

Atlantic Refrigeration Consulting

Annexe 6

Bonnes pratiques et mesures de sécurités : Rappel des exigences des textes réglementaires et de la norme NF EN 378

Frédéric LE BRONNEC
03/12/2018

Table des matières

Glossaire	2
1. Textes applicables aux installations de réfrigération à l'ammoniac.....	3
2. Principes d'évaluation des mesures	4
2.1. Exigences réglementaires.....	4
2.2. Méthodes d'évaluation des barrières de sécurité	6
3. Bonnes pratiques de prévention	7
3.1. Formation et exercices	7
3.2. Connaissance de la quantité d'ammoniac dans l'installation.....	8
3.3. Procédures et consignes opératoires (Mesure O)	9
3.4. Vérifications réglementaires (Mesure R)	11
3.5. Limitation de la surpression (Mesure P)	12
3.5.1. Prévention des montées en pression.....	12
3.5.2. Pressostat.....	12
3.5.3. Soupapes de sécurité.....	13
3.6. Prévention des effets des vibrations (Mesure V).....	15
3.7. Prévention des coups de liquide (Mesure L)	16
3.8. Prévention des chocs et bris mécaniques (Mesure B).....	17
3.9. Prévention de la corrosion (Mesure C)	18
3.10. Prévention des fuites sur organes ou des tuyauteries (Mesure F).....	19
3.11. Prévention échauffement du moteur (Mesure E)	19
3.12. Prévention des erreurs sur intervention (Mesure H)	20
3.12.1. Dispositions générales aux interventions.....	20
3.12.2. Exigences sur les opérations de purge.....	20
3.12.3. Exigences sur les points de transvasement (vidange ou remplissage).....	21
3.13. Prévention de la dépression (Mesure D)	22
3.14. Prévention des effets des incendies (Mesures I)	23
4. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de la fuite toxique (Mesure T)	27
4.1. Détection de fuite : détection gaz.....	27
4.2. Détection de fuite : détection humaine et action humaine.....	31
4.3. Arrêt automatique des installations.....	32
4.4. Intervention humaine en cas d'urgence	33
4.4.1. Alarmes associées aux détecteurs	33
4.4.2. Commande sur des BAU générant des actions de sécurité.....	35
4.4.3. Intervention humaine dans la SDM.....	35
4.4.4. Protection des personnes.....	36

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

4.4.5.	Ventilation de la salle des machines.....	36
4.5.	Protection mécanique – Edicule condenseur.....	40
5.	Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de l'explosion (Mesure X)	41
6.	Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de la pollution (Mesure P)	44

Glossaire

AFF	Association Française du Froid
APR	Analyse Préliminaire de Risques
BARPI	Bureau d'Analyse des Risques et Pollutions Industriels
BP	Basse Pression
EDD	Etude de Dangers
ERC	Evènement Redouté Central
ERP	ERP Etablissement Recevant du Public
HP	Haute Pression
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
MMR	Mesure de Maîtrise des Risques
MP	Moyenne Pression
NC	Niveau de Confiance
PhD	Phénomène Dangereux
POI	
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SEL	Seuil des Effets Létaux
SELS	Seuil des Effets Létaux Significatifs
SIL	Safety Integrity Level
TMD	TMD Transport de Marchandises Dangereuses
USNEF	USNEF Union Syndicale Nationale des Exploitations Frigorifiques

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

Cette annexe fait le lien entre les recommandations identifiées dans le rapport pour chaque mesure (de type bonnes pratiques ou mesures de maîtrise des risques) et les articles ou chapitres des textes réglementaires et des normes.

Dans un premier temps, les textes applicables sont rappelés.

1. Textes applicables aux installations de réfrigération à l'ammoniac

Les textes applicables aux installations soumises à autorisation sont de deux types :

