepôts frigorifiques, posent des problèmes d'inflammabilité. Ces derniers peuvent notamment être résolus par des dispositions constructives adaptées (murs coupe-feu, protection physique des mousses isolantes par des profilés d'angle, cadres de portes et mastic, etc.).

De même, des visites des installations et des exercices doivent être régulièrement organisés entre les établissements concernés et les forces d'intervention publiques. Des plans régulièrement tenus à jour doivent également leur être communiqués (dans le cadre d'un P.O.I., etc.).

Compte tenu enfin de la rapidité de propagation et de l'ampleur potentielle de l'incendie, une ressource en eau suffisante doit être disponible à proximité pour permettre l'engagement rapide de lourds moyens. Un bassin de confinement doit pouvoir permettre de recueillir les eaux d'extinction susceptibles d'être polluées. Celles-ci peuvent éventuellement être recyclées lors du sinistre, constituant ainsi une ressource en eau complémentaire.

7) Accident du 17 mai 1993 (29 - GUERLESQUIN)[36]

Un ruisseau est indirectement pollué à la suite d'une fuite d'ammoniac dans une usine de production de viande de volailles.

Description de l'événement : une émission d'ammoniac se produit, à 21 h 30 et durant 20 mn, à partir d'une soupape située en toiture d'un local abritant les compresseurs d'une installation de réfrigération. La quantité d'ammoniac libérée n'est pas connue.

Une partie de l'ammoniac s'évapore dans l'atmosphère, le reste imbibe vraisemblablement une partie de la toiture. Un orage violent lessive alors le toit et entraîne l'ammoniaque résiduel dans le réseau des eaux pluviales. Ce réseau rejoint un ruisseau au niveau de la station de pré-traitement physico-chimique en amont de la station d'épuration communale. L'accident ne semble pas avoir eu de conséquences notables sur l'environnement.

Analyse des causes : la fuite d'ammoniac a pour origine la défaillance d'une électrovanne et une surpression dans l'installation de réfrigération.

Enseignements tirés

- **Environnement de l'installation :** une installation de réfrigération peut indirectement être l'origine d'une pollution des eaux superficielles. La fuite d'ammoniac provient d'une soupape mais tout autre rejet non canalisé (purge, fuite sur une tuyauterie, etc.) aurait pû avoir les mêmes conséquences.
- **Conception des installations :** la soupape de sécurité avec rejet en toiture, équipement destiné à assurer la sécurité des personnes, est conforme à la réglementation des appareils à pression de gaz. Celle-ci prévoit une collecte des rejets toxiques pour les évacuer jusqu'en un point où ils cessent d'être dangereux, notamment pour le personnel, mais ne demande aucun traitement spécifique du rejet.

Les parades : l'exploitant a changé l'électrovanne déficiente et la soupape. Il réalisera une étude visant à relier toutes les soupapes de sécurité situées en toiture à une bouteille pour collecter et piéger toutes les purges occasionnelles.

Les rejets occasionnels au niveau des soupapes pourraient être neutralisés (rampe de pulvérisation, lavage, etc.) ou incinérés (torche).

Une surveillance continue des effluents des réseaux des eaux pluviales et des eaux usées pourrait être prévue (détection pH ou ammonium).

8) Accident du 17 juin 1992 (59 - SECLIN) [36/37]

Dans une laiterie, un incendie ravage, sur une surface de 2 000 m^2, un bâtiment utilisé pour le stockage d'emballages en papier, carton et plastique.

Description de l'événement : l'incendie démarre vers 1 h 15. Il est découvert lors d'une ronde et l'alerte est donnée dans les 10 mn qui suivent. L'incendie se propage aux 2 000 m^2 d'un bâtiment dans lequel sont stockés 1 500 m^3 (pour un volume autorisé de 210 m^3) d'emballages.

Le bâtiment, autrefois utilisé comme chambre froide, est traversé par des canalisations d'ammoniac. Depuis la nouvelle utilisation du bâtiment et pour désaffecter les batteries de détente, ces canalisations sont bouchonnées à 2 m du pignon à l'intérieur du bâtiment, mais n'ont jamais été vidangées. L'incendie affecte les extrémités des canalisations en cul-de-sac.

Pour prévenir les risques engendrés par l'échauffement et les déformations, ces extrémités doivent être isolées du reste de l'installation de réfrigération qui contient 7 t d'ammoniac. Les travaux sont entrepris en sortie de chambre froide, dans une zone protégée contre l'incendie et située au-dessus de l'auvent couvrant le passage entre la chambre froide et le magasin. Une première opération de bouchonnage par caps débute dans la matinée sur la tuyauterie "détente" (2,2 b en phase gazeuse, ϕ 60 mm). Le soudage du caps est réalisé après dégazage de la partie de canalisation concernée (# 60 m), isolée à la suite de la fermeture (vers 2 h 30) des électrovannes d'isolement provoquée par la coupure générale de l'alimentation électrique. Les pompiers sont informés de l'intervention. En début d'après-midi, après fermeture des vannes d'isolement à commande manuelle situées dans la galerie, un 2ème bouchonnage débute par le sectionnement de la tuyauterie d'alimentation (3,5 b en phase liquide, ϕ 33 mm). Une quantité anormale d'ammoniac apparaît à ce moment. L'opérateur s'éloigne pour fermer une vanne située en amont sur le circuit à proximité du compresseur implanté dans un local à 100 m de là.

Durant son absence, un changement d'équipe s'effectue à 12 h parmi les pompiers qui surveillent les décombres. Un lieutenant de l'équipe montante est intrigué par les volutes blanches qui se développent au-dessus de l'auvent. Il s'en approche à environ 10 m et entre en contact avec le nuage d'ammoniac. Il sera évacué à l'infirmerie. Trente mn plus tard et après un dégazage incomplet, un manchon est soudé avec difficulté en raison de la présence d'ammoniac résiduel. Durant le dégazage de la tuyauterie d'alimentation, environ 60 l d'ammoniac se sont vaporisés.

Le coût des dommages s'élève à 20 MF.

Analyse des causes : un arbre de défaillance établi par l'INERIS est joint en annexe 8. L'origine de l'incendie n'est pas expliquée. Des traces d'effraction ont été cependant observées sur la palissade de l'enceinte.

L'incendie se développe dans un entrepôt voisin de l'installation frigorifique. L'intervention doit commencer par un isolement de certaines canalisations non purgées et inutili-

sées depuis longtemps. Il y a 2 canalisations entre l'entrepôt (ancienne chambre froide) et l'installation frigorifique en fonctionnement. L'une d'elles a été purgée et est isolée sans difficulté. La 2ème canalisation n'est pas purgée et des travaux importants sont nécessaires pour l'isoler.

La fuite d'ammoniac est liée à une étanchéité insuffisante des vannes de sectionnement. Seul lors de l'isolement de la conduite, l'opérateur doit quitter le lieu d'intervention pour fermer une vanne d'alimentation générale située à 100 m. Une organisation insuffisante des secours est à l'origine de l'intoxication de l'un des intervenants. Ce pompier en surveillance n'est pas informé des opérations en cours par l'entreprise et par ses collègues au moment de la relève.

Enseignements tirés

- **Environnement de l'installation :** la chambre froide est utilisée en entrepôt d'usage général sans avoir fait l'objet d'une mise en sécurité préalable suffisante (canalisations inutilisées non démontées ni purgées).
- **Conception des installations :** une grande dispersion des installations peut entraîner une longueur importante des canalisations de transport du frigorigène. Celles-ci sont alors difficiles à isoler si les dispositifs de sectionnement sont défaillants, en nombres insuffisants ou peu automatisés.
- **Exploitation - Maintenance :** les contrôles en exploitation doivent être fréquents et réguliers. Il doivent permettre de vérifier le bon fonctionnement des équipements sensibles (vannes d'isolement, dispositifs de sécurité, etc.), tout particulièrement sur les sections peu ou pas utilisées de l'installation.
- **Connaissance des installations - Formation :** l'opérateur connaît l'installation frigorifique puisqu'il sait comment l'isoler. Une seule personne semble cependant avoir une connaissance approfondie des installations dont les plans ne sont pas à jour.
- **Intervention :** l'intervention se déroule avec de nombreuses difficultés. Celles-ci ne sont cette fois pas dues à la violence de l'incendie lui-même mais aux travaux annexes à réaliser pour mettre en sécurité une partie des installations. Des canalisations doivent être vidangées et dégazées et les vannes ne sont pas étanches. Des travaux importants sont nécessaires.

  Des tuyauteries mal dégazées peuvent entraîner un risque d'explosion de l'ammoniac, surtout si des travaux de soudure sont nécessaires pour isoler l'installation.

  Toute la zone accidentée et l'ensemble du circuit auraient dus être consignés compte tenu de la nature et de l'importance des interventions à réaliser sur le circuit frigorifique. Une erreur est commise lorsque les intervenants se fient à une seule vanne pour isoler le circuit. Celle-ci n'est pas étanche ; un pompier est intoxiqué.

Les parades : une étude est demandée pour évaluer les risques liés à la connexité des installations de production froid et des chaudières implantées dans le même local, ainsi

que sur la diffusion d'ammoniac tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments abritant les équipements de réfrigération. Cette étude doit permettre de déterminer les mesures complémentaires à mettre éventuellement en oeuvre (vannes d'isolement complémentaires, détecteurs d'ammoniac, fermetures automatiques de vannes, etc.).

Les équipements de réfrigération sont expertisés par un organisme indépendant. Un contrôle exhaustif périodique de ces derniers est demandé, la durée entre 2 contrôles ne pouvant excéder 6 mois. Un personnel technique spécifiquement formé à la constitution et au fonctionnement des installations de réfrigération doit être joignable à tout moment.

Une limitation des canalisations en phase liquide à 50 mm de diamètre est également imposée sur une nouvelle installation de réfrigération en cours d'autorisation.

9) Accident du 18 juillet 1991 (29 - LANDERNEAU)[39]

Une fuite d'ammoniac se produit dans la salle des machines d'un entrepôt frigorifique.

Description de l'événement : l'accident se produit 40 mn après la mise en service de l'installation. Les employés d'une usine voisine sont incommodés et donnent l'alerte avant d'évacuer leur établissement ; 5 d'entre eux sont hospitalisés.

Muni d'un masque de protection, un employé de l'entrepôt actionne l'arrêt d'urgence de l'installation accidentée et constate que la fuite provient de l'ouverture de 2 soupapes de sécurité :

- la soupape du collecteur HP sur l'entrée d'un condenseur,
- la soupape du réfrigérant d'huile d'un compresseur sur la tuyauterie HP piquée en sortie du réservoir liquide HP.

Analyse des causes : le rejet d'ammoniac se produit à la suite de la défaillance de l'électro-vanne d'injection de la bouteille MP. Remise en route, cette électro-vanne fonctionne normalement après quelques sollicitations en position manuelle puis automatique. La défaillance de la vanne, durant un temps indéterminé, a provoqué un engorgement du circuit HP (réservoir et condenseur) et l'ouverture des soupapes de sécurité. Le vent a rabattu le nuage d'ammoniac vers l'usine voisine.

Enseignements tirés

- **Environnement de l'installation :** une autre usine est située à proximité de l'établissement. Aucune information réciproque sur les risques présentés par les installations n'existe.
- **Conception des installations :** les dispositifs de détection et d'alarme sont insuffisants. L'exploitant est indirectement informé de l'accident par les

[39] Compte rendu d'accident de l'exploitant.

employés d'une usine voisine. Les rejets accidentels d'ammoniac par les soupapes peuvent être importants et ne sont pas traités.

- **Entretien - maintenance :** les vérifications périodiques effectuées sur l'installation n'ont pas empêché l'apparition d'un "défaut fugitif". La redondance des équipements importants pour la sécurité est une nécessité.
- **Intervention :** des exercices internes ammoniac / incendie sont organisés régulièrement. L'opérateur a bien réagi.

Les parades : l'électro-vanne est remplacée par mesure de précaution, de même que le pressostat de sécurité HP du compresseur et les soupapes qui ont fonctionné (crainte d'une partie de leur efficacité).

Les pressostats de sécurité HP sont doublés par un pressostat de sécurité générale HP montés sur le collecteur général HP. Ce pressostat est réglé à une pression de déclenchement intermédiaire entre les pressostats de sécurité des compresseurs HP et la pression de levage des soupapes de sécurité du circuit HP.

Des exercices seront organisés avec l'usine voisine.

10) Accident du 11 octobre 1990 (26 - MONTELIMAR) [37/39]

Une installation de réfrigération s'arrête durant la nuit dans un entrepôt frigorifique. Une fuite d'ammoniac se produit lors de son redémarrage dans la matinée.

Description de l'événement : à la reprise du travail, le responsable constate que l'installation de réfrigération est arrêtée. Il vérifie les divers équipements, remarque un niveau liquide élevé dans le réservoir MP mais qui ne lui paraît pas présenter de danger et démarre normalement un compresseur HP. Lorsque la régulation enclenche la mise en service des compresseurs BP, le compresseur HP aspire de l'ammoniac liquide et éclate. Une quantité importante d'ammoniac gazeux s'échappe.

Le responsable présent coupe l'alimentation électrique mais doit attendre l'arrivée des pompiers pour pouvoir pénétrer avec eux dans la salle des machines et fermer les vannes d'isolement du compresseur défaillant. Tous les équipements nécessaires, combinaisons, masques et bouteilles d'air sont disponibles sur place.

Les pompiers relèvent de 15 à 25 ppm d'ammoniac dans le quartier situé au sud de l'entrepôt. Ils procèdent à l'évacuation des maisons, d'un supermarché et des services techniques de la ville. La situation redevient normale dans le voisinage 2 heures plus tard.

Analyse des causes : un arbre de défaillance établi par l'INERIS est joint en annexe 8. L'installation s'arrête à la suite d'un problème de régulation.

Le compresseur n'a pas été vérifié depuis mai 1987. Dans celui-ci, un disque de rupture permet une communication entre aspiration et refoulement. Ce disque est retrouvé

détruit dans le collecteur de refoulement (à la suite de la dépressurisation induite par la rupture du carter ?). La bobine de la vanne motorisée séparant le réservoir MP du réservoir BP est défaillante. L'exploitant ne peut préciser si la vanne est restée en position ouverte ou fermée.

La rupture du carter du compresseur peut être imputable à la conjonction de plusieurs facteurs (défaillance d'une vanne motorisée, surpression due à la compression d'ammoniac liquide, choc thermique lors de la phase de démarrage, etc.).

Enseignements tirés

- **Environnement de l'installation :** en raison de l'activité exercée, ce type d'établissement est souvent implanté dans ou à proximité immédiate du tissu urbain. L'information du public et la réalisation de POI et de PPI sont à envisager en fonction de la taille de l'installation et des risques induits (incendie / rejet toxique).
- **Conception des installations :** l'installation de réfrigération ne dispose pas de sécurités suffisantes (absence d'alarme de niveau haut sur les réservoirs, absence de clapet anti-retour, pressostat sur le compresseur, arrêt automatique de l'installation en cas de surpression).
- **Exploitation :** il n'existe pas de procédure de redémarrage de l'installation après un déclenchement.
- **Maintenance - Entretien :** quel est l'état du compresseur au moment de l'accident ? Un accident s'est déjà produit sur l'installation en août 1990 à la suite de la défaillance d'une vanne d'isolement (accident du 1er août 1990 ci-après). La durée entre 2 vérifications à effectuer sur les compresseurs (voir d'autres équipements) ne doit pas être trop longue.
- **Intervention :** les protections individuelles doivent être suffisantes, ce qui n'est pas le cas lorsque seuls des masques à cartouches sont disponibles.

Les parades : l'exploitant doit définir une fréquence de visite de ses appareils qui ne devrait pas excéder 1 an.

Des disques de sécurité dont la pression de rupture est en rapport avec la pression réelle d'utilisation de l'installation, un clapet anti-retour entre les réservoirs MP et BP et un détecteur de niveau dans le réservoir MP (pour empêcher la mise en route des compresseurs si le niveau de liquide dépasse un seuil déterminé) seront mis en place

11) Accident du 8 octobre 1990 (55 - DIEUE-SUR-MEUSE) [37/39]

Dans une fabrique de crèmes glacées, une fuite d'ammoniac se produit sur une installation de réfrigération.

Description de l'événement : vers 18 h 30, une fuite de 50 l d'huile puis de 350 kg d'ammoniac se produit sur l'un des 4 compresseurs situés en sous-sol de l'installation de réfrigération. L'installation contient au total 1 000 kg d'ammoniac. La fuite se produit sous une pression de 10 b puis sous 2 b par un orifice d'un diamètre de 22 mm.

Le personnel de l'usine, équipé de masques à cartouche, intervient immédiatement pour fermer 2 vannes situées à l'aspiration et au refoulement du compresseur. L'importance de la fuite ne leur permet pas de fermer 3 vannes en "T" situées sur un circuit de retour gaz chaud (vapeur sèche d'ammoniac à 60°C) en partie supérieure d'un déshuileur.

Les pompiers interviennent à 20 h 00 et arrivent à fermer les 3 vannes. Par mesure de sécurité, le personnel de l'entreprise est évacué mais l'équipe suivante peut reprendre le travail à 21 h 00. L'installation est vérifiée et remise en service le lendemain.

Analyse des causes : un arbre de défaillance établi par l'INERIS est joint en annexe 8. La rupture d'un voyant à vitre permettant de contrôler la circulation et l'état de l'huile circulant dans le compresseur est à l'origine de la fuite d'ammoniac. Ce voyant est situé en amont du compresseur et avait été remplacé lors de sa révision.

Les vannes du compresseur peuvent être fermées alors que les autres restent ouvertes. L'ammoniac chaud de l'installation "freezer" est refoulé par les vannes ouvertes et pénètrent dans le déshuileur. Celui-ci est vide, l'ammoniac en ressort par une canalisation en point bas pour s'échapper par le voyant cassé.

Enseignements tirés

- **Conception des installations :** les canalisations de départ "freezer" ne sont pas équipées d'un clapet anti-retour. Pour isoler l'installation, de nombreuses vannes doivent être fermées et celles-ci ne peuvent être sectionnées à distance. La complexité des circuits, le nombre élevé des organes de sectionnement à manoeuvrer et un manque d'automatisme compliquent d'autant l'intervention.

  L'accident de MALMÖ-SKANE (SUEDE) qui se produit sur une unité de réfrigération dans une usine chimique, le 29 octobre 1989 (cas n° 133), est lui aussi particulièrement illustratif. Une brèche de 300 mm sur une canalisation entraîne la fuite de 5 t d'ammoniac et la formation d'un aérosol dense dans un bâtiment. L'arrêt de la fuite demande la fermeture de 20 vannes et l'intervention de 15 personnes. Les secours doivent préalablement s'entraîner au déroulement des opérations et aux gestes nécessaires dans une installation voisine comparable. Trois tentatives seront ensuite nécessaires pour stopper la fuite.

- **Maintenance - Entretien :** le tube de contrôle éclate alors qu'il a été remplacé lors d'une révision. Est-il procédé à un contrôle des pièces détachées (tube défectueux) ? Est-on en présence d'un mauvais montage (consignes, outils utilisés, etc.) ?
- **Connaissance des installations - Formation :** les vannes d'aspiration et de refoulement du compresseur peuvent être fermées en provoquant une dépression dans l'installation. Il n'y a pas de système de consignation automatique. Des consignes d'intervention existent-elles ?

  Le personnel manque de formation à l'intervention en cas d'urgence et de connaissance des installations.
- **Intervention :** les équipements disponibles ne permettent pas une intervention de longue durée. Ces équipements doivent être adaptés au risque (les masques à cartouches ne sont pas suffisants car il peuvent être rapidement saturés lors d'une fuite d'ammoniac importante). Des équipements étanches (scaphandres, ARI) doivent être mis à la disposition des opérateurs qui doivent être entraînés à les utiliser.

Les parades : la mise en place d'une ventilation plus puissante avec traitement de l'effluent résiduel peut être envisagée, ainsi que de vannes avec clapets anti-retour et sectionnement à distance.

12) Accident du 3 octobre 1990 (14 - MONDEVILLE)[40]

Un incendie se déclare dans un entrepôt frigorifique en cours de réfection.

Description de l'événement : le sinistre se produit au cours d'aménagements visant essentiellement à la réfection de l'installation électrique d'éclairage et à améliorer l'isolation thermique des chambres froides. Les 3 chambres concernées ne contiennent aucune marchandise.

L'incendie se déclare à 12 h 10 en l'absence de tous les ouvriers partis déjeuner. L'alerte est donnée 15 mn plus tard par le chef d'entrepôt domicilié face à celui-ci. Les pompiers arrivent rapidement sur les lieux et maîtrisent le sinistre à 14 h 30. Il n'y a pas eu de fuite d'ammoniac consécutive à l'incendie.

Analyse des causes : l'incendie démarre dans une chambre dont l'ancien éclairage est démonté et le nouvel éclairage partiellement remis en service. L'isolation thermique est améliorée par projection de mousse polyuréthane sur le plafond des chambres. L'éclairage des travaux est assuré par un spot halogène puissant normalement débranché à chaque fin de travaux. Ce spot peut être à l'origine du sinistre.

---

[40] Note de l'Inspection des Installations Classées établie d'après un rapport d'expertise des assurances.

Enseignements tirés

- **Conception des installations :** l'inflammabilité des matériaux constituant l'isolation, surtout lorque ces derniers ne sont pas protégés (chambres en réfection) est constatée une nouvelle fois.

  L'incendie s'est arrêté au mur de parpaings séparant les chambres froides de la salle des machines (voir accident du 17 février 1994 - DUCEY).

- **Surveillance du chantier et consignes :** le risque d'inflammation des mousses lors des travaux est sous-estimé. Des consignes spécifiques étaient-elles prévues ? Le chantier est-il suffisamment surveillé ?

13) Accident du 1er août 1990 (26 - MONTELIMAR) [37/39]

Dans un entrepôt frigorifique, une fuite d'ammoniac a lieu lors d'une opération de maintenance sur une installation de réfrigération

Description de l'événement : une vanne défectueuse doit être changée sur le circuit BP d'une installation de réfrigération. Après avoir inspecté sur place l'installation, l'intervenant neutralise la section du circuit où se trouve la vanne défaillante.

Equipé d'un masque, l'intervenant desserre la vanne pour finir de purger le circuit en ammoniac gazeux. Cette opération dure généralement une vingtaine de secondes. L'opérateur constate que le débit de la purge augmente progressivement au lieu de diminuer et décide de resserrer rapidement la vanne. Il prend la clé à cliquet qu'il a laissé sous la vanne mais ne peut s'en servir, celle-ci s'étant bloquée au contact du jet froid d'ammoniac. Son masque commençant à saturer, l'intervenant décide de s'équiper d'une combinaison de protection et d'un masque équipé de bouteilles d'air comprimé (4 masques et 2 équipements complets sont répartis dans l'entrepôt). Ce n'est qu'une fois équipé et muni d'une nouvelle clé qu'il arrive à resserrer la vanne et a stopper la fuite. La porte arrière de la salle des machines est restée ouverte durant l'incident.

Selon l'opérateur, la fuite n'est pas importante ; elle dure une vingtaine de minutes et libère 3 à 5 l d'ammoniac (1 200 l présents dans l'installation). Le gaz toxique sort du local par la porte ouverte et se propage le long du bâtiment, en direction des premières maisons situées au sud. Il incommode une femme enceinte qui est hospitalisée.

Analyse des causes : un arbre de défaillance établi par l'INERIS est joint en annexe 8. Le responsable de l'entrepôt frigorifique est en vacances et les travaux sont confiés au responsable du service d'entretien. L'intervenant ne trouve pas les plans des circuits et ne connaît pas l'existence d'une canalisation reliant le réseau moyenne pression au réseau basse pression sur lequel il doit intervenir. Sur la canalisation neutralisée, une électrovanne s'ouvre et laisse passer de l'ammoniac liquide.

Un équipement de protection et un outillage inadaptés augmentent la durée de la fuite d'ammoniac. La salle des machines dispose de 2 issues. L'une donne dans le hall de l'entrepôt et l'autre permet d'accéder à un quai situé derrière le bâtiment. Cette 2ème porte est toujours ouverte pour ventiler la salle des machines. La ventilation mécanique existante est insuffisante (1 petit ventilateur).

Enseignements tirés

- **Conception des installations :** la ventilation du local est insuffisante et une porte reste ouverte en permanence pour aérer le bâtiment. La protection passive qu'il représente (confinement) est inopérante.
- **Maintenance - Entretien :** la vanne du circuit BP fuit. Des contrôles préventifs sont ils effectués sur l'installation ? Quelle en est la périodicité ?
- **Organisation :** l'opérateur est seul au moment de l'intervention. Aucune consigne n'a été passée au moment des congés. Il n'y a pas d'organisation des astreintes en cas d'absence du responsable de l'atelier. La connaissance de l'installation repose sur une seule personne et disparaît lorsque celle-ci est absente.
- **Connaissance des installations - Formation :** l'opérateur ne connait pas l'installation et n'identifie pas la tuyauterie HP / BP. Les schémas de l'installation ne sont pas disponibles. La connaissance des risques liés à ce type d'installation est insuffisante. Les conséquences des actions menées sur l'installation ne sont pas identifiées.
- **Intervention :** l'outillage (clé à cliquet) n'est pas adapté à l'opération en cours (grippage rapide sous l'action du froid).

Les moyens de protection individuels (masques à cartouche) rapidement saturés et inutilisables sont inadaptés. Des moyens adaptés (ARI, combinaisons étanches) sont présents sur le site mais l'opérateur a des difficultés pour s'équiper seul.

Les parades : les principaux aménagements demandés concernent l'installation des compresseurs et des installations électriques (transformateurs, etc.) dans des locaux séparés, la mise en place d'une ventilation efficace à double seuil de déclenchement avec une cheminée d'évacuation en toiture, l'agrandissement de la rétention située sous les compresseurs et la modification des issues de la salle des machines.

SYNTHESE DES INFORMATIONS RASSEMBLEES

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Les risques

Les unités de réfrigération à l'ammoniac et les installations connexes (entrepôts, chambres froides, etc.) présentent 2 risques principaux :

- un risque toxique associé à la quantité plus ou moins importante d'ammoniac utilisée comme frigorigène. Plus de 73 % des accidents français étudiés (98 % à l'étranger) ont entraîné une émission d'ammoniac.

  Dans 52 % des accidents français étudiés (93 % à l'étranger), le gaz toxique est libéré dans l'atmosphère. Il peut aussi conduire à une pollution des eaux à la suite d'un déversement dans les égouts (ammoniac pur ou en solution dans des eaux de rinçage de l'installation, d'abattage d'un nuage ou d'extinction d'un incendie). En France, cette pollution est relevée dans 18 % des cas.

- un risque incendie (34 % des accidents recensés) lié essentiellement à l'utilisation d'une grande quantité de matériaux d'isolation plus ou moins combustibles.

  Les premières isolations réalisées utilisaient le liège ; un incendie était alors difficile à éteindre et pouvait couver pendant des jours. Le risque était cependant faible par rapport à celui qui résulte de l'adoption d'une isolation en mousses de polystyrène ou de polyuréthane, surtout si ces dernières ne sont pas de qualité "auto extinctible". Un incendie peut alors se propager rapidement en dégageant des vapeurs très toxiques[41].

  Enfin les marchandises elles-mêmes (la viande congelée peut brûlée vivement si elle est exposée suffisamment longtemps à une source de chaleur importante par exemple) et les emballages peuvent entretenir l'incendie.

---

[41] Prévention des incendies et sécurité dans les entrepôts frigorifiques (A.E.E.F. / I.I.F. Commisssion D11 - 1982).

a) Le risque toxique[42/43]

En fonctionnement normal (hors dégivrage), la répartition en masse de l'ammoniac dans une installation de réfrigération est de 10 % dans le ballon HP (50 % lors du dégivrage des évaporateurs, 1 à 2 fois/jour soit 8 h 00 h/j), 20 % dans le ballon BP, 20 % dans les tuyauteries et 50 % dans les évaporateurs [44].

- Avec près de 30 % de cas connus, les fuites sur canalisations représentent la source principale des incidents et des accidents.
- La rupture instantanée d'une canalisation n'est pas un événement rare. Ce type d'accident représente 11 % des accidents en France (14 % à l'étranger). La plus grosse canalisation en phase liquide est généralement celle qui relie les pompes basse pression de l'installation aux évaporateurs. Le débit d'ammoniac est élevé (n fois le débit vaporisé) mais la pression est relativement faible (3 à 4 bars au-dessus de la pression d'évaporation). A l'exclusion de quelques segments, cette canalisation qui est généralement à l'intérieur des bâtiments, peut être moins dangereuse qu'une liaison condenseur / réservoir liquide HP située à l'extérieur de tout local confiné.

  Une canalisation peut parfois se rompre lors d'une surpression générée à la suite d'une mauvaise exploitation ou d'une erreur de conception ou de positionnement de tuyauteries. Une surpression augmente le risque de propagation d'ondes de choc dans les tuyauteries de liquide. Les chocs se produisent essentiellement au moment du cycle de dégivrage au gaz chaud des systèmes basses températures et le plus souvent, soit lors de l'ouverture, à la fin du cycle de dégivrage, de la vanne d'arrêt à l'aspiration (onde de choc dans la tuyauterie d'aspiration liquide), soit à l'ouverture, au début du cycle, de la vanne solénoïde de gaz chauds (onde de choc dans le serpentin).

  De graves accidents peuvent aussi être provoqués par des coups de bélier dans des canalisations entaillées ou fissurées ; d'où la nécessité d'une soudure de bonne qualité dans toute l'épaisseur du tuyau [42].
- A la suite d'un incident ou d'un dérèglement de la partie BP du circuit, un "coup de liquide" peut également se produire si de l'huile, de l'ammoniac liquide ou un mélange des deux afflue brutalement dans les cylindres du compresseur. L'incompressibilité du liquide peut entraîner l'éclatement de la culasse du compresseur. Pour prévenir ce grave danger, l'Arrêté Ministériel du 25/04/79 rend obligatoire la mise en place d'un dispositif anti-coup de liquide pour assurer une décompression automatique dans chaque cylindre avant que la pression interne n'atteigne une valeur excessive. Le fluide décomprimé peut être retourné dans une section de pression moins élevée de l'installation ou sur un dispositif de sécurité (soupape, capacité de sécurité en amont du compresseur, etc.). La présence de ce dispositif de

---

[42] L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

[43] Guide d'étude des risques technologiques (AFF / Club Ammoniac - 1995).

[44] Réunion S.E.I. / Profession du 27 juillet 1993 (compte rendu du 4 août 1993).

décompression n'est pas obligatoire pour les compresseurs hermétiques ou à vis, ainsi que pour les compresseurs dont le débit balayé par cylindre est inférieur à 25 m3/h. Une soupape placée entre haute et basse pression doit également protéger le compresseur dans le cas de la fermeture accidentelle d'une vanne de refoulement en marche normale de l'installation.

- L'ammoniac est un puissant solvant qui, lors de son chargement, entraîne poussières, tartre, sable et humidité résiduels, dans les canalisations, les réservoirs, les vannes et autres composants[53]. Des nettoyages réguliers et soignés de l'installation doivent être réalisés tout au long des opérations de montage (brosse métallique rotative, air ou azote comprimé, etc.).
- En réfrigération, la perte instantanée de confinement sur un réservoir d'ammoniac est évoquée dans 9 % des accidents étrangers mais aucun exemple n'est connu en France. La bouteille accumulatrice HP, généralement située à l'extérieur des bâtiments, constitue le point le plus sensible des installations. Elle renferme en effet l'ammoniac à la pression la plus élevée et son volume peut avoir une incidence prépondérante lors de la détermination des distances de concertation (urbanisation, PPI). Les autres capacités (bouteilles MP ou BP, calandres des évaporateurs, etc.) ont des pressions de service plus faibles malgré des volumes souvent plus grands et sont généralement confinées à l'intérieur des bâtiments.
- Des fissures de corrosion par contraintes ont parfois été observées dans de l'acier ferritique utilisé dans la fabrication des réservoirs d'ammoniac. De telles fissures, parfois à l'origine de fuites d'ammoniac, ont été constatées dans les installations frigorifiques. La présence de quelques ppm d'oxygène dans l'ammoniac liquide ou de quelques millièmes de ppm dans l'ammoniac gazeux est parfois suffisante pour provoquer ces fissures. L'air doit en conséquence être entièrement purgé des installations.

  Une teneur en eau minimale de 0,2 % dans l'ammoniac contribue à la prévention de ces fissures[45]. Le côté HP d'un système de compression est le plus sensible car il présente souvent une teneur en eau inférieure à 0,2 %. Enfin, le risque de fissures est plus faible à des températures inférieures à - 5°C et dans les réservoirs en acier au carbone de faibles résistances à l'étirage (de moins de 350 N/mm^2) qui ont été recuits après soudage.
- Contrairement à l'ancienne pratique, les soupapes de sécurité haute pression ne doivent pas être liées entre elles par un collecteur commun dont l'extrémité extérieure est dirigée vers le bas afin d'empêcher les entrées d'eau de pluie. Le gaz doit de préférence être dégagé à grande vitesse vers le haut pour en favoriser la dispersion[52].

---

[45] L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

- Une étude suédoise[46] indique que la majeure partie des fuites se présente sur le côté BP où il y a souvent une dépression. Ces fuites ont souvent pour origine :
  - une erreur opérationnelle, vanne ouverte pendant la purge, drainage d'huile, flexible (matériau) inadapté, flexible / tuyau non protégé, impureté dans une vanne qui ne peut fermer,
  - joints : mal placés, matériaux inadaptés, vieux matériaux,
  - mauvais joints soudés : matériau inadapté dans les tuyaux (hors réservoir sous pression) qui devient fragile à basse température,
  - corrosion : uniquement sur l'extérieur rapidement détectée à l'inspection ("la corrosion commence comme une tête d'épingle et peut sentir mauvais pendant plusieurs jours ou semaines" ?). Le site est inspecté et le composant remplacé,
  - erreur de procédé intérieure au démarrage/à l'arrêt de l'installation et réversion automatique du dégivrage au gaz chaud,
  - combinaison d'une modification intérieure du procédé et d'un autre défaut extérieur décrit ci-avant.

  L'auteur précise enfin, d'une part, que la plupart des fuites se produisent sous forme gazeuse et peuvent être maîtrisées localement et, d'autre part, que les tuyaux ne se cassent pas directement, des fissures ou des déchirures pouvant survenir comme conséquence à une influence physique extérieure. Un orifice correspondant au maximum à environ 20 ou 30 % du diamètre survient dans tous les cas, ce qui limite le volume de la fuite par unité de temps.

  Les défaillances décrites ci-dessus se rencontrent effectivement souvent. Cependant, les accidents présentés dans cette étude obligent à être plus circonspects. De nombreux rejets se sont produits sur les sections HP des installations et plusieurs ruptures franches de canalisations sont signalées (sections soumises à des vibrations en sortie d'un compresseur par exemple, corrosion externe, etc.). On ne peut également négliger le risque d'un effet domino, une capacité ou une canalisation contenant de l'ammoniac se retrouvant par exemple prise dans un incendie. Enfin, les réparations ne se déroulent pas toujours aussi rapidement que prévues (installations abandonnées, présence des employés, connaissances suffisantes de l'installation ou des travaux à effectuer, etc.), entraînant ainsi de nombreuses interventions des services de secours externes à l'entreprise.

---

[46] Ammoniac, références et évaluation des risques pendant l'utilisation dans les installations de froid (AGA - FRIGOSCANDIA/ A. LINDBORG - 1994).

b) Le risque incendie / explosion

Les incendies et les explosions peuvent concerner l'ammoniac contenu dans les unités de réfrigération et/ou les installations annexes (chambres froides et leur isolation thermique en particulier).

- L'ammoniac est considéré comme un gaz relativement peu inflammable [47] et ne semble présenter un risque d'explosion qu'en milieu clos [48/49]. Ses limites d'inflammabilité dans l'air sont comprises entre 15 et 28 %. Une étude indique cependant que la L.I.E. peut être réduite de 4 % pour un aérosol d'huile et d'ammoniac (fuite simultanée de lubrifiant) [50/51]. De même, il est pratiquement impossible d'éviter la présence d'hydrogène de décomposition, donc par endroit à l'état naissant [52]. En effet, si l'ammoniac pur en milieu inerte ne se décompose qu'à partir de 200°C, sa dissociation en azote et en hydrogène commence déjà vers 110 à 120°C en présence d'eau et de fer. L'air et l'huile contribuent également à cette dissociation.

  Il est douteux que la présence d'air (entre 75 et 97 % en volume à la pression atmosphérique) dans une unité en exploitation, ou que la seule combustion d'huile de graissage, sans autre circonstance favorable, puisse induire la combustion et l'explosion de l'ammoniac. Par contre, il faut noter que les limites d'explosivité de l'hydrogène atomique sont comprises entre 4,1 et 75 %. Dans ces conditions, il est probable que des cas suspects d'explosion d'unité d'ammoniac soient en fait des explosions d'hydrogène ayant entraîné des incendies au cours desquels des explosions secondaires d'ammoniac ont pu se produire, la majeure partie de l'ammoniac étant brûlée sans explosion [52].

  Ce qui précède, justifie la nécessité :

  - d'une bonne déshydratation des circuits à compression d'ammoniac (qui ne semble pas toujours être réalisée au mieux) même si des traces d'eau n'entraînent pas par ailleurs un risque de corrosion important,
  - d'éviter l'emploi de nickel (catalyseur très actif) dans les circuits d'ammoniac,
  - de bien surveiller les pressions et de purger les incondensables dès que leur présence est détectée (la présence de désaérateurs continus est à privilégier),

---

[47] Fiche toxicologique n° 16.(I.N.R.S.)

[48] Les explosifs occasionnels (Lavoisier TEC&DOC/ Louis MEDARD - 1987).

[49] L'ammoniac / Collection Enviroguide (Environnement Canada - 1985).

[50] Guide d'étude des risques technologiques (AFF / Club Ammoniac - 1995).

[51] Colloque A.F.F. / Institut international de réfrigération de l'ammoniac (U.S.A.).

[52] Réfrigération industrielle (EYROLLES / Jean-Georges CONAN - 1988).

- de purger régulièrement l'huile sans oublier celle qui est présente dans les évaporateurs même dans les cas difficiles (installations de congélation),
- de n'utiliser la soudure in situ, lors de réparations éventuelles, qu'avec prudence et que si une circulation d'azote (ou autre gaz neutre) peut être réalisée à l'endroit de la soudure ; le matériau devant par ailleurs être bien refroidi de part et d'autre de la soudure,
- de n'utiliser que du courant basse tension pour alimenter les appareils de contrôle et de sécurité en contact avec le fluide.

• L'isolation thermique des bâtiments (chambres froides, etc.) met souvent en oeuvre des matériaux tels que les panneaux composés de mousse de polyuréthane prise en sandwich entre 2 parois métalliques (aluminium) ou plastiques (polyester). Conscients de la vulnérabilité au feu de ces panneaux, les fabricants proposent d'autres solutions[53] :

- mousses de polyuréthane imprégnées d'un produit ignifuge, mais dont le maintien de l'efficacité dans le temps reste à prouver,
- panneaux de laine de roche. Le comportement de ce matériau, d'un usage récent, soumis à l'humidité de la condensation dans le panneau est encore mal connu.

Des statistiques de l'association des assureurs I.A.R.D. de la R.F.A. ont mis en évidence près de 50 incendies qui se sont déclarés dans des salles ou des entrepôts frigoriques entre 1966 et 1977. A l'exception de 2 actes de malveillance, les causes de ces incendies étaient principalement liées à des déficiences de l'installation ou de l'équipement électrique (notamment au niveau des encadrements de portes ou des passages de câbles dans les murs isolés), ainsi qu'à des travaux de soudure ou d'oxydécoupage. Un cas d'imprudence est également signalé à la suite du dégèlement d'un évaporateur de chambre froide à la flamme nue[54]. Ce dernier cas excepté, dans de nombreux accidents étudiés dans cette monographie, les causes des sinistres restent identiques.

---

[53] Revue FACE AU RISQUE n° 303 (R. DOSNE - mai 1994).

[54] Prévention des incendies et sécurité dans les entrepôts frigorifiques (A.E.E.F. / I.I.F. Commisssion D11 - 1982).

Les conséquences

Hors dégâts matériels et accidents lors du démantèlement des installations abandonnées, les cas étudiés n'ont eu que rarement des conséquences à l'extérieur des établissements. Aucun décès de personnes appartenant au public n'a été ainsi observé. Une étude suédoise [55] réalisée à partir de plusieurs rapports d'accidents en réfrigération relève également qu'aucune personne n'est décédée ou n'a été gravement blessée à une distance supérieure à 150 ou 200 m de la fuite d'ammoniac. Cette étude indique également que si l'ammoniac forme un brouillard blanc dans une ambiance close, la mauvaise visibilité indique que la concentration est supérieure à 4 % ; une visibilité acceptable signifie que la limite de combustion n'est pas atteinte.

Les études des dangers doivent naturellement préciser, au cas par cas et à partir de plusieurs scénarios, les distances limites géographiques des effets mortels et des effets irréversibles [56]. Cependant, la valeur de 150 à 200 m est équivalente à celle qui est généralement imposée par défaut pour les installations (entrepôts, etc.) présentant un risque incendie (hors BLEVE). Cette distance est suffisante notamment pour limiter à un niveau supportable le flux thermique et assurer une intervention des secours dans de bonnes conditions. Elle semble également être en cohérence, comme limite des effets mortels, avec les conséquences observées dans les 135 accidents étudiés en réfrigération. De même, la limite des effets irréversibles qui doit être confirmée devrait se situer entre 300 et 500 m (aucun des accidents étudiés n'a entraîné un effet irréversible à une telle distance).

Les perspectives d'évolution

Il a déjà été indiqué dans cette étude que pour une installation de réfrigération la masse d'ammoniac rapportée à la puissance installée est de l'ordre de 5,5 kg d'NH_3/kW. Au regard du volume de stockage d'un entrepôt, un ratio approximatif de 0,097 kg/m3 (sans congélation) ou de 0,150 kg/m3 (chambres avec congélation) peut également être utilisé [57]. L'évolution des techniques tend cependant à réduire la quantité d'ammoniac utilisée par une diminuation du diamètre des tuyauteries et une augmentation de la puissance et de la vitesse des compresseurs [58].

---

[55] Ammoniac, références et évaluation des risques pendant l'utilisation dans les installations de froid (AGA - FRIGOSCANDIA/ A. LINDBORG - 1994).

[56] Guide de la maîtrise de l'urbanisme autour des sites industriels à hauts risques (Ministère de l'environnement - 1990).

[57] Réunion S.E.I. / Profession du 27 juillet 1993 (compte rendu du 4 août 1993).

[58] L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

Des technologies alternatives dans la réfrigération sont résumées en annexe 2 [59]. Des évolutions techniques sont également à prévoir dans la conception des installations actuelles, notamment si l'utilisation de l'ammoniac en réfrigération se développe.

En augmentant le rendement thermique, ces évolutions doivent permettre de diminuer la taille des équipements et la charge en ammoniac des installations. Les recherches doivent notamment porter sur les matériaux et les huiles de lubrification ainsi que sur la conception des compresseurs, le dimensionnement et l'optimisation des échangeurs [60].

La réalisation à partir des séries utilisées pour le R22 de petits compresseurs, ouverts dans un premier temps ou à vis, utilisables avec l'ammoniac ne doit également pas poser de problème [61]. A la suite d'études en laboratoire, de nombreuses améliorations ont par ailleurs été apportées ces dernières années aux performances des échangeurs après modification de la géométrie des surfaces internes et externes des tubes utilisés dans les condenseurs et les évaporateurs de fluides halogénés. Il reste cependant à démontrer que ces appareils peuvent être utilisés avec l'ammoniac [62/63].

Le développement des techniques utilisant un fluide intermédiaire (systèmes de refroidissement indirect) va aussi dans ce sens et peut éventuellement permettre de limiter le stockage et la circulation de l'ammoniac à l'intérieur des équipements confinés dans la salle des machines. Les refroidisseurs de liquide se prêtent bien à la réalisation de stockages d'énergie frigorifique sous forme de glace ou d'eutectiques. Ils contribuent ainsi au rattrapage thermodynamique de l'irréversibilité entraînée par l'utilisation d'un fluide intermédiaire [60/64]. Les chambres étanches comme les chambres de maturation (bananes, tomates, etc.), les chambres à atmosphère contrôlée (stations fruitières également et dont le nombre augmente régulièrement [65]), dans lesquelles des C.F.C. avaient été choisis auparavant dans un système à détente directe, ainsi que les locaux dont la température se situe au-dessus de 2°C, sont également bien adaptés à l'usage de systèmes à fluides intermédiaires [58].

---

[59] 12 technologies pour l'avenir de l'environnement (Ministère de l'Industrie & du Commerce Extérieur / SRI International - 1992).

[60] Machines frigorifiques / Développements futurs / Centre de thermique, URA CNRS 1372, INSA - Villeurbanne (Pr. M. LALLEMAND / RPF n° 766 - Janvier 1993).

[61] Nouveaux débouchés pour l'ammoniac (R.G.F. / G. VRINAT - 1993).

[62] Club Ammoniac - GV du 20 octobre 1993.

[63] Thermal Performance of Advanced Heat Exchangers for Ammonia Refrigeration System / C.B. PANCHAL & T.J. RABAS (Heat Transfer engineering vol. 14 n0 4 1993).

[64] Le stockage d'énergie frigorifique par mélanges eutectiques (SOTRAGAL / P. LE - AITF Interclima - Janvier 1991).

[65] L'entreposage frigorifique français en chiffres (R.G.F. / F. BILLIARD & G. PIERSON - 1992).

CONCLUSIONS

RECOMMANDATIONS

Produit toxique, l'ammoniac doit être mis en oeuvre dans des installations fiables, exploitées et très régulièrement contrôlées par du personnel compétent. Le risque de fuite ne pouvant être nul, une information du public environnant est également nécessaire.

Compte tenu de la diversité et de la taille des entreprises concernées, la formation du personnel interne ou externe (sous-traitants) est l'un des facteurs clés permettant d'assurer un maximum de sécurité de la conception d'une installation frigorifique à son démantèlement.