- Des réglementations applicables à la rubrique 1136 de la nomenclature actuelle (emploi d'ammoniac) et rubrique 4735 de la nomenclature applicable à compter du 1er juin 2015 (transposition de la directive Seveso 3) :
 - [L'Arrêté du 16 juillet 1997](#) relatif aux installations de réfrigération employant l'ammoniac comme fluide frigorigène ; il est applicable aux installations de plus de 1,5 tonne d'ammoniac et ne concerne pas les installations frigorifiques à l'ammoniac qui sont incluses dans une installation de fabrication d'unité chimique dont l'exploitation est déjà soumise à autorisation ;
 - [L'Arrêté du 19 novembre 2009, modifié par l'Arrêté du 29 mai 2015](#) relatif aux installations de réfrigération employant l'ammoniac comme fluide frigorigène ; il est applicable aux installations de moins de 1,5 tonne d'ammoniac et plus de 150 kg.
 - [La circulaire n° 97-63 du 16/07/97](#) relative aux installations classées pour la protection de l'environnement : Application de l'arrêté du 16/07/97 relatif aux installations de réfrigération employant de l'ammoniac comme fluide frigorigène ;
 - [La circulaire du 10 décembre 2003](#) relative à application de l'arrêté ministériel du 16 juillet 1997 relatif aux installations de réfrigération employant l'ammoniac comme fluide frigorigène.
- La norme relative aux « Systèmes de réfrigération et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement » ; [la norme NF EN 378](#) se compose des parties suivantes :
 - Partie 1 : Exigences de base, définitions, classification et critères de choix ;
 - Partie 2 : Conception, construction, essais, marquage et documentation ;
 - Partie 3 : Installation in situ et protection des personnes ;
 - Partie 4 : Fonctionnement, maintenance, réparation et récupération.

Le respect de la norme EN 378-3 chapitre 5 est imposé dans la réglementation. Les autres parties de la norme ne sont pas d'application obligatoire.

D'autres réglementations plus générales applicables ne sont pas reprises dans ce document (réglementation équipement sous pression, déchets, eau...). De même les réglementations et normes citées ci-dessus font référence à d'autres normes qui ne sont pas reprises dans ce document.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

2. Principes d'évaluation des mesures

2.1. Exigences réglementaires

Les mesures de maîtrise des risques doivent répondre à des exigences réglementaires. L'arrêté du 29 septembre 2005 relatif à « l'évaluation et à la prise en compte de la probabilité d'occurrence, de la cinétique, de l'intensité des effets et de la gravité des conséquences des accidents potentiels dans les études de dangers des installations classées soumises à autorisation » fixe des exigences générales d'évaluation de performances.

- Article 4 :

« Pour être prises en compte dans l'évaluation de la probabilité, les mesures de maîtrise des risques doivent être efficaces, avoir une cinétique de mise en œuvre en adéquation avec celle des événements à maîtriser, être testées et maintenues de façon à garantir la pérennité du positionnement précité. »

- Article 5 :

« L'adéquation entre la cinétique de mise en œuvre des mesures de sécurité mises en place ou prévues et la cinétique de chaque scénario pouvant mener à un accident doit être justifiée. Cette adéquation est vérifiée périodiquement, notamment à travers des tests d'équipements, des procédures et des exercices des plans d'urgence internes. »

L'arrêté du 29 septembre 2005 requiert donc la vérification des quatre critères d'efficacité, de temps de réponse adapté, de testabilité et de maintenabilité doivent être vérifiés.

L'arrêté du 16 juillet 1997 relatif « aux installations de réfrigération employant l'ammoniac comme fluide frigorigène » donne des exigences plus ciblées qui sont explicitées dans les paragraphes suivants relatifs aux différentes MMR.

De manière générale, l'arrêté du 16 juillet 1997 impose aussi :

- **Un système de conduite permettant au personnel d'identifier toute dérive et paramètres de conduite ;**
- **Des équipements et paramètres de fonctionnement importants pour la sécurité des installations, qui doivent répondre à des exigences de conception éprouvée, de maintenabilité et de testabilité.**

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

- Ainsi, l'article 39 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise :

« Le dispositif de conduite des installations est conçu de façon que le personnel concerné ait immédiatement connaissance de toutes dérives des paramètres de conduite par rapport aux conditions normales d'exploitation ».

L'exploitant détermine la liste des équipements et paramètres de fonctionnement importants, pour la sécurité des installations, en fonctionnement normal, en fonctionnement transitoire ou en situation accidentelle. Les paramètres importants pour la sécurité des installations sont mesurés, si nécessaire enregistrés en continu et équipés d'alarme.

Les équipements importants pour la sécurité sont de conception simple, d'efficacité et de fiabilité éprouvées. Ces caractéristiques doivent être établies à l'origine de l'installation, mais aussi être maintenues dans le temps. Les dispositifs sont conçus de manière à résister aux contraintes spécifiques liées aux produits manipulés à l'exploitation et à l'environnement du système (choc, corrosion, etc.). Ces dispositifs et en particulier, les chaînes de transmission sont conçues pour permettre de s'assurer périodiquement, par test de leur efficacité.

Ces équipements sont contrôlés périodiquement et maintenus en état de fonctionnement selon des procédures écrites. Les opérations de maintenance et de vérification sont enregistrées et archivées pendant trois ans.