- Hors problèmes de nature chimique, les inconvénients de l'incompatibilité de l'ammoniac avec le cuivre et ses dérivés tiennent essentiellement au fait que la majorité des techniciens frigoristes et des installateurs n'ont travaillé, au cours des 50 dernières années, qu'avec des C.F.C. et une tuyauterie en cuivre. Il existe donc aujourd'hui un manque de savoir-faire et de formation en ce qui concerne le soudage des tuyaux en acier et des réservoirs haute pression [66].
- La faible miscibilité de l'ammoniac avec les huiles couramment utilisées modifie la conception et l'exploitation des installations [67]. Ces dernières demandent également plus d'entretien que les installations fonctionnant avec des C.F.C. et le personnel doit recevoir une formation spéciale. C'est pourquoi l'ammoniac est aujourd'hui surtout employé dans les installations industrielles de grande puissance.

Les recommandations qui suivent ne sont pas exhaustives et de nombreux textes réglementaires, normes et recommandations applicables aux installations frigorifiques existent [68]. Ces recommandations sont extraites de propositions formulées par la profession [69] ou de conclusions de groupes de travails spécialisé [70]. Certaines peuvent

---

[66] Stage d'été SAVE-Club M3E (Association Française du Froid /A.F.F. G. VRINAT - 1994).

[67] L'ammoniac utilisé comme frigorigène (INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID I.I.F. / I.I.R - 1993).

[68] Annexe 6 : quelques textes réglementaires, normes et recommandations applicables aux installations frigorifiques.

[69] Charte des mesures à prendre concernant la conception, l'étude, la maintenance des installations de froid et de climatisation et la formation des personnels (annexe à la convention Pouvoirs Publics et professions du froid et de la climatisation - Février 1989).

être généralisées à toutes les installations frigorifiques quel que soit leur utilisation ou le frigorigène mis en oeuvre ; elles concernent donc les installations de réfrigération utilisant de l'ammoniac.

Conception, construction et mise en service des installations

Les installations frigorifiques ne doivent être construites et installées que par des entreprises qualifiées. Les composants, matériels et consommables (huiles, fluides de transfert de chaleur, etc.) doivent correspondre aux conditions d'utilisation.

Risque toxique

1. L'étude des composants, la sélection des matériaux et des équipements, la conception et la réalisation des installations (volumes des appareillages et des réservoirs, etc.) doivent permettre d'utiliser une charge aussi faible que possible de frigorigène et de réduire au minimum les fuites de produit.

Dans la mesure du possible, la charge de frigorigène doit être réduite en utilisant un sytème de réfrigération indirect utilisant un fluide secondaire (eau, glycol, saumure, etc.). La charge d'ammoniac peut ainsi être dans certains cas limitée à la salle des machines.

2. L'installation doit être divisée en sections isolables. Si les réservoirs en sont dépourvus, chaque section doit être équipée de raccords correctement dimensionnés pour y connecter une unité de récupération. Le sectionnement des installations doit pouvoir être effectué localement et à distance.

Les éléments de l'installation (compresseurs, équipements, canalisations, etc.) dont l'entretien nécessite une ouverture (changement de filtres, huile, etc.) doivent être munis de leur propre système d'isolement et disposer de robinets de transfert lorsqu'ils ne peuvent être reliés au système de tirage au vide.

3. Dans les installations recevant du public, comme les patinoires, des cloisons aménagées entre le local des machines et les autres locaux doivent éviter que le gaz toxique puisse se répandre. Comme pour les compartiments coupe-feu, les ouvertures dans le canal des conduites en direction des locaux publics doivent être bouchées. Les canaux longeant les parties des installations accessibles au public doivent être confinées. Des détecteurs d'ammoniac, reliés au système général d'alerte au gaz, doivent être installés dans les canaux.

---

[70] Application de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) et conclusions tirées des rapports de risque réalisés pour des patinoires artificielles / Compte rendu du Groupe de travail "Sécurité des patinoires artificielles" (Office fédéral suisse de l'environnement, des forêts et du paysage - Section sécurité des installations - Décembre 1991).

De même, les écoulements dans le sol du local des machines, les trous d'écoulement dans les canaux de conduites, dans les fosses de pompage, etc. doivent être bouchés pour éviter un rejet d'ammoniac dans les égouts.

4. Les canalisations véhiculant le frigorigène doivent être aussi courtes que possible. Les tuyauteries situées à l'extérieur des bâtiments devront dans la mesure du possible être confinées. L'atmosphère emprisonnée dans la double canalisation doit pouvoir être contrôlée en continu (balayage avec un gaz inerte, détecteurs ammoniac).

L'installation et l'ancrage des tuyauteries flexibles doivent être réalisés avec soin.

Les assemblages doivent se faire sans contrainte pour éviter les fissurations du métal.

5. Les lignes de retour dans les systèmes de circulation par pompes doivent comporter une pente continue vers le séparateur.

6. Les vibrations induites par les équipements motorisés fragilisent les tuyauteries et peuvent entraîner des fuites de frigorigène. Les compresseurs provoquent ainsi des pulsations de la colonne gazeuse et/ou des vibrations mécaniques. Ces dernières peuvent également provenir du moteur d'entraînement. Ces vibrations dépendent :

- du dimensionnement des fondations,
- du dimensionnement des tuyauteries,
- du tracé et de la fixation des canalisations,
- de la sélection et du réglage des organes de régulation.

Dans les sections des canalisations concernées, le soudage doit notamment être à privilégier pour les raccords et assemblages de tuyauteries, par rapport aux raccords vissés, aux brides ou au sertissage.

Les compresseurs et leurs groupes d'entraînement doivent être parfaitement alignés.

Avant la mise en service de l'installation, un essai de fonctionnement doit être effectué pour analyser le comportement vibratoire des différents composants. Si nécessaire, des mesures seront prises pour limiter l'amplitude des oscillations aux valeurs recommandées. Les pulsations dans les canalisations d'aspiration et de refoulement peuvent être atténuées par l'insertion d'amortisseurs ("damper") ou d'appareils équivalents. Dans certains cas particuliers, un limiteur d'amplitude pour les oscillations peut également être inséré.

7. Les protections contre les surpressions doivent être du type "doubles soupapes de sécurité à inversion".

8. Les vannes d'arrêt manuelles doivent être de type "à contre-siège", pour permettre les changements de têtes et de joints sans fuite de frigorigène. Les robinets à presse-étoupe doivent être de type "à soufflet" ou "à diaphragme" ou être munis d'un capuchon étanche aux gaz.

9. Les purges installées sur les installations (compresseurs, etc.) devront être collectées.

De manière générale, les raccords débouchant à l'air libre et non utilisés en fonctionnement normal, ainsi que les tubes de purge ou de remplissage, doivent être obturés par un dispositif résistant à la pression.

10. L'injection mal contrôlée de frigorigène liquide dans les tuyauteries de vapeur est à éviter (risque de surpression).

11. Des passerelles, escaliers ou échelles doivent être en nombre suffisant pour assurer la bonne marche et la vérification de l'installation. L'usage des tuyauteries ou de leurs fixations comme marche-pieds est interdit.

12. Une unité de récupération de frigorigène doit être disponible en permanence sur les sites disposant d'une installation frigorifique contenant normalement une charge évacuable de frigorigène supérieure à 500 kg.

13. L'installation ne doit être chargée qu'avec la quantité de frigorigène spécifiée.

14. La vérification des matériels, les essais d'étanchéité et la mise en service des installations ne peuvent être confiés qu'à une personne de l'installateur formée à cet effet et qualifiée, sous le contrôle éventuel d'un inspecteur indépendant.

L'installation doit être soumise à un test d'étanchéité en fin de montage, soit globalement, soit par section et sous-ensemble. Ce test devra être certifié par écrit. Il devra être renouvelé si l'installation est modifiée ou est restée inutilisée pendant plus de 6 mois.

Lors de la mise en service de l'installation, tous les organes de contrôle et de sécurité doivent être vérifiés dans les conditions normales d'utilisation. L'inspection sera conduite en suivant une "check-list". Les organes de sécurité seront protégés contre les interventions non autorisées (scellés, etc.).

15. Lors de la livraison des installations assemblées sur site, l'utilisateur doit être informé de la fonction et de la conduite de l'installation, de la nature et des risques présentés par le frigorigène utilisé ainsi que des conséquences d'une fuite éventuelle de ce dernier. Un personnel qualifié doit apprendre à l'utilisateur comment détecter les fuites et les mesures à prendre en cas d'urgence.

Les méthodes de transfert du frigorigène à l'intérieur de l'installation doivent être représentées sur un schéma de principe et expliquées dans les instructions d'utilisation. Une copie de ces documents devra être disposée en permanence et de façon visible à proximité des installations.

16. Les locaux contenant de l'ammoniac, accessibles uniquement aux personnes dûment autorisées, doivent figurer sur un plan global de fermeture des différents locaux.

17. L'utilisateur devra être informé de sa responsabilité au niveau de l'élimination du frigorigène, des huiles frigorifiques et des composants du système pollué par ces produits lors de l'exploitation normale de l'installation ou lors de son abandon.

Risque incendie [71]

18. L'interruption de la continuité de la partie combustible des matériaux entre panneaux est un facteur essentiel. Cet objectif est atteint en recoupant un mur combustible par une ou deux largeurs de panneaux incombustibles.

Le compartimentage et la séparation des activités constituent une autre solution (réception et stockage des matières premières, ateliers de fabrication, conditionnement emballages, stockage en frigos, etc.).

Les installations peuvent être placées sous détection incendie. En raison de la présence de fumée, les détecteurs ioniques peuvent être plus sensibles que les détecteurs différentiels thermiques. Aux endroits susceptibles d'être le siège de dépôts de givre, ces détecteurs peuvent être équipés d'un dispositif de réchauffage par résistances électriques de 6 à 10 W alimentées en courant continu de 24 à 30 V [72].

Les traversées par tapis roulants entre sections isolées, lorsqu'elles sont inévitables, peuvent être protégées par des sprinkleurs. Ces dispositifs ne sont cependant pas toujours fiables en présence de températures trop basses (gel, etc.) ou efficaces contre les feux d'isolants. Les installations utilisant du dioxyde de carbone ne sont pas répandues en raison du coût élevé de leur mise en oeuvre (1 000 m3 d'air exigent environ 1 650 kg de CO_2). Le principal produit d'extinction reste l'eau. En Allemagne, des règles techniques imposent des valeurs de référence pouvant atteindre 192 m^3/h pour les bâtiments commerciaux et industriels. Pour 50 000 m^3 de chambre froide, il doit être garanti qu'en utilisant 2 bouches d'incendie, on dispose d'un débit au moins égal à 120 m^3/h à la pression de 4 bars durant 2 h 00 ; aucun point de l'entrepôt ne devant être situé à plus de 80 m de la bouche d'incendie la plus proche [72].

Les bâtiments annexes, locaux administratifs et sociaux, laboratoires, centrales énergies peuvent être écartés du corps de l'usine et disposés en fonction du vent dominant. Cette disposition présente également l'avantage de réduire le risque d'un effet domino (capacité d'ammoniac prise dans l'incendie, etc.).

Les locaux utilisés comme compartiments coupe-feu (local machines, etc.) doivent disposer de portes automatiques. Les passages des tuyaux et des câbles dans les murs doivent être bouchés avec un matériau résistant au feu.

---

[71] Revue FACE AU RISQUE n° 303 (R. DOSNE - mai 1994).

[72] Prévention des incendies et sécurité dans les entrepôts frigorifiques/ Science et Technique du froid/ Association Européenne des exploitations Frigorifiques (Institut International du Froid/ Commission D11 - PARIS - 1982-2).

19. En Allemagne et en fonction des connaissances actuelles, l'utilisation de matériaux isolants inflammables [73] limite le volume d'un espace coupe-feu à 24 000 m^3 au maximum. Les murs d'incendie qui l'entourent doivent être composés de matériaux ininflammables capables de s'opposer efficacement à la propagation du feu durant au moins 90 mn. Ces murs doivent enfin dépasser suffisamment du toit de l'espace coupe-feu pour faire obstacle à une propagation du feu (vent, tempête, etc.) sur les parties avoisinantes du bâtiment [72].

Le volume d'espace coupe-feu peut être porté à 48 000 m^3 lors de l'utilisation de matériaux ininflammables ou un isolant extérieur. Mis à part les entrepôts à rayonnages élevés soumis à d'autres critères de prévention, la hauteur utile des chambres froides ne devrait pas par ailleurs dépasser 14,5 m.

20. Les installations électriques constituent un maillon faible dans un environnement de mousses inflammables. L'isolation des bâtiments implique la présence de faux plafonds et de volumes sous toiture permettant le passage de nombreux chemins de câbles dans un environnement ou la mousse peut être à nu. Des contrôles réguliers par thermographie permettent de détecter par infrarouge les points sensibles d'une installation (conducteur d'un diamètre insuffisant, etc.).

De même, sur les installations de chauffage électrique (déglaçage, dégivrage, etc.), les températures de surface retenues ne doivent présenter aucun danger [72].

21. Des mesures de prévention renforcées et une information des intervenants sont enfin nécessaires lors de travaux éventuels (interdiction de fumer, permis de feu, etc.).

Exploitation, réparations et contrôles

Les installations frigorifiques doivent être contrôlées, entretenues de manière approfondie régulièrement et réparées par un personnel spécialisé ayant reçu une formation appropriée. Des vérifications de routine peuvent être assurées par un personnel convenablement formé [74].

Le travail exécuté doit être consigné. Dans tous les cas l'utilisateur doit recevoir une copie du rapport de contrôle ou de la fiche de travail.

---

[73] Au sens de la catégorie B définie dans la norme DIN 4102.

[74] Charte des mesures à prendre concernant la conception, l'étude, la maintenance des installations de froid et de climatisation et la formation des personnels (annexe à la convention Pouvoirs Publics et professions du froid et de la climatisation - Février 1989).

22. Des agents doivent être nommés avec leurs attributions respectives dans un document écrit précisant clairement les responsabilités pour :

- la sécurité de l'installation,
- l'état de l'installation,
- la prévention des accidents (du personnel compétent doit être disponible 24 h sur 24).

Un cahier des charges doit être établi pour le responsable de la sécurité et pour son remplaçant.

23. Les instructions d'exploitation et d'entretien sont établies selon les normes de la série NF 35 400 relatives aux exigences de sécurité pour la conception, l'équipement, l'installation et l'exploitation aux installations frigorifiques.

24. La fréquence des contrôles et de la maintenance nécessaire est fonction de la nature et de l'intensité d'utilisation de l'installation ainsi que de la charge de frigorigène.

Si possible chaque trimestre, à défaut une fois par an, les installations frigorifiques doivent bénéficier d'une maintenance périodique avec un contrôle des fuites éventuelles, même minimes, de frigorigène.

Les contrôles porteront notamment sur les éléments qui sont importants pour la sécurité de l'installation (réservoirs contenant de l'ammoniac, soupapes de sécurité, vannes d'arrêt, systèmes de déclenchement d'urgence, équipements d'alarme, etc.) et sur les autres parties critiques (condenseurs, collecteurs, etc.).

Les inspections et vérifications diverses devront être rigoureusement planifiées, certains contrôles ne pouvant être effectués que lorsque l'installation est hors service. De même, des plans d'entretien devront être établis pour toute l'installation ; ces derniers devront inclure, si nécessaire, les éventuels contrats d'entretien.

25. Toute fuite détectée doit immédiatement être réparée. Pour éliminer les fuites, la partie concernée du circuit doit être isolée et le frigorigène qu'elle contient doit être transféré dans le reste du circuit ou dans un récipient réservé à cet usage.

26. La maintenance inclut un contrôle du bon état, du bon fonctionnement et du bon réglage des organes et des systèmes de sécurité.

27. Les réparations exigeant l'assistance d'autres corps de métiers (soudeurs, électriciens, etc.) devront être conduites en suivant les instructions d'un spécialiste en réfrigération.

28. Pour réduire les rejets, le frigorigène et l'huile doivent être transvasés en minimisant les pertes. Le frigorigène sous pression ne doit pas être purgé à l'air libre. Les déchets doivent être éliminés en respectant la réglementation.

29. Les locaux des machines ne doivent pas être utilisés pour d'autres opérations (séchage de vêtements, atelier, entrepôt, etc.). Cette interdiction concerne tout particulièrement l'entreposage de substances inflammables, combustibles ou explosibles.

Formation des intervenants [75/76]

30. Le personnel qualifié installant, réparant ou maintenant l'installation frigorifique doit être formé en conformité avec la législation sur l'hygiène et la sécurité. Il doit disposer de suffisamment d'expérience et de connaissances, notamment en ce qui concerne les récipients sous pression et les caractéristiques physico-chimiques et toxicologiques de l'ammoniac et de ses solutions aqueuses. Il doit de plus être entraîné pour avoir les capacités et le sens des responsabilités nécessaires à l'exécution d'un travail fiable. Ceci implique :

- de solides connaissances dans le domaine de la réfrigération,
- une familiarisation avec la législation correspondante, le code du travail et les règles de l'art,
- une aptitude à évaluer le bon état de marche et de sécurité d'une installation frigorifique.

31. La personne qui réalise et/ou surveille le montage, la réparation et la maintenance doit avoir suivi une formation agréée de "technicien frigoriste" ou un stage de remise à niveau sur les bases des principes énumérés ci-dessus. Elle doit avoir de plus suffisamment de connaissances pratiques et une solide expérience dans la conduite d'installation de ce type.

32. Le personnel qualifié doit suivre une formation continue sur les développements existants ou nouveaux, les innovations dans le domaine de la réfrigération et la manipulation des frigorigènes, matériaux annexes et consommables.

33. Des consignes d'exploitation écrites adaptées seront prévues pour chaque installation. Les informations en cas d'incident ou d'accident devront être clairement formulées.

---

[75] Charte des mesures à prendre concernant la conception , l'étude, la maintenance des installations de froid et de climatisation et la formation des personnels (annexe à la convention Pouvoirs Publics et professions du froid et de la climatisation - Février 1989).

[76] Application de l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM) et conclusions tirées des rapports de risque réalisés pour des patinoires artficielles / Compte rendu du Groupe de travail "Sécurité des patinoires artificielles" (Office fédéral suisse de l'environnement, des forêts et du paysage - Section sécurité des installations - Décembre 1991).

Intervention / Evacuation

34. Un plan d'alarme et d'intervention (POI, etc.) en cas d'accident doit être établi, en liaison avec les services d'intervention et de secours, et porté à la connaissance de l'ensemble du personnel, auxiliaires éventuels compris. Des exercices devront être réalisés annuellement avec les services d'intervention. Les messages à émettre par haut-parleurs doivent être préparés (enregistreur).

La population environnante et les médias locaux doivent être informés. Les mesures nécessaires pour le voisinage doivent êtres prises (n° de téléphone des pompiers, de la police, de la radio locale, etc.).

35. L'exploitant de l'installation et les sociétés extérieures susceptibles d'intervenir sur celle-ci doivent disposer des équipements adéquats :

- outillage adapté,
- équipements professionnels spécifiques pour la charge et pour le transfert du frigorigène (récupération et neutralisation des fluides comprises),
- appareils de contrôle et d'étanchéité,
- instruments de mesures et de contrôle,
- produits d'exploitation et connexes,
- documentation.

36. Les voies d'accès et les chemins doivent être marqués et libres d'obstacle pour permettre le passage en tout temps. Toute personne doit pouvoir ouvrir les portes de l'intérieur.

Un éclairage de secours doit être disponible en permanence (recharge automatique, etc.). Le groupe électrogène de secours doit aussi alimenter les haut-parleurs éventuellement installés.

Ces dispositions doivent tout particulièrement être respectées pour les installations recevant du public.

37. Les interrupteurs de secours doivent être installés à l'extérieur du local des machines. Le personnel doit pouvoir y accéder facilement et être instruit de leur maniement.

La position de ces interrupteurs et de tous les dispositifs de commande qui, en cas d'accident, sont importants pour la sécurité de l'exploitation doit être repérée sur un schéma et sur l'installation elle-même (couleur, etc.). Un exemplaire du schéma sera suspendu dans le local des machines et un deuxième exemplaire au moins devra être facilement accessible hors de ce local.

38. Un indicateur de direction du vent (drapeau, etc.) doit être installé en un endroit bien visible de jour comme de nuit.

ANNEXES

ANNEXE 1

TYPE ET CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES INDUSTRIELLES [1]

Le tableau suivant résume les puissances frigorifiques, les capacités d'ammoniac mises en oeuvre ainsi que les vitesses et les pressions de fluide en phase liquide par type d'installations.

Type d'installation	Puissance frigorifique unitaire	Capacité unitaire NH3 (kg/kW)	Canalisation / vitesse & pression en phase liquide
Entrepôts de produits frais Moyens (500 à 5 000 m^3) Gros (5 000 à 25 000 m^3)	 50 à 30 W/m^3 30 à 25 W/m^3	 0,5 0,5	∅ = 10 à 150 mm V = 1 à 2 m/s P = 10 à 18 b abs.
Entrepôts de produits surgelés Moyens (1 000 à 10 000 m^3) Gros (10 000 à 100 000 m^3)	 35 à 15 W/m^3 15 à 8 W/m^3	 0,5 1	∅ = 10 à 150 mm V = 1 à 2 m/s P = 10 à 18 b abs.
Tunnels de congélation (kg/h)	150 W/kg/h	2	
Abattoirs et préparation de la viande (nombre de bêtes/ jour) : Bovins Porcs	 16 kW/bovin/h 4 kW/porc/h	 1,5 1,5	∅ = 10 à 150 mm V = 1 à 2 m/s P = 10 à 18 b abs.

[1] Syndicat du Matériel Frigorifique - Syndicat de l'Aéraulique (UNICLIMA / Pascal FOLEMPIN et Georges VRINAT).

ANNEXE 2

INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES INDUSTRIELLES UTILISEES EN FRANCE - TECHNOLOGIES ACTUELLES ET ALTERNATIVES[2]

"Le marché potentiel des technologies de production de froid sans CFC est particulièrement difficile à estimer. D'une part, il n'existe pas de statistiques homogènes concernant les marchés nationaux des machines de froid traditionnelles et, d'autre part, il est particulièrement difficile d'extrapoler les résultats passés pour dresser un tableau du marché mondial du froid dans les prochaines années. A fortiori, toute estimation de la taille du marché mondial des techniques alternatives ne peut être que spéculative.

On peut dresser un rapide tableau des usages du froid et des technologies alternatives à l'emploi des fluides halogénés afin d'en montrer l'intérêt économique. En l'absence de statistiques homogènes concernant le marché mondial des applications du froid, seul l'exemple français est repris dans le tableau suivant."

Usages	Technologies actuelles	Parc 91 (milliers)	Tonnages estimés de fluides	Technologie alternative
Chambres froides	Compression vapeur	300	900	Tubes vortex, machines frigo.à NH3.
Stockage public	Compression vapeur (R22, R502, NH_3)	0,3	1 500	Machines frigorifiques à NH3.
Stockage privé	Compression vapeur (R12, R22, R502)	21	5 000	Machines frigorifiques à NH3.
Froid industriel	Compression vapeur (R12, R22, NH_3)	5	2 500	Machines frigo. à NH3, à gaz d'hydro-carbure, cryogénérateurs Philips.
Industrie agro-alimentaire	Compression vapeur (R12, R22, R502, NH_3)	1	3 000	Machines frigorifiques à NH3.
Patinoire	Compression vapeur (R12, R22, NH_3)	0,1	750	Machines frigorifiques à NH3.

R : C.F.C., FORANE (ou FREON)

[2] 12 technologies pour l'avenir de l'environnement
(Ministère de l'Industrie et du Commerce Extérieur/ SRI International - 1992).

ANNEXE 3

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET THERMODYNAMIQUES DE L'AMMONIAC [3/4]

Formule chimique	NH_3
Masse molaire (g)	17,03
Densité de vapeur	0,597
Masse volumique à 0°C et 430 KPa (kg/m^3)	3,4
Solubilité dans l'eau à 20°C (% poids)	33,1
Température d'ébullition sous 1 atmosphère (°C)	- 33,3
Température de fusion (°C)	- 77,7
Température d'auto-inflammation (°C)	651
Point critique à 11480 kPa (°C)	+ 132,4
Pression critique (bar)	117,93
Tensions de vapeur (kPa) à -18,7°C 4,7°C 50,1°C 78,9°C	200 500 2 000 4 000
Production frigorifique spécifique (KJ/KWh) (régime - 45°C / + 30°C)	7807
Production frigorifique volumétrique (KJ/m^3) (régime - 45°C / + 30°C)	526,2
Limites d'explosivité dans l'air (% volume) LIE LSE	16 25
Energie minimale d'inflammation (mJ)	680
Violence d'explosion (mS)	320
Vitesse fondamentale de flamme (m/s)	0,07
Classification (Norme NF E 35-400)	Groupe 2 : toxicité dominante

[3] Données techniques de la profession.
[4] Fiche toxicologique n° 16.(I.N.R.S.).

ANNEXE 4

FICHE TOXICOLOGIQUE DE L'AMMONIAC

L'ammoniac est un gaz irritant pour les muqueuses donnant par dissolution dans l'eau des solutions caustiques. Ses vapeurs peuvent provoquer des atteintes oculaires se traduisant par des larmoiements et les atteintes respiratoires se traduisent par une irritation des voies respiratoires supérieures. L'ammoniac et ses solutions aqueuses sont caustiques pour la peau.

Plusieurs valeurs de concentrations toxiques sont proposées dans la littérature. Ainsi, la valeur de la concentration létale (LCL_0) pour une exposition de 5 mn varie par exemple de 4 500 [5] à 30 000 ppm [6] (1 ppm = 0,757 mg NH_3/m^3). Les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous sont issues :

- d'une étude [7] rassemblant l'ensemble des résultats expérimentaux chez l'animal recoupés par les différentes observations disponibles chez l'homme. Cette étude évalue des concentrations en ppm correspondant à des "zones" d'effets réversibles/ irréversibles (Z.R.I.) et d'effets potentiellement mortels (Z.P.M.(1)).
- d'un modèle AKZO, validé par le TNO et le SNIE, utilisant une loi Probit de la forme : $Pr = 1,85 \times \text{Log } C^2 \times t - 34,6$ [8]

Temps (mn)	Z.R.I.	Z.P.M. (1)	Z.P.M. [8]
10	550	1 600	9 900
30	500 (IDLH)	1 100	5 700
60	300 (2)	850	4 000
120	200 (2)	700	2 900

(1) Effet individuel toujours possible (2) avec réserve

En France, la valeur limite d'exposition (VLE) et la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) indicatives admises dans les locaux de travail sont fixées à 50 et 25 ppm [9]

LCL_0 (**L**ethal **C**oncentration **L**ow) : concentration la plus basse de produit qui, pour une durée d'exposition donnée, a provoqué la mort d'individus exposés.

IDLH (**I**mmediately **D**angerous to **L**ife or **H**ealth) : concentration maximale de produit dans l'air jusqu'à laquelle une personne exposée pendant au plus 30 mn peut fuir sans risquer d'effets irréversibles pour la santé (en ppm ou mg/m^3).

---

[5] Mrs. RESPLANDY et KAISER.
[6] Dangerous Properties of Industrial Materials (IRVING SAX - 7ème édition).
[7] Rapport RP/DQSE/TOX n° RN7664-41-7 ammoniac (Mars 1990).
[8] Rapport S.N.I.E. / Ammonia Toxicity Monograph / Institution of Chemical Engineers (1988).
[9] Fiche toxicologique n° 16.(I.N.R.S.)

ANNEXE 5

NOMBRE D'ETABLISSEMENTS EN FRANCE / PRINCIPALES ACTIVITES (EXTRAIT I.N.S.E.E. - 1992)

Activité (Code N.A.F.)	Nombre de salariés			Total
	1 à 49	50 à 199	200 et +	
01 - Agriculture, chasse & services annexes	**38 718**	**156**	**14**	**38 888**
dont 01.1 - Culture	23 268	101	8	23 377
01.3 - Culture & élevage associés	4 432	1	1	4 434
01.4 - Services annexes à l'agriculture (coopératives)	6 327	41	1	6 369
05 - Pêche, aquaculture	**1 885**	**11**	**2**	**1 898**
15 - Industries alimentaires	**56 463**	**1 518**	**377**	**58 358**
dont 15.1 - Industrie des viandes	11 623	419	107	12 149
15.2 - Industrie du poisson	351	59	13	423
15.3 - Industrie des fruits et légumes	396	91	22	509
15.4 - Industrie des corps gras	105	16	5	126
15.5 - Industrie laitière	1 331	254	83	1 668
15.7 - Fabrication d'aliments pour animaux	691	98	10	799
15.8 - Autres industries alimentaires	39 030	391	90	3 9511
15.9 - Industries des boissons	2 216	152	40	2 408
24 - Industrie chimique	**3 485**	**677**	**364**	**4 526**
dont 24.1 - Industrie chimique de base	817	179	101	1 097
24.4 - Industrie pharmaceutique	593	203	131	927
24.6 - Fabrication d'autres produits chimiques	528	78	30	636
25 - Industrie du caoutchouc et des plastiques	**4 463**	**677**	**364**	**4 526**
dont 25.2 - Transformation des matières plastiques	3 873	539	119	4 531
28 - Travail des métaux	**23 535**	**1 476**	**244**	**25 255**
dont 28.3 - Chaudronnerie	4 388	252	33	4 673
28.4 - Forge, emboutissage, estampage & métal. poudres	1 269	159	39	1 467
28.5 - Traitement des métaux, mécanique générale	10 782	419	39	11 240
28.7 - Fabrications d'autres ouvrages en métaux	2 025	269	70	2 364
29 - Fabrication de machines et équipements	**11 677**	**996**	**292**	**12 965**
dont 29.2 - Fabrication de machines d'usage général	4 054	344	68	4 466
50 - Commerce et réparation automobile	**61 392**	**859**	**42**	**62 293**
dont 50.2 - Entretien & réparation de véhicules automobiles	20 577	22	3	20 602
51 - Commerce de gros & intermédiaires	**110 760**	**2 609**	**279**	**113 648**
dont 51.1 - Intermédiaires du commerce de gros	11 383	139	37	11 559
51.3 - Commerce de gros de produits alimentaires	15 838	637	47	16 522
51.5 - Commerces de gros produits interm. non agricoles	19 593	580	53	20 226
60 - Transports terrestres	**32 505**	**1 150**	**150**	**33 806**
dont 60.1 - Transports ferroviaires	30	5	0	35
60.2 - Transports urbains et routiers	32 375	1 139	149	33 663
60.3 - Transports par conduites	101	6	1	108
63 - Services auxiliaires des transports	**13 923**	**704**	**99**	**14 725**
dont 63.1 - Manutention et entreposage	2 274	157	24	2 455
90 - Assainissement, voirie et gestion des déchets	**3 689**	**179**	**14**	**3 882**
92 - Activités récréatives, culturelles & sportives	**42 024**	**531**	**110**	**42 665**
dont 92.6 - Activités liées au sport (patinoires)	19 383	131	10	19 524

ANNEXE 6

QUELQUES TEXTES REGLEMENTAIRES, NORMES ET RECOMMANDATIONS APPLICABLES AUX INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

1. Nomenclature des Installations Classées (rubriques 1136, 361 / 2920 en particulier).

2. Arrêté du 20.02.78, relatif aux réservoirs utilisés à l'emmagasinage de l'ammoniac liquéfié sous une pression au plus égale à 4 bars.

3. Arrêté du 9.10.80, relatif aux vérifications et réparations des réservoirs utilisés à l'emmagasinage

4. Instruction du 4.09.70, relative aux dépôts d'ammoniac liquéfié non réfrigéré de gaz liquéfiés sous pression et des réservoirs d'ammoniac liquide.

5. Norme NFE 35-400 (novembre 1980), relative aux règles de sécurité des installations frigorifiques.

6. Recommandations de la CRAM (BRETAGNE 1980), relatives à la prévention des risques présentés par les installations frigorifiques à l'ammoniac.

et pour mémoire :

1. Arrêté du 31.03.69, relatif à l'interdiction de mise en service et de maintien en service de certains récipients contenant ou ayant contenu de l'ammoniac liquéfié sous pression.

2. Circulaire du 7.01.82, relative à la sécurité des stockages d'ammoniac cryogénique à pression atmosphérique.

3. Arrêté du 31.03.80, portant réglementation des installations électriques des établissements susceptibles de présenter des risques d'explosion.

4. Norme NF 15-100, relative au matériel électrique.

5. Arrêté du 10.07.90, relatif aux rejets dans les eaux souterraines.

6. Recommandations de la CRAM (R276/ décembre 1985), relatives à la prévention des risques présentés par les interventions à l'extérieur ou à l'intérieur des installations fixes (cuves et réservoirs) contenant ou véhiculant des produits gazeux, liquides ou solides.

ANNEXE 7

ACCIDENTS REPERTORIES EN REFRIGERATION EN FRANCE ET DANS LE MONDE.

- Liste 1 : 91 cas français de 1980 à 1994.
- Liste 2 : 44 cas étrangers de 1958 à 1992.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
DIRECTION DE LA PREVENTION ET DES RISQUES
SEI / BARPI

Accidents en réfrigération en France

Base de données ARIA - Etat au 28/11/2002

(ED0389F)

La base de données ARIA, exploitée par le Ministère de l'écologie et du développement durable, recense les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu, porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, carrières, élevages… classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses.
Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des évènements accidentels présentés ci-après ne constitue q'une sélection de cas illustratifs.
Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : BARPI - 2, rue Antoine Charial 69426 LYON CEDEX 03 / Mel : sei.barpi@industrie.gouv.fr

ED0389F - Nombre d'accidents répertoriés : 91

N° 376 - 21/1/1980- 69 - PIERRE-BENITE
24.1 - Industrie chimique de base
Dans une usine chimique, un rejet d'ammoniac se produit durant 3 minutes sur une unité de fabrication d'acide fluorhydrique. La rupture d'une purge d'huile sur le compresseur d'une installation de réfrigération est à l'origine de cet accident. Aucune conséquence notable n'est signalée sur l'environnement.

N° 5222 - 22/8/1981- 69 - PIERRE-BENITE
24.1 - Industrie chimique de base
Dans une usine chimique, 200 kg d'ammoniac sont rejetés par l'installation de réfrigération d'une unité de production d'acide fluorhydrique en arrêt technique saisonnier. Le circuit de saumure a été vidangé et des essais d'étanchéité sont en cours. La fuite se produit à la suite de l'ouverture d'une soupape du circuit de réfrigération, la température atteinte étant voisine de 46°C. L'accident est notamment dû à un manque ou une insuffisance des consignes pour une manœuvre inhabituelle. Un employé est intoxiqué.

N° 5223 - 1/1/1982- 72 - CHERRE
15.1 - Industrie des viandes
Une émission de 3 t d'ammoniac se produit dans la chambre froide d'un abattoir à la suite de la chute de 2 évaporateurs et du sectionnement des tuyauteries. L'accident (jour et mois non connus précisément) a pour origine le givrage des installations de réfrigération, un entretien insuffisant et un mauvais comportement de l'acier à froid.

N° 5261 - 23/8/1983- 29 - MORLAIX
15.5 - Industrie laitière
A la suite d'une rupture de canalisation sur ses installations de réfrigération, une usine de produits laitiers rejette de l'ammoniac (ammoniaque) dans l'ODET. La rivière est polluée et la faune est atteinte.

N° 5262 - 2/9/1983- 52 - SAINT-THIEBAULT
15.5 - Industrie laitière
La MEUSE est polluée sur plus de 100 m par un rejet d'ammoniaque à la suite de la rupture d'une canalisation sur une installation de réfrigération appartenant à une fromagerie industrielle. La faune est atteinte.

N° 5263 - 8/10/1983- 50 - QUETTREVILLE-SUR-SIENNE
01.3 - Culture et élevage associés
La rupture d'un tube sur le condenseur d'une installation de réfrigération dans une coopérative laitière provoque un rejet d'ammoniaque dans une rivière. La faune est atteinte et une station de pompage est arrêtée.

N° 5247 - 10/8/1984- 02 - HIRSON
15.5 - Industrie laitière
Dans une fromagerie industrielle, la rupture d'une canalisation sur une installation de réfrigération entraîne le rejet de 30 l d'ammoniac dans la rivière le GLAND. Environ 100 kg de truites sont tués.

N° 5249 - 13/10/1984- 53 -
15.5 - Industrie laitière
Un incendie se déclare dans une laiterie ; les dommages sont estimés à 1 MF. Aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle émission du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 5251 - 19/10/1984- 43 - TENCE
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie se déclare dans une usine de salaison. Le foyer aurait pour origine un séchoir de 40 m de long. Aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle fuite du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 5253 - 22/11/1984- 67 - MARMOUTIER
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie se déclare dans une entreprise de salaison. Des emballages en carton constituent l'origine du foyer. Aucune précision n'est donnée quant à une émission éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 5259 - 21/8/1985- 03 - CUSSET
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine de fabrication de glaces alimentaires, un incendie détruit une partie des entrepôts frigorifiques, des magasins et des bureaux. Aucune indication n'est donnée sur une émission éventuelle de fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 5260 - 29/9/1985- 26 - PIERRELATTE
63.1 - Manutention et entreposage
Un entrepôt de produits surgelés rejette de l'ammoniaque, provenant de ses installations de réfrigération, dans les canaux du RHONE ; la faune est atteinte, 1 t de poissons sont détruits.

N° 5257 - 4/6/1986- 29 - LANDERNEAU
63.1 - Manutention et entreposage
Dans un entrepôt frigorifique, une fuite accidentelle d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération, à la suite de la rupture d'une canalisation. Les eaux des lances à incendie utilisées pour abattre le nuage toxique se déversent dans le réseau des eaux pluviales et polluent un affluent de l'ELORN. La faune piscicole est partiellement détruite.

N° 5225 - 2/4/1987- 11 - CASTELNAUDARY
01.4 - Services annexes à l'agriculture
Une explosion se produit dans une station fruitière d'une surface de 2 000 m², dont le volume de stockage est de 6 000 m³ et disposant d'une installation de réfrigération. Aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle fuite du fluide frigorigène

contenu dans cette installation.

N° 5226 - 14/6/1987- 29 - LAMPAUL-GUIMILIAU
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie détruit 8 000 m² d'une entreprise de salaisons et provoque l'émission de 4 t d'ammoniac provenant d'une installation de réfrigération. Une personne est intoxiquée et les dommages sont estimés à 110 MF.

N° 5227 - 12/9/1987- 29 - BRIEC
15.1 - Industrie des viandes
Un abattoir de volailles rejette un effluent ammoniaqué (installation de réfrigération ?) dans une rivière. De nombreux poissons sont tués.

N° 240 - 21/2/1988- 29 - CHATEAULIN
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie se déclare dans la salle des compresseurs de l'installation frigorifique d'un abattoir de volailles. Aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle émission du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération. Les dommages sont estimés à plusieurs millions de F.

N° 292 - 12/3/1988- 01 - SAINT-ANDRE-SUR-VIEUX-JONC
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite de 150 l d'ammoniac se produit sur les circuits d'une installation de réfrigération. Une trentaine de personnes situées dans le voisinage de l'usine est évacuée.

N° 393 - 25/8/1988- 29 - CONCARNEAU
05.0 - Pêche, aquaculture
Une fuite d'ammoniac sur les installations de réfrigération des cales d'un thonier à quai provoque le décès d'un marin et l'intoxication de 2 autres personnes.

N° 527 - 26/10/1988- 60 - QUINCAMPOIX-FLEUZY
01.4 - Services annexes à l'agriculture
Dans une coopérative laitière, un rejet d'ammoniaque se produit sur une installation de réfrigération, à la suite d'une fausse manoeuvre lors du nettoyage d'un circuit de refroidissement. La BRESLE est polluée sur 8 km et la faune est atteinte. Le préjudice est estimé à 150 KF.

N° 597 - 2/12/1988- 80 - VRON
63.1 - Manutention et entreposage
Un incendie détruit 1 000 m² d'un entrepôt frigorifique. Aucune précision n'est donnée quant à une émission éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération. Les dommages sont estimés à 10 ou 15 MF.

N° 739 - 26/1/1989- 83 - LA SEYNE
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine fabriquant des pains de glace, une fuite d'ammoniac se produit sur une canalisation reliant 4 bouteilles de 40 kg à une installation de réfrigération ; 28 personnes sont évacuées dans un rayon de 50 m autour de l'usine.

N° 1228 - 2/8/1989- 14 - LIVAROT
15.5 - Industrie laitière
Une fuite d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération d'une fromagerie en panne à la suite de perforations sur la tuyauterie du serpentin associée à l'installation de production d'eau glacée utilisée pour refroidir le lait livré et le sérum issu de la fabrication des fromages. Utilisant le camion-citerne prévu pour évacuer les boues de sa station d'épuration, l'exploitant vidange la presque totalité de la cuve dont le contenu sera épandu sur des terrains de l'usine. Le liquide restant, soit 5 000 l non aspiré en raison du désamorçage des pompes, est vidangé vers la station de traitement biologique des effluents. Malgré le fonctionnement en continu des turbines d'aération de cette dernière durant 48 h, l'excès d'ammoniac tue les bactéries et conduit à un rejet toxique dans la VIE ; 95 % de la faune piscicole est mortellement atteinte sur 10 km de rivière. L'exploitant est condamné à verser une amende de 10 KF. Une nouvelle installation de production de froid sera mise en service quelques mois plus tard.

N° 1012 - 20/8/1989- 54 - NANCY
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite d'ammoniac se produit sur le circuit de réfrigération d'un abattoir.

N° 1292 - 21/9/1989- 56 - LOCMINE
15.1 - Industrie des viandes
A la suite d'un court-circuit dans une armoire électrique, un incendie se déclare dans un abattoir de volailles. Un stockage d'ammoniac connexe aux installations de réfrigération est pris dans l'incendie. Malgré l'intervention de 80 pompiers, les dommages sont importants (6 000 m² détruits). Aucune précision n'est donnée quant à une émission éventuelle d'ammoniac lié aux installations de réfrigération.

N° 963 - 29/9/1989- 89 - CHABLIS
15.9 - Industrie des boissons
Une fuite d'ammoniaque (provenant d'une installation de réfrigération à l'ammoniac ?) se produit dans une coopérative viticole.

N° 1360 - 6/11/1989- 56 - MISSIRIAC
15.5 - Industrie laitière
Une fuite de 400 kg d'ammoniac en phase gazeuse se produit sur les installations de réfrigération d'une laiterie lors de travaux réalisés par une entreprise extérieure. Une échelle glisse et endommage dans sa chute une tuyauterie reliée à un réservoir contenant 2,5 t d'ammoniac. Deux pompiers en tenue étanche colmatent la fuite. Aucune conséquence notable n'est observée sur l'environnement.

ED0389F - Nombre d'accidents répertoriés : 91

N° 1341 - 11/12/1989- 03 - VICHY
63.1 - Manutention et entreposage
Une fuite de 150 l d'ammoniac se produit sur le circuit de réfrigération (capacité totale 1 200 l d'NH3) d'un entrepôt frigorifique de conservation de denrées alimentaires ; 20 pompiers en tenue étanche interviennent et les habitants du quartier doivent se confiner.

N° 1781 - 8/3/1990- 53 - EVRON
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite d'ammoniac se produit sur une bride de canalisation reliant une citerne de 12 t à une installation de réfrigération. Les 94 ouvriers de l'établissement sont évacués par mesure de sécurité durant le colmatage de la fuite.

N° 1775 - 23/3/1990- 64 - BONLOC
15.5 - Industrie laitière
De l'eau ammoniaquée provenant d'un entrepôt de produits surgelés se déverse dans une rivière à la suite de la rupture d'une canalisation (installation de réfrigération ?). La pollution s'étend sur 10 km et des milliers de poissons sont tués. L'alimentation en eau potable doit être assurée par un autre réseau.

N° 1559 - 17/6/1990- 34 - VENDARGUES
52.1 - Commerce de détail en magasin non spécialisé
Un incendie se déclare dans l'une des chambres froides d'un entrepôt de produits surgelés. Des fumées toxiques (émission du fluide frigorigène contenu dans le circuit de réfrigération ?) se dégagent. Les dommages sont importants malgré l'intervention de 12 pompiers.

N° 2025 - 12/7/1990- 59 - SECLIN
15.5 - Industrie laitière
Lors d'un test de fonctionnement d'un nouveau réservoir à ammoniac de 5 t livré 2 mois auparavant pour augmenter la capacité de l'unité de réfrigération d'une usine de fabrication de yaourts, une déformation des parois du réservoir d'eau à réfrigérer entraîne une torsion de plusieurs tuyauteries et le déplacement du réservoir d'ammoniac. N'ayant plus de support stable, la cuve prend appui sur des canalisations qu'elle risque de rompre. Une fuite d'ammoniac est redoutée et l'alerte est donnée. Les pompiers aidés d'une CMIC dévient la circulation, évacuent les riverains proches (10 maisons) et ferment un supermarché durant les 2 h de l'intervention (vidange cuve à eau / stabilisation réservoir NH3). L'incident n'entraîne ni victime, ni pollution.

N° 2068 - 26/7/1990- 49 - SEGRE
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie détruit 1 200 m² d'entrepôts frigorifiques et 800 m² d'ateliers de fabrication d'une usine de plats cuisinés. Le feu se serait déclaré dans un four au gaz et propagé rapidement en raison du polyuréthane inflammable utilisé pour isoler les chambres froides. L'intervention des pompiers (3 h 15) est gênée par la forte chaleur dégagée et la présence de gaz nocifs. Une importante fumée est visible à plusieurs km. Des riverains se confinent ou sont évacués ainsi que 300 employés d'une usine voisine. Aucune précision n'est donnée quant à une fuite éventuelle du frigorigène contenu dans les installations de réfrigération. Les dommages sont évalués à 12 MF ; les 47 employés devraient être reclassés provisoirement dans une autre usine.

N° 2282 - 1/8/1990- 26 - MONTELIMAR
63.1 - Manutention et entreposage
Lors du démontage d'une vanne sur une installation de réfrigération d'un entrepôt frigorifique, une fuite d'ammoniac gazeux se produit sur une canalisation du circuit basse pression mal isolée. L'opérateur ne peut resserrer la vanne (clé à cliquet gelée) et la fuite se prolonge pendant 20 min. La porte arrière de la salle des machines étant ouverte, le nuage se propage à l'extérieur. Les employés sont évacués ; l'un d'eux est intoxiqué et hospitalisé ainsi qu'une femme enceinte habitant à proximité. Les mesures effectuées dans l'atmosphère par les pompiers donnent des concentrations de 7 ppm pour un seuil de détection de 5 ppm. Sur un volume total de 1 200 l, seulement 3 à 4 l d'ammoniac à -33°C se seraient échappés des installations.

N° 2182 - 28/8/1990- 55 - VERDUN
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite d'ammoniac se produit sur l'installation de réfrigération d'un établissement conditionnant des volailles. Lors d'une ronde, le gardien de nuit incommodé par de fortes odeurs d'ammoniac donne l'alerte. Une quinzaine de pompiers intervient durant 2 h pour neutraliser le brouillard toxique (ventilateur et rideau d'eau), localiser l'origine de la fuite, due à la perforation par corrosion d'une canalisation, et fermer une vanne d'alimentation.

N° 2315 - 3/10/1990- 14 - MONDEVILLE
63.1 - Manutention et entreposage
Un incendie détruit 2 000 m² d'un entrepôt comprenant 3 chambres froides vides (8 000 m³) en cours de réaménagement. Le feu a démarré, en l'absence des ouvriers partis déjeuner, dans l'une des chambres dont l'ancien éclairage était démonté et le nouveau partiellement en service. L'isolation thermique du local était en cours d'amélioration par projection de mousse polyuréthane. L'éclairage était assuré par un spot halogène puissant normalement débranché à chaque fin de travaux. Ce spot peut être à l'origine de l'incendie qui s'est arrêté à un mur de parpaings séparant les chambres froides de la salle des machines. Celle-ci est intacte et aucune fuite d'ammoniac (installations de réfrigération) n'a eu lieu ; 3 employés sont en chômage technique.

N° 5057 - 8/10/1990- 55 - DIEUE-SUR-MEUSE
15.8 - Autres industries alimentaires
Une fuite de 50 l d'huile puis de 350 kg d'ammoniac (sur 1 t au total) se produit sur une installation de réfrigération d'une usine de fabrication de glaces. Initialement sous une pression de 10 b, le rejet s'effectue ensuite sous 2 bars par un orifice d'un diamètre de 22 mm situé sur l'un des 4 compresseurs implantés en sous-sol. La fuite est due à l'éclatement d'un voyant de circulation d'huile remplacé lors d'une révision. Le personnel situé dans les étages supérieurs est évacué. Aucun effet sur l'environnement n'est signalé.

N° 2345 - 11/10/1990- 26 - MONTELIMAR
63.1 - Manutention et entreposage

ED0389F - Nombre d'accidents répertoriés : 91

Dans un entrepôt frigorifique, une unité de réfrigération s'arrête de nuit à la suite de la défaillance d'une régulation. A la reprise du travail, le responsable du dépôt redémarre normalement un compresseur haute pression. La culasse de ce dernier éclate peu après et un nuage d'ammoniac gazeux toxique est émis. L'explosion est due à l'aspiration d'NH3 liquéfié non compressible lors de la mise en route automatique des compresseurs basse pression. Des concentrations de 15 à 25 ppm d'NH3 sont relevées dans le quartier et un périmètre de sécurité est établi. Un centre commercial, un bâtiment administratif et des habitations sont évacués. Sur 90 personnes concernées, 4 sont incommodées. Le retour à une situation normale demandera 2 h.

N° 2333 - 14/10/1990- 47 - CLAIRAC
01.4 - Services annexes à l'agriculture
Un incendie se déclare dans un entrepôt d'une coopérative agricole. La chambre froide (400 m²) et les marchandises entreposées sont détruites, ainsi que 150 m² de toiture. Une fuite éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération n'est pas évoquée. Le sinistre aurait pour origine une défaillance de l'équipement électrique de la chambre froide. Du chômage technique est prévisible pour 30 employés.

N° 2489 - 27/12/1990- 79 - PARTHENAY
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite d'ammoniac se produit dans un atelier de préparation de viande hachée après rupture d'une vanne sur un circuit de réfrigération à la suite d'un incident électrique. Les pompiers équipés de scaphandres stoppent la fuite.

N° 2994 - 16/1/1991- 38 - GRENOBLE
92.6 - Activités liées au sport
Une fuite de 5 l d'ammoniac se produit dans les installations de réfrigération d'une patinoire. L'accident résulte de la défaillance d'un joint situé sur une pompe placée entre l'accumulateur et les tubes de refroidissement. La patinoire est évacuée, la pompe est isolée et les locaux sont ventilés par les pompiers appuyés par une CMIC.

N° 2636 - 30/3/1991- 63 - VIEILLESPESSE
15.5 - Industrie laitière
Un incendie se déclare dans une coopérative laitière ; 1 500 m² de structures, 62 t de fromages et 10 à 15 t de matériels plastiques entreposés sont détruits (aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle fuite du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération). Les dommages sont évalués entre 10 et 20 MF et 35 employés sont en chômage technique.

N° 3415 - 21/6/1991- 47 - BOURRAN
15.3 - Industrie des fruits et légumes
Dans une usine de congélation, une fuite d'ammoniac se produit sur une citerne d'une installation de réfrigération des tunnels de congélation. La citerne est vidée. Aucune conséquence n'est signalée sur la population ou sur l'environnement.

N° 2783 - 18/7/1991- 29 - LANDERNEAU
63.1 - Manutention et entreposage
A la suite d'une panne d'électrovanne, une fuite d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération d'un entrepôt frigorifique. Dans une usine de surgélation voisine, 35 employés sont contraints d'évacuer les locaux. Souffrant de légères brûlures aux yeux, 5 employés sont hospitalisés ; 10 autres personnes se plaignent d'irritations sans gravité.

N° 3183 - 5/8/1991- 71 - VERDUN-SUR-LE-DOUBS
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine de fabrication de glaces et sorbets, un incendie détruit un bâtiment industriel ainsi que le matériel ultra-moderne et le stock qu'il contenait. Le feu est circonscrit en 2 h. Aucune précision n'est donnée quant à une fuite éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 2827 - 30/9/1991- 71 - SAINT-LEGER-SOUS-BUSSIERE
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie se déclare dans un bâtiment industriel appartenant à une entreprise de salaisons ; 20 personnes sont en chômage technique. Aucune précision n'est donnée quant à une émission éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 2828 - 30/9/1991- 74 - BONS-EN-CHABLAY
63.1 - Manutention et entreposage
Un incendie se déclare dans un bâtiment industriel à usage d'entrepôt frigorifique, 20 personnes sont en chômage technique. Aucune précision n'est donnée quant à une fuite éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 2566 - 22/11/1991- 33 - BEGLES
29.2 - Fabrication de machines d'usage général
Un incendie se déclare dans les entrepôts d'une société spécialisée dans la construction d'installations frigorifiques et se propage dans la salle d'activités d'une association locale jouxtant l'entrepôt. Les locaux techniques et le matériel, dont 40 congélateurs, sont détruits. Des dommages importants ont également été occasionnés au toit et à la charpente du bâtiment voisin. Aucune précision n'est donnée quant à une fuite éventuelle du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 4027 - 24/1/1992- 22 - LE MOUSTOIR
15.1 - Industrie des viandes
Dans une usine de surgelés, une fuite d'ammoniac se produit à la suite d'une erreur de manipulation lors de la purge d'un réservoir sur une installation de réfrigération. Les pompiers refroidissent le gaz et colmatent la fuite. Un employé et 2 pompiers sont blessés. Le gaz toxique incommode 3 autres pompiers.

N° 3539 - 24/4/1992- 38 - GRENOBLE
92.6 - Activités liées au sport
Une fuite d'ammoniac qui se produit sur les installations de réfrigération d'une patinoire, est colmatée par un technicien de la ville. Les analyses effectuées révèlent une concentration insignifiante en ammoniac dans l'air ambiant.

ED0389F - Nombre d'accidents répertoriés : 91

N° 3717 - 24/5/1992- 64 - ANGLET
15.5 - Industrie laitière
Dans une ancienne laiterie, une légère fuite d'ammoniac en phase gazeuse se produit sur une installation de réfrigération vétuste et hors service. Le rejet toxique est contrôlé jusqu'à sa complète dilution dans l'atmosphère.

N° 3678 - 6/6/1992- 57 - METZ
51.1 - Intermédiaires du commerce de gros
Plusieurs foyers d'incendie (malveillance ?) sont allumés dans d'anciens entrepôts frigorifiques reconvertis en dépôt de meubles et d'appareils électroménagers. Le feu se propage sur 400 des 2 900 m² de l'entrepôt, grâce notamment au calorifugeage des nombreux tuyaux courant dans les anciennes chambres froides. Les pompiers maîtrisent l'incendie en 1 h. Le stock de meubles et l'électroménager est détérioré par l'incendie et les eaux d'extinction. Les dommages matériels sont évalués à 1 MF. Aucune précision n'est donnée quant à une fuite du fluide frigorigène éventuellement encore présent dans les installations de réfrigération.

N° 3694 - 17/6/1992- 59 - SECLIN
15.5 - Industrie laitière
Un incendie ravage, sur 2 000 m², 1 500 m³ d'emballages en papier, carton et plastique (210 m³ autorisés) dans une ancienne chambre froide dont les canalisations ammoniac ne sont pas vidangées. Lors de l'intervention, ces dernières sont isolées avec difficulté du reste de l'unité de réfrigération (7 t NH3) : vidange nécessaire de tronçons de conduite, vannes non étanches, tuyauteries mal dégazées et risque d'explosion (NH3) lors des travaux d'isolement (soudures), etc. D'importants moyens d'intervention sont engagés (65 pompiers - 9 centres de secours, etc.). Un pompier d'une équipe montante mal renseigné sur les opérations en cours sera intoxiqué par une fuite de 60 l d'NH3 alors que l'opérateur s'est déplacé de 100 m pour fermer une vanne. Les dommages matériels sont évalués à 20 MF et les pertes d'exploitation à 14 MF. Une enquête judiciaire est effectuée (acte de vandalisme ?).

N° 3737 - 10/7/1992- 67 - STRASBOURG
25.2 - Transformation des matières plastiques
Un feu se déclare à 6 m de hauteur dans un entrepôt de 1 000 m² contenant un stock de coques en mousse de polyuréthane. Malgré le système de protection mis en place par les 50 pompiers mobilisés, l'incendie se propage à un entrepôt voisin appartenant à une société de produits surgelés. Le quartier est fermé pour permettre aux secours d'utiliser l'eau du canal du RHÔNE au RHIN. Le stock de l'usine est détruit. L'entrepôt voisin est fortement endommagé mais ses installations de réfrigération ont été protégées et aucune fuite d'ammoniac n'a été constatée. Les fumées abondantes émises sont dues à la combustion des mousses polyuréthane. Les dommages internes et externes sont respectivement évalués à 19 et 25 MF. Les pertes d'exploitation sont estimées à 32,4 MF.

N° 3778 - 10/8/1992- 14 - LE MOLAY-LITRY
15.5 - Industrie laitière
Dans une laiterie, l'une des cuves de refroidissement associées aux installations de réfrigération déborde accidentellement ; 10 à 50 m³ d'eau contenant 25 l d'ammoniaque se déversent dans les collecteurs d'évacuation des eaux pluviales. La SIETTE est polluée sur 500 m ; plusieurs dizaines d'anguilles sont tuées.

N° 3792 - 15/8/1992- 68 - KINGERSHEIM
51.3 - Commerce de gros de produits alimentaires
Un feu se déclare dans une entreprise de 1 000 m² spécialisée dans le commerce de gros des produits de la mer. L'incendie se propage à la salle des ventes contiguë d'une association caritative. L'entreprise (bureaux et entrepôts frigorifiques) est détruite. Dans la salle des ventes le toit s'effondre sur les meubles entreposés. La quasi-totalité du stock est détruite. Aucune précision n'est donnée quant aux dommages subis par les installations de réfrigération.

N° 3865 - 16/9/1992- 57 - METZ
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie se déclare dans le sous-sol d'une entreprise de transformation de viandes contenant 150 palettes de cartons d'emballage et 100 palettes de films plastique. Gênés par l'abondante fumée qui se dégage, les pompiers doivent travailler avec leurs appareils respiratoires. Les dommages sont très importants. La viande stockée a souffert de l'interruption de la chaîne du froid et du dégagement de fumée. Les pertes d'exploitation sont considérables. Un acte de malveillance pourrait être à l'origine du sinistre. Aucune précision n'est donnée quant aux dommages subis par les installations de réfrigération. Les dommages matériels sont évalués à 54 MF et les pertes d'exploitation à 51 MF ; 300 personnes sont en chômage technique.

N° 3958 - 31/10/1992- 54 - JOEUF
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite d'ammoniac est décelée sur sur le compresseur d'une installation de réfrigération d'une capacité totale de 200 m³. L'installation n'avait pas été démantelée ou vidée alors que la boucherie-charcuterie industrielle est désaffectée. Une forte odeur d'ammoniac se répand dans le quartier. Les pompiers maîtrisent la fuite après 1h00 d'intervention.

N° 4127 - 17/11/1992- 47 - MARMANDE
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans un établissement produisant des pains de glace, une fuite d'ammoniac se produit sur un circuit de réfrigération. Les pompiers munis d'appareils respiratoires isolants colmatent la fuite. Aucune conséquence n'est notée sur l'environnement.

N° 5229 - 14/12/1992- 54 - MONT-SAINT-MARTIN
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite d'ammoniac se produit en sous-sol d'une usine de production de viandes surgelées. L'accident a pour origine la rupture d'une bride lors d'une opération d'entretien sur les installations de réfrigération. L'intervention qui dure 9 h, est rendue difficile à la suite de l'épanchement d'ammoniac qui s'est produit sur un sol en terre battue. Aucun impact ne sera observé sur l'environnement.

N° 4369 - 12/3/1993- 59 - FIVES-LILLE
63.1 - Manutention et entreposage

Inquiété par une odeur caractéristique d'ammoniac, un riverain d'un entrepôt frigorifique prévient les pompiers qui alertent le personnel d'astreinte du dépôt. L'origine de la fuite est rapidement située : une tête de vanne desserrée. Les pompiers n'interviennent pas dans l'entrepôt mais dévient la circulation et interdisent l'accès du quartier dans un rayon de 100 m durant l'intervention (1H30). Aucune personne ne sera indisposée par le rejet d'ammoniac. L'unité de réfrigération, très ancienne, utilise du matériel actuellement abandonné en raison du risque de fuite. Isolées pour être vérifiée et réparée (2 autres fissures auraient été découvertes sur les conduites), elle sera démantelée 3 mois plus tard.

N° 6066 - 17/5/1993- 29 - GUERLESQUIN
15.1 - Industrie des viandes
Dans une usine de production de viandes de volaille, une installation de réfrigération monte en pression à la suite de la défaillance d'une électrovanne. Un rejet d'ammoniac se produit en toiture par une soupape de sécurité durant 20 min. Le frigorigène s'évapore en partie dans l'atmosphère, le reste étant lessivé sur le toit à la suite d'un orage violent. L'ammoniaque formée se déverse dans le collecteur des eaux pluviales et rejoint le GUIC au niveau d'une station de pré-traitement physico-chimique en amont de la station d'épuration communale. Aucun impact notable sur l'environnement n'est constaté. La vanne et la soupape sont changées. Toutes les soupapes situées en toiture sont reliées à un réservoir pour piéger toutes les purges occasionnelles.

N° 4506 - 27/5/1993- 54 - NANCY
51.3 - Commerce de gros de produits alimentaires
Une fuite d'ammoniac se produit sur une installation de réfrigération installée dans une chambre froide désaffectée appartenant à un grossiste en alimentation. Les pompiers (CMIC) munis d'appareils respiratoires colmatent la fuite en 30 min.

N° 4532 - 24/6/1993- 55 - VERDUN
15.1 - Industrie des viandes
Un feu se déclare en toiture de l'atelier de découpe d'une usine conditionnant de la viande de dinde. L'incendie se propage à l'ensemble de l'usine, menaçant un transformateur au pyralène et divers stockages de produits dangereux (acétylène, ammoniac et propane) ; des bouteilles de propane, des fûts d'acide et de détergents explosent. L'intervention mobilise 65 pompiers et 25 véhicules ; 5 pompiers incommodés par les fumées toxiques et 1 agent d'entretien choqué sont soumis à un examen médical. L'usine qui employait 200 personnes, est détruite et 250 t de produit contaminé sont perdues. Les dommages subis par les installations de réfrigération ne sont pas précisés.

N° 4655 - 15/8/1993- 54 - LANEUVEVILLE-DEVANT-NANCY
24.1 - Industrie chimique de base
Dans une usine chimique, la rupture d'un joint sur la conduite d'alimentation d'un circuit de réfrigération provoque le rejet d'une solution contenant de l'ammoniac. Un opérateur se trouvant à proximité, blessé au visage, est hospitalisé. Une partie du produit se déverse dans la MEURTHE ; Plusieurs poissons sont tués au niveau du point de rejet.

N° 4704 - 26/8/1993- 38 - SAINT-MARTIN-D'HERES
50.2 - Entretien et réparation de véhicules automobiles
Un feu d'origine indéterminée se déclare dans une carrosserie et gagne un entrepôt de surgelés ; 1 000 m² de locaux, une part importante des stocks, 3 camions frigorifiques et 4 voitures en réparation sont détruits. Aucune précision n'est donnée quant aux dommages subis par les installations de réfrigération. Une enquête de police est effectuée.

N° 6128 - 28/9/1993- 51 - REIMS
92.6 - Activités liées au sport
Dans le local technique d'une patinoire, une émission limitée d'ammoniac se produit après rupture d'une canalisation sur une installation de réfrigération. La patinoire est évacué à titre préventif, puis fermée 48 h durant les réparations. Le confinement du local est amélioré.

N° 6140 - 5/10/1993- 67 - HOCHFELDEN
15.9 - Industrie des boissons
Dans une brasserie, 25 kg d'ammoniac sont émis par les soupapes de sécurité (tarées à 11 bars) d'une unité de réfrigération. Les pompiers dissolvent rapidement le gaz par aspersion d'eau. La population et l'environnement ne sont pas atteints. L'accident est dû au déclenchement d'un fusible sur l'alimentation d'un compresseur d'air et à la fermeture, par manque d'air, d'une vanne de régulation située entre le réservoir tampon et le compresseur NH3. Les pompes de circulation NH3 restant en service, l'ammoniac s'est réchauffé provoquant une élévation de pression dans l'étage basse pression de l'unité et l'ouverture des soupapes. Un pressostat arrêtant des pompes de circulation à 4 b (pression de service 3,5 b) et une alarme sont installés.

N° 4795 - 19/10/1993- 29 - TREGUNC
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine de fabrication de produits alimentaires surgelés, 34 personnes sont intoxiquées à la suite d'une fuite d'ammoniac de réfrigération. Admises dans 3 hôpitaux de la région, celles-ci regagnent leur domicile dans la soirée à l'exception de 2 d'entres elles qui ne reprendront leur travail que 9 jours plus tard.

N° 5058 - 16/11/1993- 44 - ISSE
15.7 - Fabrication d'aliments pour animaux
A la suite d'une fuite sur une soupape de sécurité, 300 kg d'ammoniac de réfrigération sont rejetés à l'atmosphère. L'usine est évacuée. Un riverain est légèrement incommodé par le rejet toxique. La surchauffe du système de refroidissement pour conserver les aliments serait à l'origine de cette fuite.

N° 5316 - 17/2/1994- 50 - DUCEY
15.5 - Industrie laitière
Dans une fromagerie, un employé de l'équipe de nuit découvre un début d'incendie ; 3 employés armés d'extincteurs ne peuvent le maîtriser. L'usine est évacuée. Prévenus 7 min après le début du sinistre, les pompiers interviennent durant 16 h. L'un sera brûlé par de l'acide, un autre et 5 employés seront intoxiqués par les fumées de combustion des isolants (polyuréthane). Les dommages sont considérables (300 MF) ; 12 des 15 000 m² de l'usine, 3 millions de fromages et 500 m³ de lait sont détruits. Malgré les difficultés d'intervention (gaz toxiques, chaleur, encombrement, propagation rapide des flammes), un dépôt de 20 m³ de soude et

de 130 m³ de fuel ainsi que l'installation de réfrigération contenant 10 t d'ammoniac seront protégés.

N° 5094 - 11/3/1994- 22 - SAINT-BRANDAN
15.1 - Industrie des viandes
Une fuite de 500 kg d'ammoniac à -40°C a lieu dans une usine d'abattage de volailles. L'accident a pour origine la rupture de la purge d'huile de l'évaporateur du circuit de réfrigération d'un tunnel de congélation à la suite d'un choc provoqué par un transpalette électrique. Endommagée par de nombreux chocs antérieurs, la protection de cette purge n'a pu jouer son rôle. L'alerte n'est pas donnée immédiatement ; l'ammoniac liquide répandu sur le sol se vaporise lentement et envahit progressivement le bâtiment. Les premières odeurs perçues entraînent l'évacuation des locaux ; 3 employées intoxiquées, dont l'une plus gravement atteintes, sont hospitalisées et 30 t de volailles sont détruites. La protection de la purge est renforcée.

N° 5104 - 18/3/1994- 13 - PEYROLLES-EN-PROVENCE
15.1 - Industrie des viandes
Dans un couloir technique d'une usine de salaison, 2 fuites successives d'ammoniac se produisent sur une installation de réfrigération lors d'une intervention du service d'entretien sur une conduite ; 11 personnes dont 2 pompiers sont intoxiquées et hospitalisées. Les 250 employés de l'usine sont évacués à titre préventif et l'atelier est ventilé durant tout le week-end.

N° 4117 - 6/4/1994- 22 - LAMBALLE
15.1 - Industrie des viandes
Dans l'atelier de découpe d'une coopérative d'élevage de porcs, une fuite d'ammoniac se produit lorsqu'un frigoriste effectue des travaux de réfection sur une installation de réfrigération. Celle-ci doit auparavant être vidangée de son ammoniac par un ensemble de vannes piloté par une électrovanne. A la suite d'une défaillance de cette dernière, une émission d'ammoniac incommode 19 personnes à l'insu du frigoriste ; 8 d'entre elles sont hospitalisées, les autres reçoivent des soins sur place. Dés que l'alerte est donnée, l'opérateur arrête la fuite en isolant l'installation. L'atelier (200 personnes) est évacué 30 min et abondamment ventilé. Les travaux de maintenance sont interdits durant les heures de travail, un dispositif d'alerte et un plan d'évacuation sont étudiés.

N° 5292 - 2/6/1994- 40 - DAX
15.1 - Industrie des viandes
Dans une ancienne conserverie peu utilisée depuis 5 ou 6 ans, vide et en cours de rénovation, une fuite de quelques l d'ammoniac se produit lors du démantèlement d'une installation de réfrigération, à l'arrêt et non vidangée. Trois ouvriers sectionnent une canalisation de transfert d'ammoniac, remarquent, mais ne signalent pas une fuite du produit, et s'absentent pour déjeuner. Des passants alarmés par des odeurs préviennent les pompiers qui établissent un rideau d'eau et répandent de la sciure acide de résineux pour absorber et neutraliser l'ammoniac (le pH de cette résine ne sera pas modifié). A leur retour, les 3 ouvriers sont hospitalisés quelques heures pour un examen. L'accident n'aura aucune autre conséquence sur l'environnement.

N° 5438 - 13/6/1994- 92 - NANTERRE
15.5 - Industrie laitière
Dans une ancienne usine de crèmes glacées n'abritant plus que le siège social de la société, une fuite d'ammoniac se produit sur une installation de réfrigération de petite puissance (14 KW), abandonnée depuis 20 ans et implanté dans un local reconverti en salle d'archives. Lors d'un réaménagement du site, l'installation est redécouverte (?) non vidangée. Un sous-traitant effectue les travaux correspondants pour mettre les installations en sécurité, mais lors du démantèlement de l'unité le jour suivant, la fuite se produit lorsqu'un ouvrier d'une société extérieure perce une conduite de 10 m de long et de 35 mm de diamètre. Les pompiers mettront 6 h à maîtriser la fuite (absence de plans, brouillard confiné, etc.) ; 16 employés sont examinés, 3 restent hospitalisés quelques heures. L'environnement n'est pas atteint.

N° 5454 - 22/6/1994- 60 - BEAUVAIS
25.2 - Transformation des matières plastiques
Dans une usine de fabrication d'éponges végétales, une fuite de 50 kg d'ammoniac se produit au niveau d'un évent de l'installation de réfrigération des saumures. Cet accident a pour origine une défaillance sur l'un des 3 compresseurs de l'unité. Aucun blessé n'est à déplorer, le personnel de l'usine isole le compresseur après 10 min d'intervention.

N° 5513 - 24/6/1994- 76 - SANDOUVILLE
24.1 - Industrie chimique de base
Dans une unité de production de caoutchouc synthétique, un opérateur constate une fuite de butadiène sur une ligne isolée en vue de travaux et non vidangée. La température extérieure élevée a provoqué la surpression de la ligne. Le POI est déclenché, l'alimentation électrique est coupée. 90 kg de butadiène sont relâchés en 15 min. Le risque d'explosion est rapidement écarté mais la coupure du courant a provoqué l'arrêt des pompes et agitateurs des réacteurs de polymérisation et la fermeture automatique des vannes de sectionnement du circuit de refroidissement à l'ammoniac, induisant un risque de surchauffe des réacteurs. Un inhibiteur de polymérisation est injecté. Le circuit de refroidissement et l'électricité sont rétablis. Le ballon accumulateur d'ammoniac est alors mis sous arrosage, la pression du circuit ayant augmenté suite à la demande en refroidissement. L'accident n'a pas eu de conséquences matérielles mais a nécessité la mise en sécurité des installations de production.

N° 5571 - 11/7/1994- 49 - MONTREUIL-BELLAY
15.3 - Industrie des fruits et légumes
Une fuite d'ammoniac se produit dans une entreprise (champignons surgelés) arrêtée en février 1994 et en liquidation judiciaire. Deux sociétés contiguës sont évacuées ; 20 personnes font l'objet d'un contrôle médical. La forte chaleur aurait accentué une fuite déjà existante sur l'un des 2 condenseurs extérieurs d'une installation de réfrigération. Une CMIC arrête cette fuite en refroidissant la cuve et en isolant le condenseur défectueux. A la fin de l'intervention, 3 réservoirs contenant de l'ammoniac gazeux restent sur le site. Ces cuves sont purgées par une entreprise spécialisée sur demande de la mairie. Des égouts sont également curés pour éliminer les odeurs d'ammoniac qui incommodaient les employés de l'une des entreprises voisines.

N° 5676 - 28/7/1994- 26 - NYONS
01.4 - Services annexes à l'agriculture
Un feu se déclare dans l'entrepôt frigorifique d'une coopérative agricole. Le bâtiment de 600 m² et 300 t d'abricots sont détruits. Aucune précision n'est donnée quant aux dommages éventuels subis par les installations de réfrigération.

ED0389F - Nombre d'accidents répertoriés : 91

N° 5955 - 11/8/1994- 51 - REIMS
15.9 - Industrie des boissons
Une société produisant du champagne démantèle une installation de réfrigération à l'arrêt depuis 1990 et contenant 280 kg d'ammoniac (45 kW). Deux techniciens de 2 entreprises extérieures récupèrent d'abord 250 kg d'NH3 liquide dans 8 bouteilles spécialement affectées à cette opération. L'installation est ensuite dégazée en immergeant dans un seau rempli d'eau des tuyaux reliés aux piquages de l'unité. La solution ammoniacale saturée est déversée, sans doute à plusieurs reprises, dans un regard de rejets des eaux pluviales. Informés par un riverain du dégagement d'odeurs ammoniaquées dans les égouts de la ville, les pompiers préviennent le Service des eaux pour avertir le personnel susceptible de travailler dans le secteur.

N° 5783 - 23/8/1994- 39 - BALANOD
15.1 - Industrie des viandes
Un incendie détruit une usine de salaison de 12 000 m². Le feu qui se déclare dans l'atelier de conditionnement, se propage en moins de 10 min à l'ensemble du bâtiment par les gaines d'aération. Les 62 pompiers qui interviennent, ne parviennent à préserver que les locaux administratifs ; 90 employés sont en chômage technique. Aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle fuite du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération. Les dommages matériels et les pertes d'exploitation sont évaluées à 350 MF.

N° 6132 - 31/8/1994- 51 - REIMS
92.6 - Activités liées au sport
Lors de la remise en froid d'une patinoire inaugurée en 1967 et arrêtée depuis 2 mois pour des travaux d'entretien, les systèmes d'alerte se déclenchent à la suite d'une fuite d'ammoniac. Celle-ci est détectée à 30 cm à l'intérieur du béton sur le faisceau de réfrigération de la piste, composé de 24 km de tubes de refroidissement. Ces tubes font l'objet d'une surveillance et sont progressivement changés par tronçons tous les ans. A la suite de l'incident, 18 tubes sont mis à nus, 5 sont percés par corrosion. Aucun impact notable n'est signalé sur l'environnement. D'importants travaux de réfection sont réalisés les mois suivants (500 KF).

N° 5876 - 13/9/1994- 22 - SAINT-NICOLAS-DU-PELEM
15.1 - Industrie des viandes
Dans un abattoir, un incendie détruit un magasin secondaire de 1 500 m². Les installations de réfrigération ne sont pas atteintes.

N° 6067 - 13/9/1994- 29 - SAINT-MARTIN-DES-CHAMPS
15.1 - Industrie des viandes
Alertés par des plaignants gênés par de fortes odeurs d'ammoniac, les pompiers et la gendarmerie découvrent une vanne de purge défaillante sur les installations de réfrigération d'un abattoir. Sur ces dernières, les tuyaux de purge ne sont pas collectés et les effluents résiduels occasionnels se déversent directement sur le sol. La vanne défaillante est remplacée.

N° 5882 - 20/9/1994- 50 - LESSAY
15.1 - Industrie des viandes
Dans une entreprise de salaisons et de fabrication à façon de jambons fumés, un incendie détruit un bâtiment industriel annexe utilisé pour le stockage de cartonnages. Le sinistre aurait pour origine une surchauffe consécutive à un court circuit électrique. Les chaînes de fabrication et les installations de réfrigération à l'ammoniac protégées par des murs coupe-feu n'ont pas été atteintes. Les dommages sont évalués à 270 KF mais le travail ne sera pas interrompu.

N° 2249 - 24/9/1994- 47 - PENNE-D'AGENAIS
15.3 - Industrie des fruits et légumes
Une fuite d'ammoniac est découverte sur une installation de réfrigération à l'extérieur d'une conserverie. Par sécurité, les pompiers mobilisent de lourds moyens d'intervention. Deux secouristes (CMIC) équipés de combinaisons autonomes parviennent à colmater la fuite et diluent le produit dans l'eau ; 30 employés susceptibles d'avoir été en contact avec le gaz sont examinés, 9 sont hospitalisés durant une demi-journée. Des mesures effectuées sur le site ne montrent aucun risque particulier et l'entreprise peut reprendre son activité.

N° 5957 - 27/10/1994- 05 - GAP
15.5 - Industrie laitière
Lors de la purge d'un circuit de réfrigération dans une laiterie, un intervenant extérieur incommodé par les vapeurs émises ne referme pas complètement la vanne de purge. Une fuite d'ammoniac se produit avec un faible débit durant 1 h jusqu'à isolement de l'installation. Un pompier est incommodé durant l'intervention.

N° 3028 - 16/11/1994- 53 - LAVAL
15.1 - Industrie des viandes
Plusieurs fuites d'ammoniac se produisent sur les installations de réfrigération des abattoirs municipaux. Une CMIC effectue des mesures de toxicité. Les employés sont évacués et mis en chômage technique durant 48 h.

N° 6025 - 21/11/1994- 72 - CONNERRE
15.1 - Industrie des viandes
Lors de travaux sur le site d'une charcuterie industrielle fermée depuis 2 ans, une pelle hydraulique sectionne une canalisation d'une ancienne installation de réfrigération à l'ammoniac qui n'avait pas été vidangée. Le produit se répand au sol. Un nuage toxique incommode légèrement 8 personnes dont 2 bébés ; le conducteur de la pelle et un passant sont placés en observation dans un centre hospitalier. La gendarmerie met en place un périmètre de sécurité. L'accident sera maîtrisé après 1 h 15 d'intervention. La municipalité, nouveau propriétaire du terrain, se charge de l'élimination des produits en liaison avec une société spécialisée.

N° 6093 - 2/12/1994- 67 - HOCHFELDEN
15.9 - Industrie des boissons
Dans une brasserie, une fuite de 30 à 40 kg d'ammoniac se produit à 9 h 15 lors du remplacement du collecteur d'aspiration des compresseurs d'une unité de réfrigération. Trois sous-traitants, équipés de masques, sortent de la salle des machines et sont hospitalisés quelques heures. La fuite cesse 15 min plus tard après fermeture, dans un local contigu à la salle, des vannes du circuit d'aspiration. Le collecteur est isolé (3 vannes) et purgé à 7 h 15, mais une vanne sur le retour du circuit froid des tanks de

ED0389F - Nombre d'accidents répertoriés : 91

fermentation n'est pas fermée. L'erreur n'est pas décelée car les 2 pompes et 1 vanne de ce circuit sont délestées en période d'heures de pointe EDF. La fuite se produit à leur remise sous tension. L'environnement ne sera pas atteint mais 100 personnes sont évacuées.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
DIRECTION DE LA PREVENTION ET DES RISQUES
SEI / BARPI

Accidents en réfrigération à l'étranger (44 cas)

Base de données ARIA - Etat au 28/11/2002

(ED0389E)

La base de données ARIA, exploitée par le Ministère de l'écologie et du développement durable, recense les événements accidentels qui ont, ou qui auraient pu, porter atteinte à la santé ou la sécurité publiques, l'agriculture, la nature et l'environnement. Pour l'essentiel, ces événements résultent de l'activité d'usines, ateliers, dépôts, chantiers, carrières, élevages… classés au titre de la législation relative aux Installations Classées, ainsi que du transport de matières dangereuses.
Le recensement et l'analyse de ces accidents et incidents, français ou étrangers sont organisés depuis 1992. Ce recensement qui dépend largement des sources d'informations publiques et privées, n'est pas exhaustif. La liste des évènements accidentels présentés ci-après ne constitue q'une sélection de cas illustratifs.
Malgré tout le soin apporté à la réalisation de cette synthèse, il est possible que quelques inexactitudes persistent dans les éléments présentés. Merci au lecteur de bien vouloir signaler toute anomalie éventuelle avec mention des sources d'information à l'adresse suivante : BARPI - 2, rue Antoine Charial 69426 LYON CEDEX 03 / Mel : sei.barpi@industrie.gouv.fr

N° 5264 - 1/1/1958- ETATS UNIS - CHICAGO
63.1 - Manutention et entreposage
Dans la salle des compresseurs d'un entrepôt frigorifique, une fuite d'ammoniac se produit à la suite de la défaillance d'un joint fileté sur une canalisation de détente associée à une installation de réfrigération. Un employé ferme une vanne d'aspiration et coupe le courant. L'étincelle de rupture produite par un disjoncteur magnétique situé à 1,80 m du sol enflamme l'ammoniac confiné dans le local. La date exacte de l'accident n'est pas connue (jour et mois ?).

N° 5265 - 2/9/1967- ETATS UNIS - GREAT BEND
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine de fabrication de produits alimentaires, une fuite d'ammoniac se produit à la suite de la rupture d'une canalisation sur une installation de réfrigération. Cette défaillance est due à une déficience du matériel et à la présence de vibrations. Les installations électriques ou l'allumage d'un système de chauffage ont ensuite initié l'explosion et l'inflammation du nuage d'ammoniac.

N° 5266 - 7/2/1968- ETATS UNIS - CHICAGO
15.8 - Autres industries alimentaires
Un camion transportant des hydrocarbures percute un bâtiment industriel appartenant à une usine de produits alimentaires. Les citernes fuient, les hydrocarbures s'enflamment et une explosion se produit 15 min après le début de l'incendie. Cette dernière est attribuée à l'inflammation d'ammoniac libéré par une installation de réfrigération située au sommet du bâtiment. Cet accident provoque la mort de 9 personnes, 72 autres sont blessées.

N° 5267 - 14/7/1968- ALLEMAGNE -
YY.0 - Activité indéterminée
Une fuite d'ammoniac se produit sur l'installation de réfrigération d'une usine à la suite de la rupture par surpression d'une pompe en fonte corrodée.

N° 5268 - 5/12/1968- ROYAUME UNI - GLASGOW
63.1 - Manutention et entreposage
Une fuite d'ammoniac et une explosion ont lieu dans une installation de réfrigération d'un entrepôt frigorifique.

N° 5269 - 20/8/1969- ETATS UNIS - CHARLOTTESVILLE
15.5 - Industrie laitière
Dans une laiterie industrielle, une fuite d'ammoniac se produit à la suite de la rupture d'une vanne sur une ligne haute pression en sortie compresseur d'une installation de réfrigération. Le nuage d'ammoniac s'enflamme au niveau d'un moteur électrique. L'explosion est de faible ampleur.

N° 5270 - 26/10/1969- ETATS UNIS - MASSILLON
15.8 - Autres industries alimentaires
Une fuite d'ammoniac se produit dans une usine de conditionnement alimentaire à la suite de la rupture d'une canalisation sur un circuit de compression d'une installation de réfrigération. Le nuage d'ammoniac formé explose peu après enflammé sans doute par un moteur électrique.

N° 5271 - 3/8/1970- ROYAUME UNI - AYR
63.1 - Manutention et entreposage
Les installations de réfrigération d'un entrepôt frigorifique sont endommagées lors d'un incendie. A la suite d'une fuite, une explosion de faible ampleur due à l'ammoniac se produit.

N° 5272 - 15/3/1971- ROYAUME UNI - LONDRES
63.1 - Manutention et entreposage
A la suite d'une explosion et d'un incendie dans un entrepôt frigorifique, des conteneurs d'ammoniac utilisés dans les installations de réfrigération éclatent ; 11 personnes sont intoxiquées.

N° 5273 - 23/2/1974- ETATS UNIS - MARSHALL
15.5 - Industrie laitière
Dans une usine de traitement de produits laitiers, une canalisation d'ammoniac de 75 mm de diamètre se rompt dans le local des compresseurs d'une installation de réfrigération. Deux explosions et un incendie suivent peu après.

N° 5275 - 1/12/1975- COREE DU SUD - BUSAN
15.2 - Industrie du poisson
Un réservoir d'ammoniac d'une installation de réfrigération explose dans une poissonnerie ; 5 personnes sont tuées et, selon la source, 85 à 178 autres sont blessées.

N° 5276 - 4/8/1977- PAYS BAS -
YY.0 - Activité indéterminée
Lors d'une opération de transfert dans un stockage d'ammoniac, une explosion initiée par une étincelle (perceuse ?) se produit dans une installation de réfrigération; 1 personne est intoxiquée.

N° 5278 - 10/1/1978- ROYAUME UNI - INCONNU
63.1 - Manutention et entreposage
Dans un entrepôt réfrigéré, une fuite d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération. Le gaz s'enflamme et explose ; la source exacte de l'ignition n'est pas connue.

N° 5279 - 12/6/1978- ETATS UNIS -
24.1 - Industrie chimique de base
Dans une usine de fabrication d'engrais, une émission d'ammoniac se produit après qu'une vanne d'un circuit de refroidissement / réfrigération ait été fermée par inadvertance. L'unité de synthèse a été dépressurisée à l'atmosphère à la suite de la détection d'un

niveau haut dans la section froid de l'unité. Le mélange gazeux émis s'est ensuite enflammé en raison de la présence probable d'hydrogène et de méthane. Neuf personnes seront blessées.

N° 5277 - 1/9/1978- SENEGAL -
05.0 - Pêche, aquaculture
Dans un bateau de pêche, un circuit de réfrigération à l'ammoniac explose.

N° 5280 - 12/12/1978- ROYAUME UNI - PADDINGTON
15.8 - Autres industries alimentaires
Une fuite d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération d'une usine de fabrication de glaces.

N° 5281 - 21/2/1980- ETATS UNIS - LOS ANGELES
15.5 - Industrie laitière
Une émission d'ammoniac liquéfié se produit sur les installations de réfrigération d'une usine de fabrication de produits laitiers. Cette fuite engendre une explosion qui blesse 12 personnes ; 10 autres sont intoxiquées par le nuage. Toutes les personnes atteintes seront hospitalisées.

N° 5282 - 26/7/1980- CANADA - PORTAGE LA PRAIRIE
63.1 - Manutention et entreposage
A la suite d'un incendie, une fuite d'ammoniac se produit dans les installations de réfrigération d'un entrepôt frigorifique. Cet accident ne provoque aucune victime mais 4 000 personnes sont évacuées.

N° 5283 - 11/4/1982- JAPON - MIYAGI
05.0 - Pêche, aquaculture
Une fuite d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération d'un bateau de pêche ; 7 marins sont tués et 7 autres sont portés disparus.

N° 5284 - 11/12/1983- ETATS UNIS -
15.5 - Industrie laitière
Une fuite de 209 kg d'ammoniac (sur une masse totale de 1 800 kg) se produit sur les installations de réfrigération d'un entrepôt de crèmes glacées. L'origine de cette fuite est localisée sur une tuyauterie de 152 mm de diamètre sous 965 kPa de pression. Une explosion et un incendie se produisent peu après dans la chambre froide. Le filament d'une lampe d'éclairage serait à l'origine de l'inflammation de l'ammoniac.

N° 5285 - 17/9/1984- ETATS UNIS - SHREVEPORT
15.1 - Industrie des viandes
Dans un des bâtiments d'un entrepôt frigorifique de viande, une fuite d'ammoniac se produit sur l'une des vannes d'une installation de réfrigération. Une explosion et un incendie sont initiés, par un choc ou par un arc électrique, à partir d'un engin élévateur automoteur utilisé lors de l'intervention des secours.

N° 5245 - 13/2/1985- INDONESIE - TANJUNG BALAI
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine de produits alimentaires, une cuve d'ammoniaque (installation de réfrigération ?) explose après qu'un ouvrier est enlevé une canalisation d'eau sur le réservoir. A la suite de cet accident, 130 employés sont blessés ou intoxiqués dont 91 grièvement. Parmi les blessés, certains ont été piétinés par les ouvriers qui tentaient de gagner les issues de secours. Un mouvement de panique s'est développé dans la population résidant près de l'usine qui craignait une répétition de l'accident de BHOPAL (Inde - Fuite de gaz mortel en décembre 84).

N° 5287 - 29/5/1985- ETATS UNIS - SAN ANTONIO
15.8 - Autres industries alimentaires
Dans une usine de fabrication de glace, le réservoir accumulateur d'une installation de réfrigération à l'ammoniac explose ; 23 personnes sont blessées et les 20 employés de l'usine sont évacués.

N° 5288 - 18/12/1985- ALLEMAGNE -
15.5 - Industrie laitière
Dans une laiterie industrielle, une fuite d'ammoniac se produit sur un réservoir d'une installation de réfrigération à la suite d'une défaillance d'un équipement de mesure de la pression. Le nuage de gaz d'un volume de 5 m³ s'enflamme au contact d'une source d'ignition non identifiée.

N° 5256 - 29/6/1986- ALLEMAGNE - BAMBERG
15.9 - Industrie des boissons
Une fuite d'ammoniac se produit sur les installations de réfrigération d'une brasserie. Un ouvrier est intoxiqué. La population urbaine doit se confiner 30 min jusqu'à dissipation du nuage toxique.

N° 5289 - 24/6/1987- INDE - BHOPAL
15.5 - Industrie laitière
Dans une usine de fabrication de crèmes glacées, une fuite d'ammoniac sur une installation de réfrigération panique plusieurs milliers de personnes ; 200 000 d'entres elles seront évacuées. Aucune victime n'est à déplorer.

N° 5290 - 3/11/1987- ETATS UNIS - ROM
YY.0 - Activité indéterminée
A la suite de la rupture d'une canalisation sur une installation de réfrigération dans une usine, une fuite d'ammoniac intoxique 50 personnes.

N° 5291 - 14/12/1987- CHINE -
05.0 - Pêche, aquaculture

Une explosion se produit à bord d'un bateau de pêche naviguant en mer de chine. L'explosion et des fumées toxiques (fuite de fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération ?) tuent 12 marins.

N° 181 - 3/9/1988- ETATS UNIS - COLOMBUS
15.8 - Autres industries alimentaires
Au cours de travaux de maintenance simultanés et non coordonnés dans une boulangerie industrielle, l'alimentation électrique d'une vanne de sécurité, ouverte en position de repos (sécurité non positive), est coupée alors qu'elle ferme le circuit ammoniac pendant l'ouverture d'une installation de réfrigération. Cette erreur humaine provoque une fuite de 1 t d'ammoniac. L'intervention se fait par arrosage d'eau au niveau de la fuite et par dessus l'installation. La solution ammoniaquée se déverse dans les égouts ; les autorités qui gèrent le réseau d'assainissement sont alertées. Aucune victime n'est à déplorer.

N° 69 - 30/9/1988- ETATS UNIS -
24.1 - Industrie chimique de base
Durant une manoeuvre de mise à l'arrêt dans une usine d'engrais, la brusque baisse de régime d'une chaudière entraîne un ralentissement du compresseur d'une unité de réfrigération et une surpression dans les étages d'ammoniac liquide. Une soupape de sécurité s'ouvre et 2,6 t d'ammoniac sont rejetées à l'atmosphère. La chaudière est remise en route immédiatement et la procédure de mise à l'arrêt est conduite à son terme sans autres difficultés. Aucune conséquence n'est à déplorer sur l'environnement.

N° 190 - 9/11/1988- ETATS UNIS - LAKE CHARLES
24.1 - Industrie chimique de base
A la suite de la défaillance d'une pompe de circulation d'eau pour le refroidissement d'un condenseur d'ammoniac, une surpression se produit dans un système de réfrigération. La soupape du collecteur s'ouvre ; 1,7 t d'ammoniac sont émises à l'atmosphère. Cet accident n'a aucune conséquence significative sur l'environnement.

N° 143 - 28/4/1989- ROYAUME UNI - GRIMSBY
63.1 - Manutention et entreposage
A la suite de l'éclatement d'une tuyauterie d'ammoniac sous pression de 25 mm de diamètre dans le circuit de réfrigération d'un entrepôt frigorifique, 0,4 t de gaz toxique se disperse rapidement et 400 personnes sont évacuées dans le voisinage du site. 23 personnes sont hospitalisées pour recevoir un traitement spécifique. L'origine de cet accident serait imputée au colmatage d'un circuit.

N° 775 - 22/5/1989- PAKISTAN - HYDERABAD
15.8 - Autres industries alimentaires
Un rejet important et de longue durée d'ammoniac se produit à la suite d'une explosion sur les installations de réfrigération d'une usine de fabrication de pains de glace ; 1 500 à 1 600 personnes sont intoxiquées, dont des élèves d'une école voisine.

N° 1014 - 14/8/1989- CANADA - TORONTO
15.1 - Industrie des viandes
Dans l'un des entrepôts réfrigérés d'une usine de conditionnement de viande, une importante fuite d'ammoniac se produit sur une tuyauterie de la station de compression d'une installation de réfrigération. Une personne est tuée, 11 autres sont intoxiquées. Les 1 200 employés de l'usine sont évacués.

N° 897 - 16/10/1989- ETATS UNIS - WELLSTON
15.8 - Autres industries alimentaires
Une fuite d'ammoniac se produit sur une installation de réfrigération implantée dans une usine de fabrication de pizzas. Cet accident provoque l'intoxication de 50 personnes dont 27 sont hospitalisées ; 7 500 personnes sont évacuées.

N° 133 - 29/10/1989- SUEDE - MALMÖ / SKANE
24.1 - Industrie chimique de base
Dans une usine chimique, une fuite de 5 t d'ammoniac se produit par une brèche de 300 mm sur une tuyauterie d'une installation de réfrigération. Un aérosol dense se forme dans le bâtiment. L'arrêt de la fuite demande la fermeture de 20 vannes. L'intervention de 15 personnes est nécessaire. Les secours devront s'entraîner au déroulement des opérations et aux gestes nécessaires dans une installation similaire voisine. La fuite sera stoppée après 3 tentatives. Un sauveteur sera intoxiqué à la suite d'une défaillance de son équipement de protection.

N° 5293 - 8/1/1991- PAYS BAS -
63.1 - Manutention et entreposage
A la suite de la défaillance d'un élément d'un circuit de chauffage, un incendie se déclare dans un entrepôt réfrigéré. Les dommages sont évalués à 15 NL Guilders. Aucune précision n'est donnée quant à une éventuelle fuite du fluide frigorigène contenu dans les installations de réfrigération.

N° 5294 - 6/11/1991- ALLEMAGNE - WILHELSMBURG
YY.0 - Activité indéterminée
Une fuite de 1,2 t d'ammoniac se produit sur une installation de réfrigération, à la suite du redémarrage en local d'un compresseur alors qu'une procédure d'arrêt est lancée depuis une salle de contrôle. Six personnes sont intoxiquées. Des rideaux d'eau sont mis en place pour abattre le nuage et permettre la fermeture des vannes de l'installation.

N° 3481 - 19/3/1992- COTE D'IVOIRE - GOLFE DE GUINEE
05.0 - Pêche, aquaculture
La défaillance d'un joint d'étanchéité sur une bride à la sortie d'un compresseur du système de réfrigération d'un thonier provoque une fuite d'ammoniac. La totalité du produit stocké se répand et forme un nuage toxique. Un mécanicien meurt asphyxié. Les autres membres de l'équipage se réfugient sur le skiff pendant quelques heures, jusqu'à volatilisation complète de l'ammoniac.

N° 3561 - 30/4/1992- SUISSE - MEYRIN
15.9 - Industrie des boissons

ED0389E - Nombre d'accidents répertoriés : 44

Une fuite de 480 kg d'ammoniac se produit par un trou de 1 à 2 mm de diamètre sur une canalisation rouillée en sortie d'un évaporateur d'un système de réfrigération destiné à refroidir la production d'une usine d'embouteillage de vins cuits. L'installation était à l'arrêt et ne disposait d'aucun détecteur. La tuyauterie d'un diamètre de 20 à 30 mm se rompt lors de son dégagement. Les pompiers et le personnel de l'usine interviennent équipés de masques respiratoires et de tenues étanches. L'ammoniac est capté dans un brouillard d'eau puis refoulé avec les eaux usées. Les habitants sont invités à fermer leurs fenêtres.

N° 5295 - 1/6/1992- ALLEMAGNE - MULSHAUSEN

15.8 - Autres industries alimentaires

Dans une usine de produits alimentaires, une fuite de 600 kg d'ammoniac se produit sur une installation de réfrigération. L'accident est dû à la défaillance d'un flexible au niveau d'une bride de raccordement. Les plans d'urgence interne et externe sont activés.

N° 5296 - 29/7/1992- SENEGAL - DAKAR

63.1 - Manutention et entreposage

Un incendie et une fuite d'ammoniac se produisent dans un entrepôt frigorifique sur le port. Les compresseurs de l'installation de réfrigération venaient d'être révisés et testés sous atmosphère d'ammoniac. La fuite est due à une montée en pression d'un circuit fermé et à une vanne (ou un clapet) défectueux. Une personne a été intoxiquée. Des odeurs d'ammoniac étaient par ailleurs perçues depuis 2 jours.

N° 3954 - 23/10/1992- BELGIQUE - ANDERLECHT

15.5 - Industrie laitière

Une fuite d'ammoniac qui se produit sur l'installation de réfrigération d'une usine de fabrication de glaces, indispose plusieurs riverains. Des odeurs sont perçues à 100 m des installations. Une heure est nécessaire aux secours pour découvrir l'origine de la fuite, qui se situe sur le séparateur d'huile dans la chambre des compresseurs, et fermer une vanne. Six personnes dont 1 pompier sont brûlées et hospitalisées.

N° 5297 - 5/11/1992- ALLEMAGNE - MANNHEIM

15.9 - Industrie des boissons

A la suite de la défaillance d'une régulation, une fuite de 5 à 10 t d'ammoniac se produit sur l'installation de réfrigération d'une brasserie. Deux personnes sont intoxiquées. La zone menacée est évacuée. L'ammoniac échappé dans l'atmosphère est capté avec de l'eau pulvérisée. Les dommages sont évalués à 2 500 DM.

ANNEXE 8

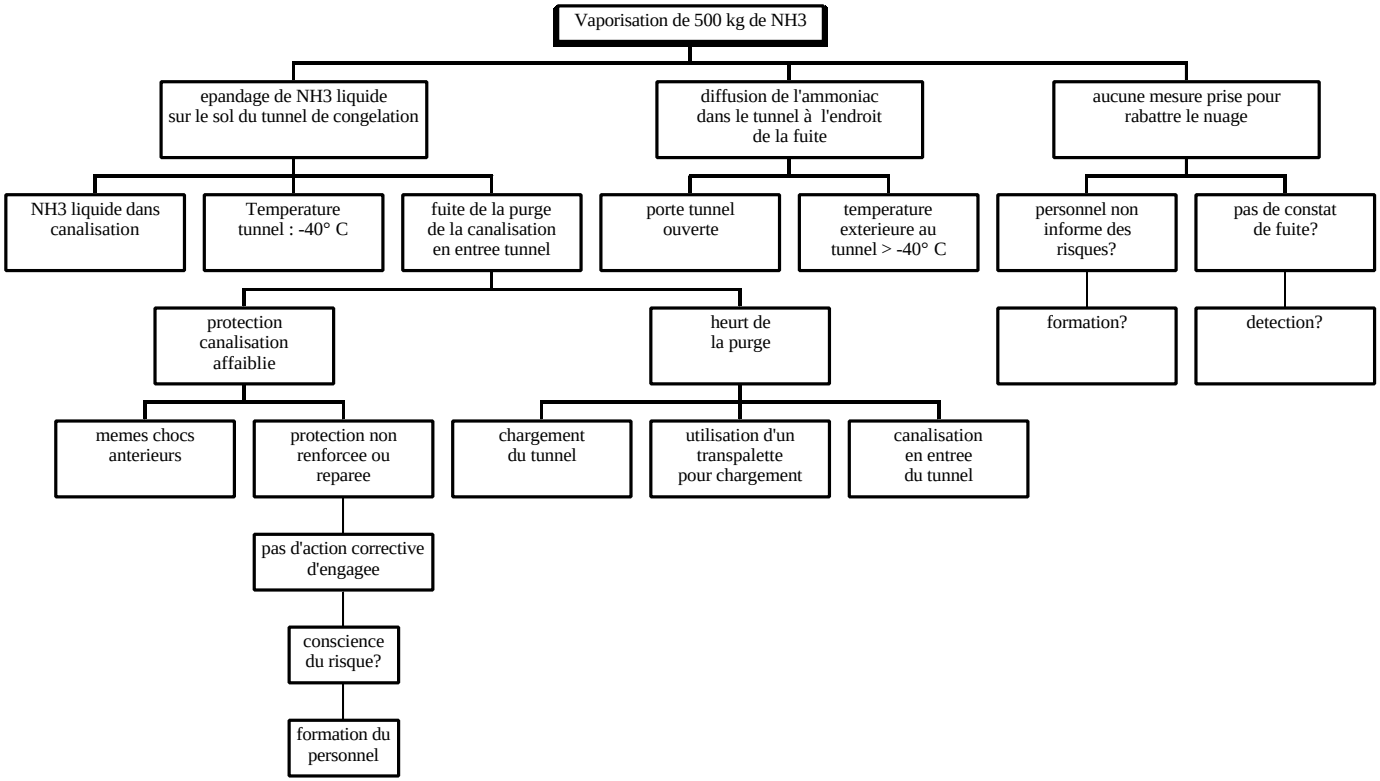
ARBRES DE DEFAILLANCE
(ETUDE INERIS 1995)

1) Accidents étudiés :

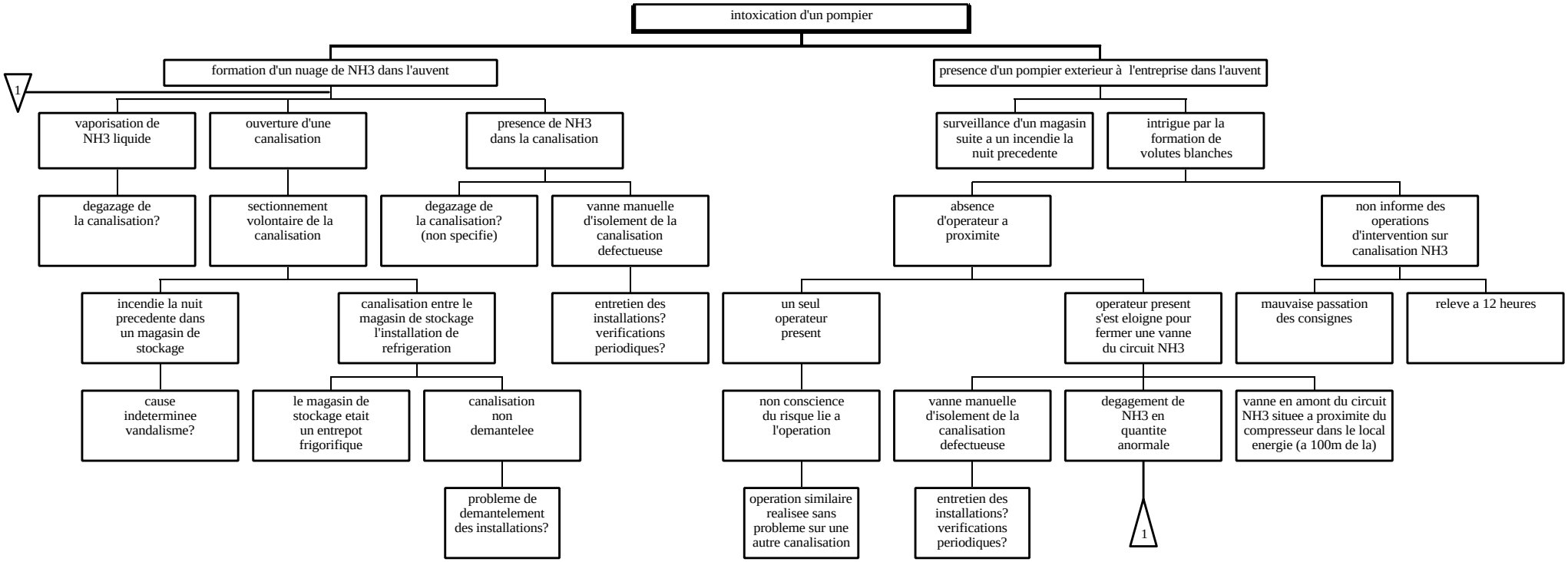
- Saint Brandan le 11 mars 1994.
- Séclin le 17 juin 1992.
- Montélimar le 11 octobre 1990.
- Dieue-sur-Meuse le 8 octobre 1990.
- Montélimar le 1er août 1990.

2) Synthèse des défaillances constatées.

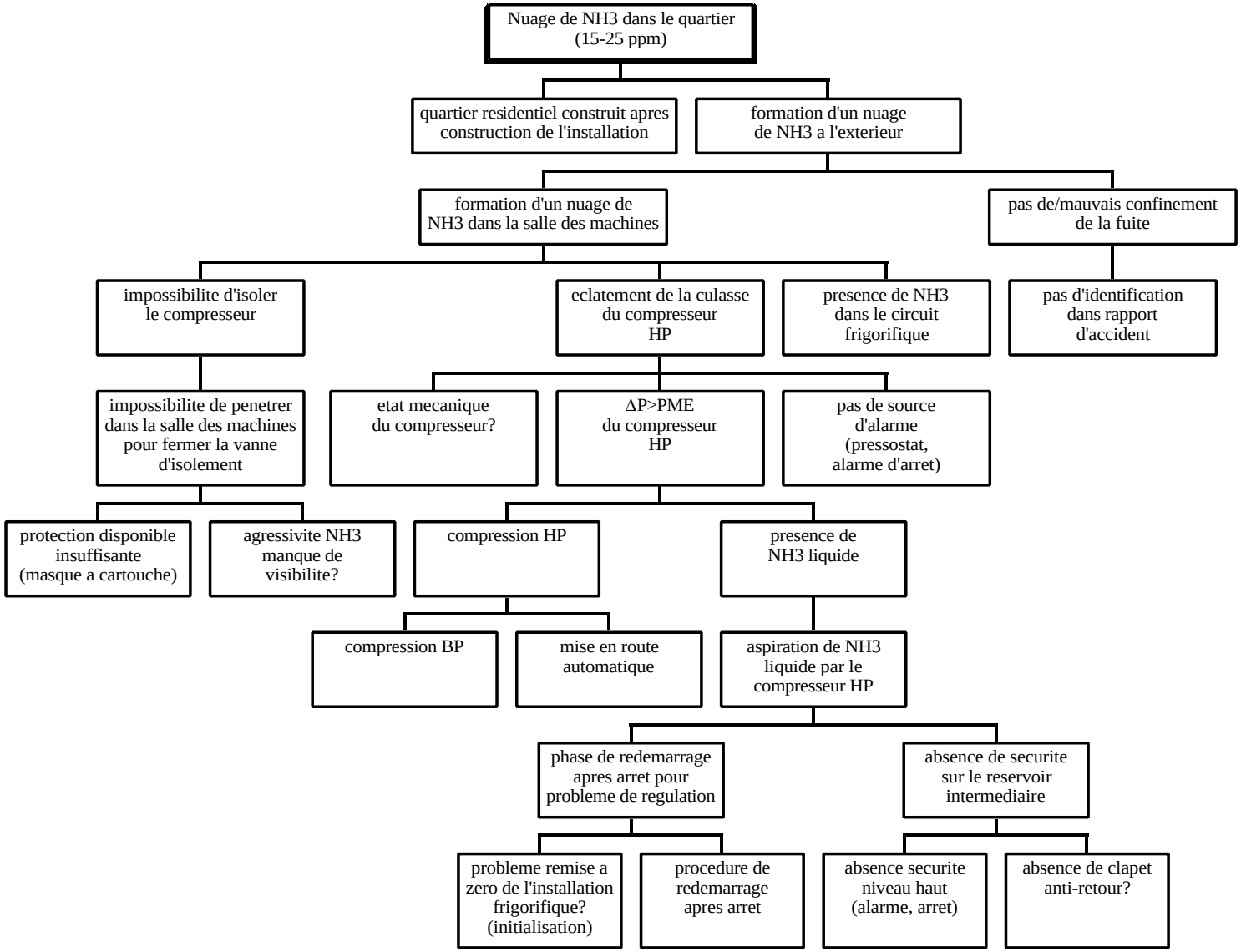
SAINT BRANDAN le 11/03/94



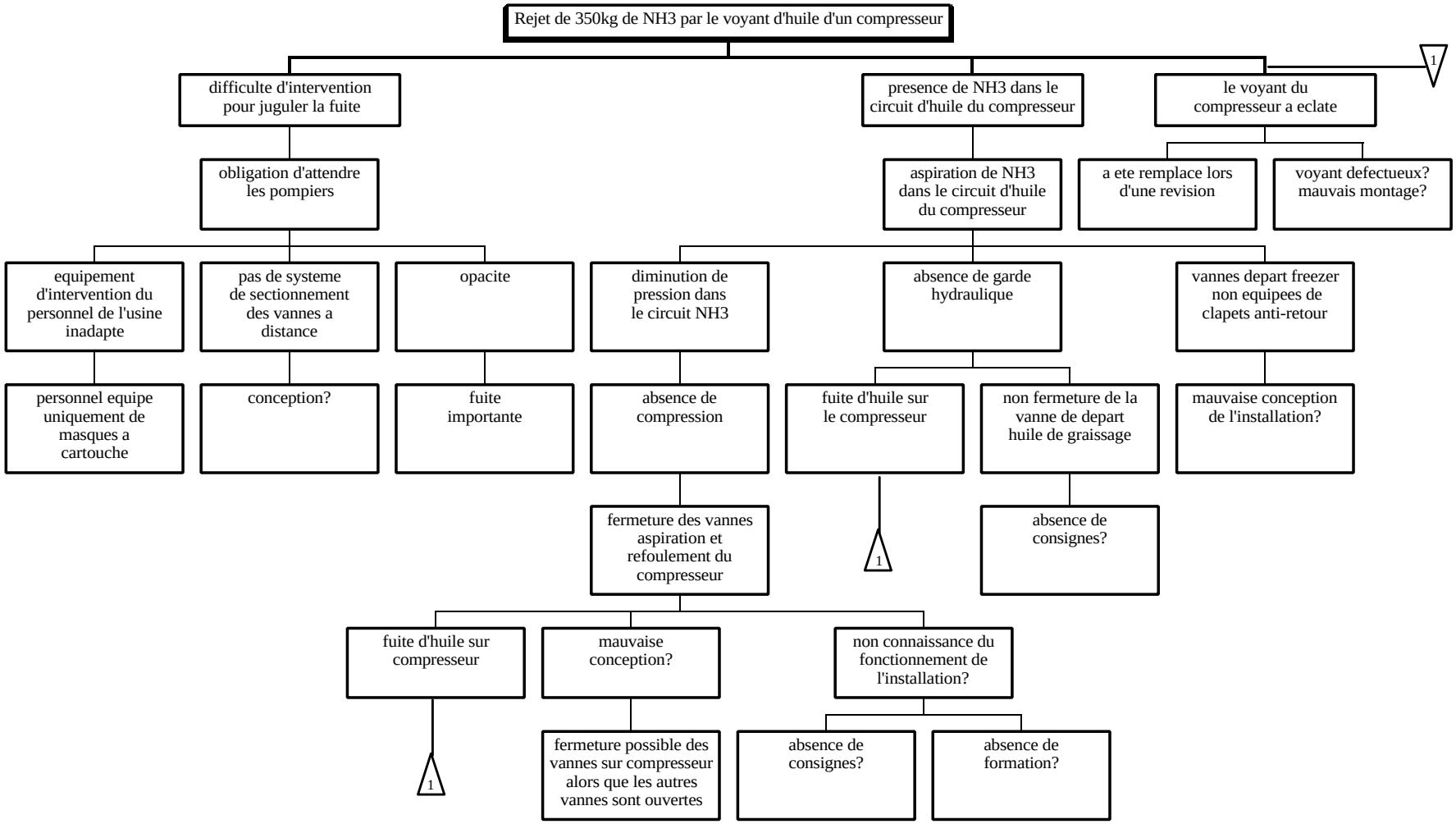
SECLIN le 17/06/92



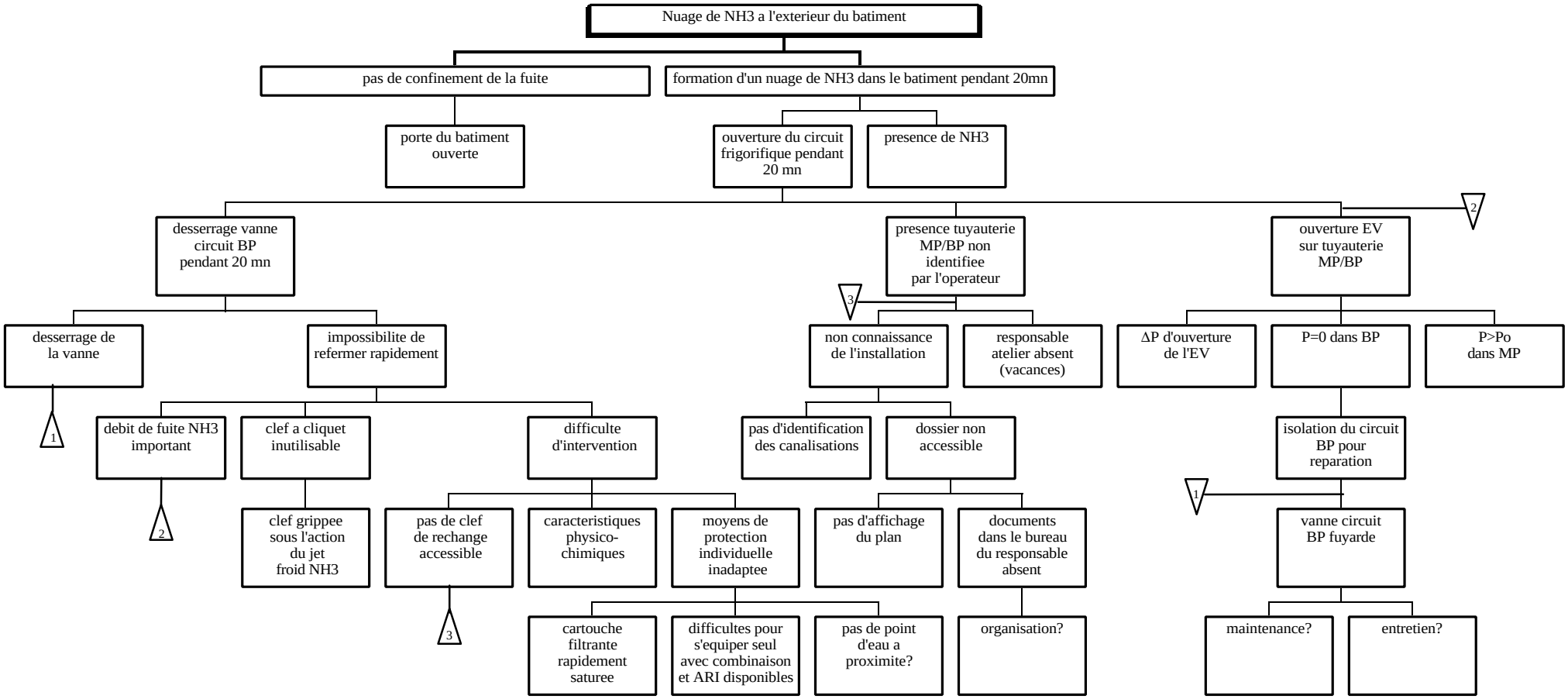
MONTELIMAR le 11/10/90



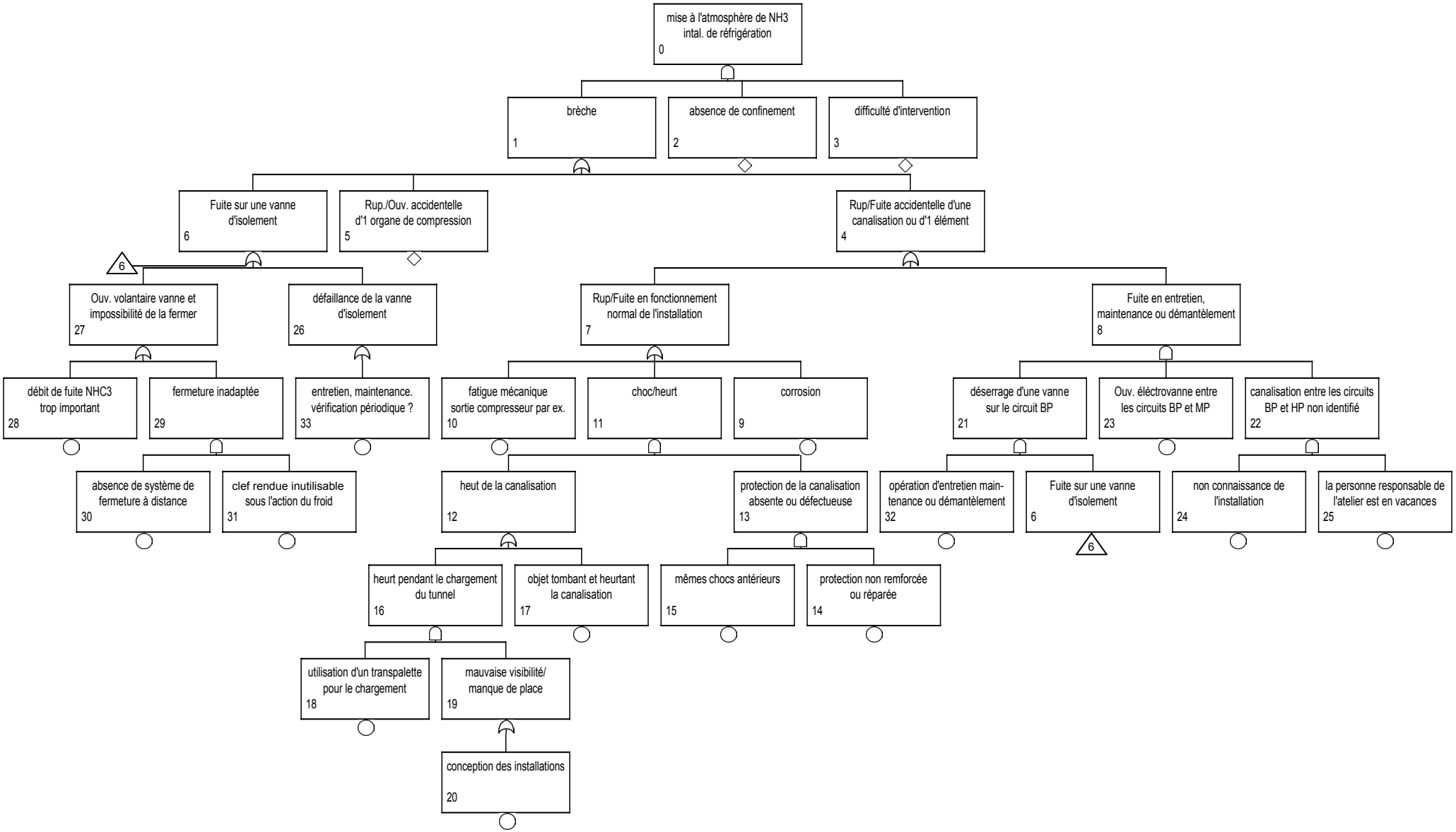
DIEUE-SUR-MEUSE le 08/10/90



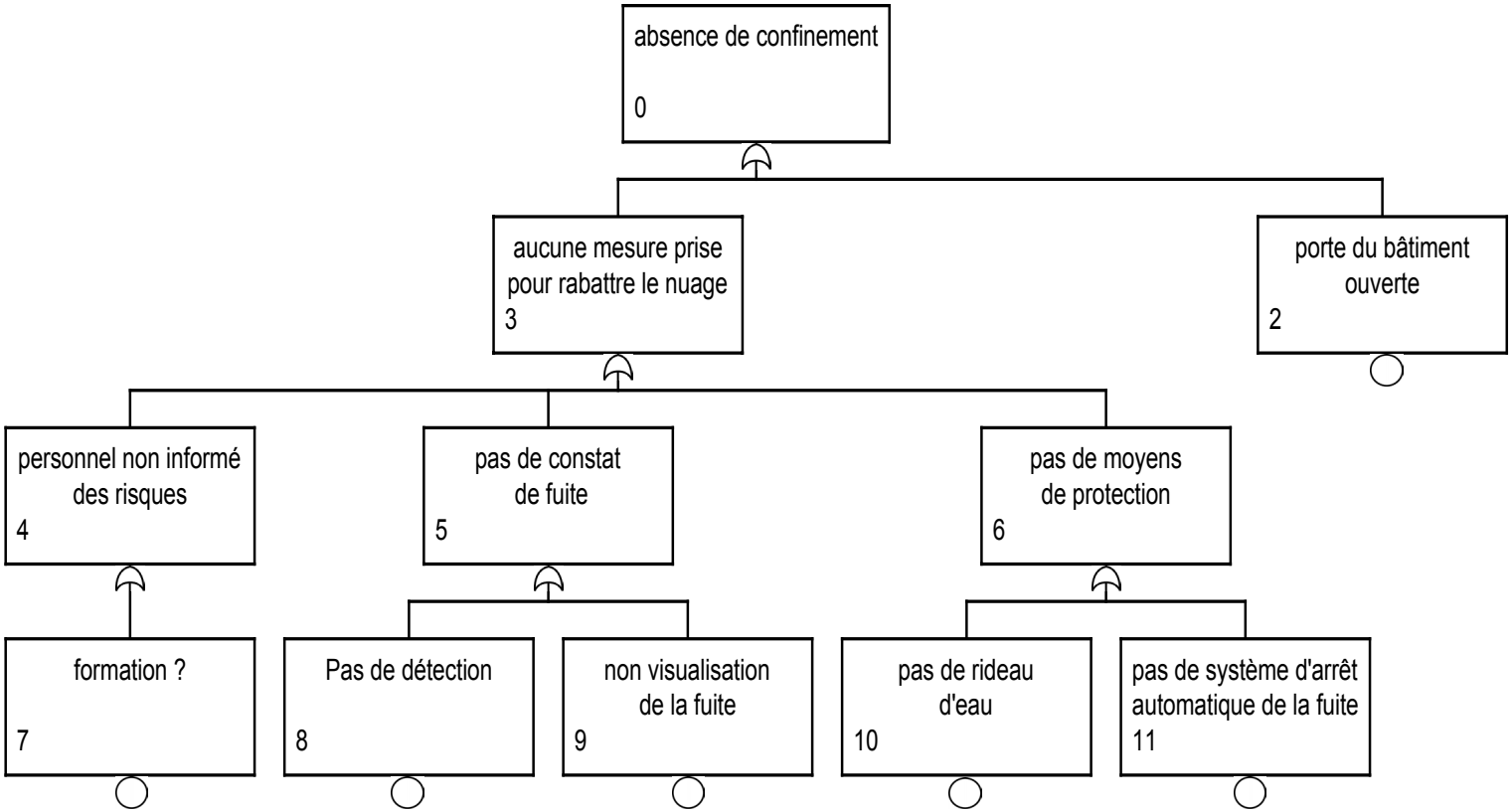
MONTELIMAR le 01/08/90



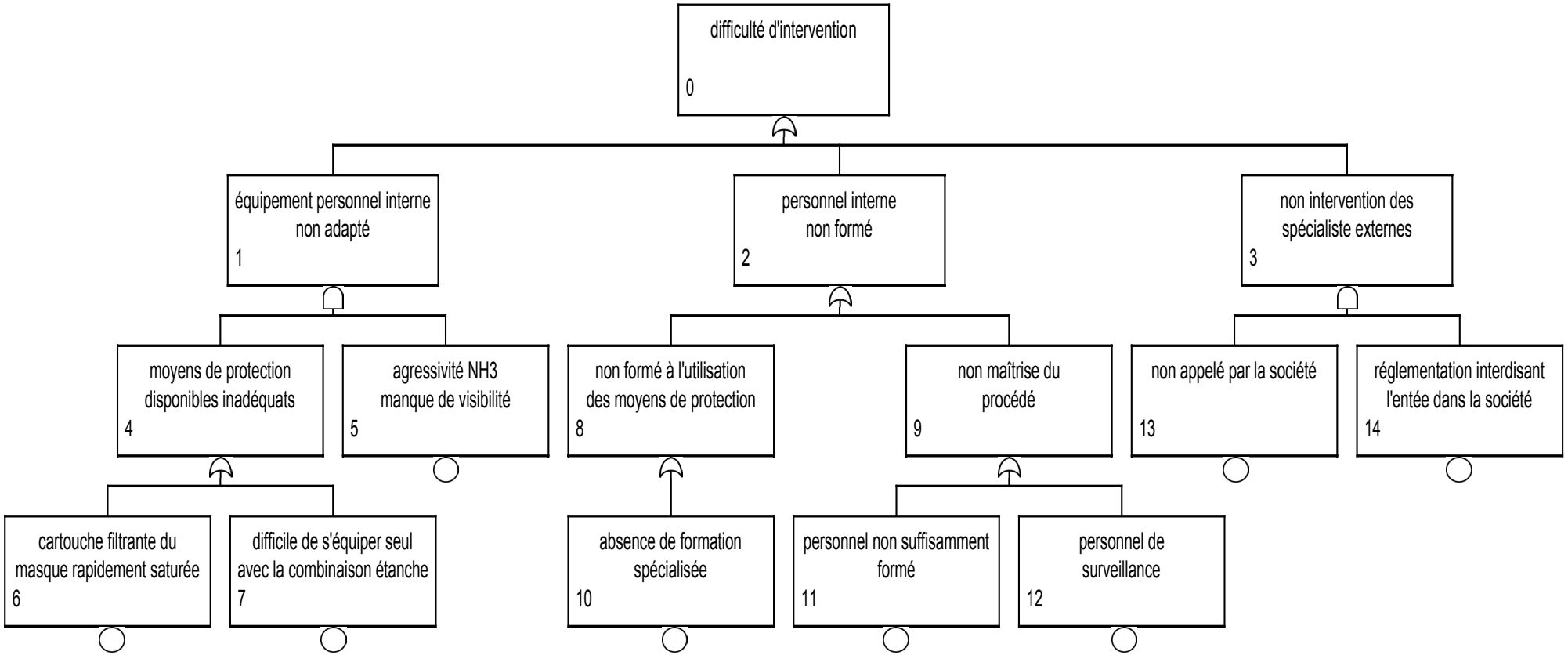
Arbre de synthèse des défaillances constatées en réfrigération (1/4)



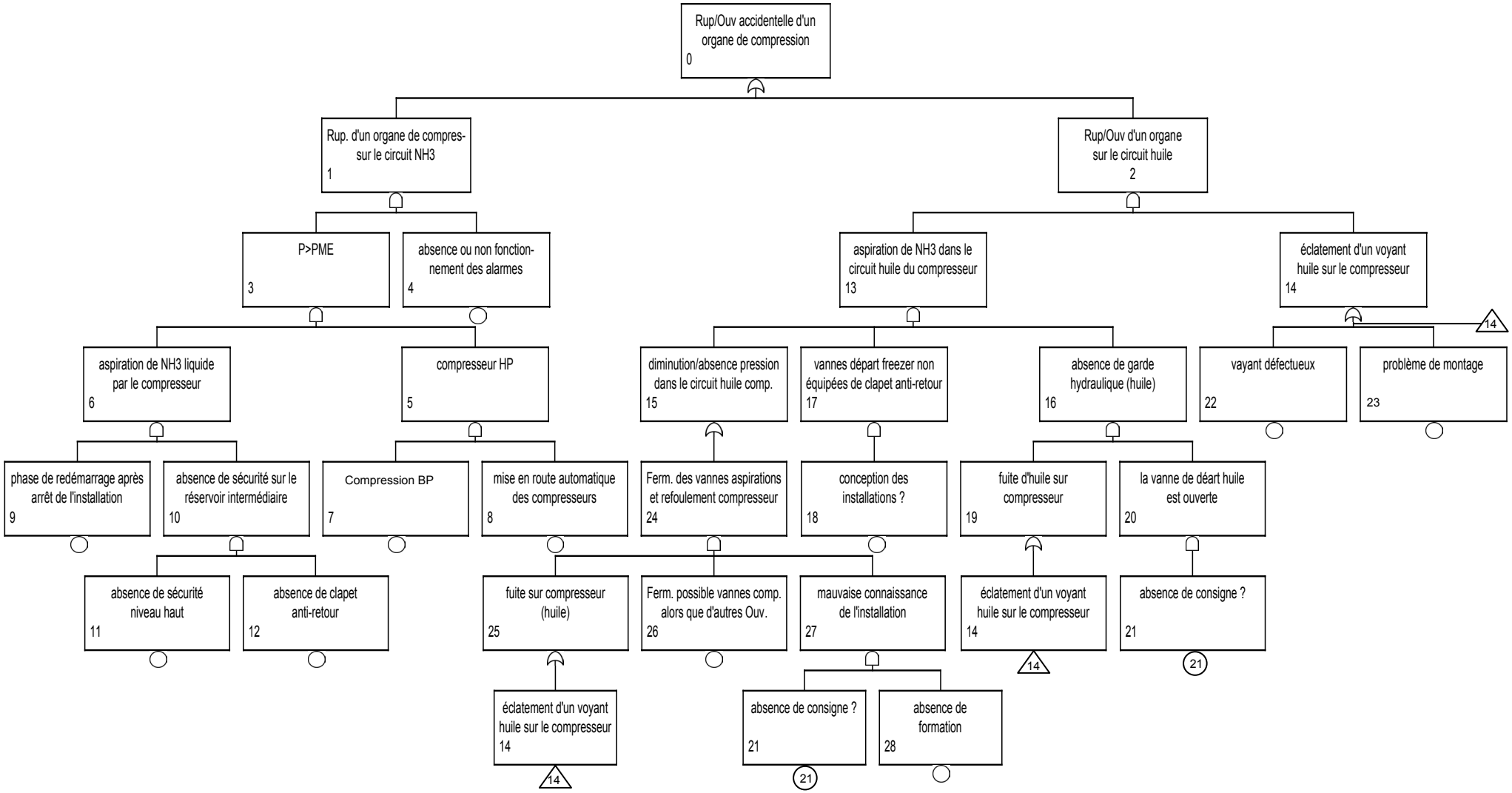
Arbre de synthèse des défaillances constatées en réfrigération (2/4)



Arbre de synthèse des défaillances constatées en réfrigération (3/4)



Arbre de synthèse des défaillances constatées en réfrigération (4/4)



REFERENCES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] - Banques de données accidents MARS
(CEE/ ISPRA), FACTS (TNO), MHIDAS (HSE) et ARIA (SEI/ BARPI).

[2] - Production du froid - Technologie des machines industrielles
(Technologies de l'Ingénieur / G. VRINAT).

[3] - RPF / La revue pratique du froid (revue bi-mensuelle).

[4] - La revue générale du froid (revue mensuelle).

[5] - Dangerous Properties of Industrial Matérials (IRVING SAX - 7ème édition) -.

[6] - Fiche toxicologique n° 16.(INRS)

[7] - Pratique des installations frigorifiques/ Montage, entretien et dépannage
(H. NOACK et R. SEIDEL).

[8] - Procedure in case of ammonia leak in cold storage buildings
(Trans Canada Freezers Limited TORONTO, CANADA / E. PUGH).

[9] - Installations frigorifiques fonctionnant à l'ammoniac / Leur impact sur l'environnement
Guide d'étude des risques technologiques (AFF / Club ammoniac - 1995).

[10] - Etude d'accidents mettant en jeu l'ammoniac et réalisée en collaboration avec l'INERIS
(Melles ABIVEN & BAUCHET - Décembre 1994 / Février 1995).

[11] - Le froid dans les industries agro-alimentaires au regard de l'environnement
(CEMAGREF - Groupement d'Anthony / Note technique n° 2 / F. ILLIARD - Septembre 1994).

[12] - Comparaison des seuils olfactifs de substances chimiques avec des indicateurs de sécurité utilisés en milieu professionnel (X. ROUSSELIN, E. BOSIO & M. FALCY / Cahiers de notes documentaires n° 156 - 3ème trimestre 1994).

[13] - Ammoniac, références d'évaluation des risques pendant l'utilisation dans les installations de froid (AGA - FRIGISCANDIA / A. LINDBORG - Frigoscandia AB, Helsingborg, Suède - 1994).

[14] - L'ammoniac utilisé comme frigorigène (Institut International du Froid - 1993).

[15] - Pole "Fluides Frigorigène" - Elimination des CFC et HCFC : conséquences pour la profession du froid et du conditionnement d'air / Réglementations et enjeux économiques
(R. BARON et P. LUTZ - Journée technique du 2 décembre 1992).

[16] - 12 technologies pour l'avenir de l'environnement
(Ministère de l'Industrie et du Commerce Extérieur/ SRI International - 1992).

[17] - Etude bibliographique - Caractéristiques d'inflammabilité et d'explosivité de l'ammoniac (INERIS / M. PINEAU/ Mme ABIVEN/ M. CHAINEAUX - Octobre 1991).

[18] - Guide de la maîtrise de l'urbanisme autour des sites industriels à hauts risques (Ministère de l'environnement - octobre 1990, en cours de réactualisation).

[19] - La sécurité et l'ammoniac (Revue Générale du Froid n° 74 / G. VRINAT - 1990).

[20] - Isolation thermique des circuits frigorifiques (Cahiers des clauses techniques et spéciales / Document Technique Unifié DTU n° 67.1 - 1990)

[21] - Meubles et vitrines frigorifiques (G. RIGOT/ PYC - 1990).

[22] - Vapor suppression foams help control ammonia spills (Air conditioning, Heating & Refrigeration News / Edward C. Norman/ - 10 décembre 1990).

[23] - Réfrigération industrielle (EYROLLES / J. G. CONAN - 1988).

[24] - Ammonia detector in freezer chambers
(10th Annual Meeting - Savannah, Georgia / A. LINDBORG - 1988).

[25] - Vaporization and Dispersion Modeling of Contained Refrigerated Liquid Spills/ D.W. STUDER, B.A. COOPER et L.C. DOELP/ Plant/ Operation Progress (vol.7, N°2 - avril 1988).

[26] - Eléments de sûreté chimique et de désastrologie (CEA./DAS - Mr. ANDURAND).

[27] - Les fluides frigorigènes et leurs effets sur l'homme
(Revue Technique Sulzer / E. STURZENEGGER - 1/1987).

[28] - Les explosifs occasionnels (2ème édition - Volume 1 / L. MEDARD - 1987).

[29] - Petit livre bleu des surgelés et des glaces (FICUR - 1987).

[30] - Survey of Ammonia Refrigeration Systems
(The Institute of Refrigeration / D. JENKINS/ - Session 1985-1986).

[31] - Some serious safety problems using ammonia/ Operational experience and recommendations (International Journal of Refrigeration / W. BOJANOWSKI - 1985).

[32] - L'ammoniac - Collection ENVIROGUIDE (Environnement Canada - 1985).

[33] - Installations frigorifiques fonctionnant à l'ammoniac ou avec des composés chlorofluorés
Tiré à part d'un article dans la revue mensuelle "Travail et Sécurité" (INRS - 1984).

[34] - Some serious safety problems using ammonia/ Operational experience and recommendations (International Congress of Refrigeration / W. BOJANOWSKI - 1983).

[35] - Entrepôts frigorifiques et chambres froides - Tiré à part d'un article "Travail et Sécurité"
(INRS / ED1166 - 1983).

[36] - Prévention des incendies et sécurité dans les entrepôts frigorifiques/ Science et Technique du froid/ Association Européenne des exploitations Frigorifiques (Institut International du Froid/ Commission D1 - PARIS - 1982-2).

[37] - Installations Frigorifiques/ Règles de sécurité (norme NF E 35-400 - 1980).

[38] - Les mélanges explosifs (I.N.R.S. / Décembre 1976).

ADRESSES ET COORDONNEES UTILES

1) - A.F.N.O.R.

177, Rue Garibaldi/ Immeuble M + M - 69428 LYON CEDEX 3Tél. : 78.95.07.61/ Fax : 78.95.07.50

2) - ASSOCIATION FRANCAISE DU FROID (A.F.F.)

4, Place Saint Germain des prés - 75006 PARISTél. : (1) 45.44.52.52/ Fax : (1) 42.22.00.42

3) - ASSOCIATION DES INGENIEURS ET TECHNICIENS DU FROID (A.I.T.F.)

17, Rue Guillaume APOLLINAIRE - 75006 PARISTél. : (1) 42.22.00.34/ Fax : (1) 42.22.00.42

4) - INSTITUT INTERNATIONAL DU FROID (I.I.F.)

177, Boulevard Malsherbe - 75017 PARIS
Tél. : (1) 42.27.32.35/ Fax : (1) 47.63.17.98

5) - SYNDICAT GENERAL ET NATIONAL DU FROID

39, Rue Etienne Marcel - 75 PARISTél. : (1) 42.36.28.77/ Fax : (1) 42.36.39.62

6) - UNION INTERSYNDICALE des CONSTRUCTEURS de MATERIEL AEROLIQUE, THERMIQUE et FRIGORIFIQUE (UNICLIMA)

39/ 41, rue Louis Blanc - PARIS LA DEFENSE/ COURBEVOIETél. : (1) 47.17.62.92/ Fax : (1) 47.17.64.27

7) - UNION SYNDICALE NATIONALE DES EXPLOITATIONS FRIGORIFIQUES (USNEF)

8, Villa Bosquet - 75007 PARISTél. : (1) 45.55.14.85/ Fax : (1) 47.05.08.04