Des consignes écrites doivent préciser la conduite à tenir en cas d'indisponibilité ou de maintenance de ces équipements.

- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que « l'exploitant doit contrôler :
 - L'existence et la pertinence d'une liste de paramètres, ainsi qu'une procédure pour les contrôler ;
 - La réalisation effective de ces contrôles ;
 - La réalisation d'essais de mise en sécurité de l'installation (après préparation de ces essais pour éviter les accidents). »

Les résultats des essais seront consultés.

L'article 46 de l'arrêté du 16 juillet 1997 demande une alimentation électrique de secours en cas d'impossibilité de mettre en sécurité certains dispositifs de sécurité.

« Si l'installation ou l'appareillage conditionnant la sécurité ne peuvent être mis en position de sécurité en cas de défaillance de l'alimentation électrique normale, l'exploitant s'assurera de la disponibilité de l'alimentation électrique de secours et cela particulièrement à la suite de conditions météorologiques extrêmes (foudre, températures extrêmes, etc.). »

La circulaire du 10 décembre 2003 précise que l'exploitant doit contrôler « l'existence d'une alimentation électrique secourue. »

La gestion des MMR passe par la réalisation de procédures écrites :

- Procédures écrites de contrôle périodique et de maintien en état ;
- Enregistrement des opérations de tests et maintenance ;
- Consignes écrites de conduite à tenir en cas d'indisponibilité de la MMR.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

2.2. Méthodes d'évaluation des barrières de sécurité

Les barrières de sécurité sont évaluées en suivant la méthodologie :

- Oméga 10 pour les barrières techniques de sécurité ;
- Oméga 20 pour les barrières humaines de sécurité ou fiche n°7 de la circulaire du 10 mai 2010.

Ces méthodes sont accessibles sur le site internet de l'INERIS.

L'évaluation s'appuie sur les évaluations individuelles de chaque élément de la barrière (détection, traitement, action) mais c'est l'évaluation de la barrière globale qui est retenue dans les évaluations de probabilité des évènements.

Les critères d'évaluation (communs aux barrières techniques et humaines) sont :

- **L'indépendance** : faculté d'une barrière, de par sa conception, son exploitation et son environnement, à ne pas dépendre du fonctionnement d'autres éléments et notamment d'une part d'autres barrières, et d'autre part, du système de conduite de l'installation, afin d'éviter les modes communs de défaillance ou de limiter leur fréquence d'occurrence.
- **L'efficacité** : Capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation
- **Le temps de réponse** : Ce temps de réponse est inclus dans la cinétique de mise en œuvre d'une fonction de sécurité, cette dernière devant être en adéquation [significativement plus courte] avec la cinétique du phénomène qu'elle doit maîtriser
- **Le niveau de confiance** : il traduit la fiabilité de la barrière ;
- **Le maintien des performances** des barrières (testabilité, maintenabilité).

Le mode commun de défaillance doit être étudié. Il doit être pris en compte dans les évaluations des probabilités des phénomènes dangereux et accidents majeurs.

L'indépendance vis-à-vis des dispositifs de conduite pour les arrêts d'urgence et la mise en sécurité électrique des installations est requise explicitement dans la réglementation. Ainsi l'article 39 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « *Des dispositions sont prises pour permettre, en toute circonstance, un arrêt d'urgence et la mise en sécurité électrique des installations. Les dispositifs utilisés à cet effet sont indépendants des systèmes de conduite. Toute disposition contraire doit être justifiée et faire l'objet de mesures compensatoires. Les systèmes de mise en sécurité électrique des installations sont à sécurité positive.* »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

3. Bonnes pratiques de prévention

3.1. Formation et exercices

Formation des responsables et intervenants

L'exploitation doit se faire sous la responsabilité d'une personne nommément désignée et formé.

L'article 10 de l'arrêté du 16 juillet 1997 indique que « l'exploitation doit se faire sous la surveillance d'une personne nommément désignée par l'exploitant et spécialement formée aux dangers de l'ammoniac et aux spécificités des installations le mettant en œuvre. »

Les personnes intervenant sur les appareils à pression doivent être formées.

- L'article 12 de l'arrêté du 16 juillet 1997 indique : « Conformément aux dispositions de la réglementation des appareils à pression, le mode opératoire de soudage, les contrôles des soudures et l'aptitude professionnelle des soudeurs doivent faire l'objet d'une qualification. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 qu'il est nécessaire de « vérifier que les soudures ont été faites suivant les règles. » Pour cela les procédures sont consultées. De manière plus générale, la circulaire demande la consultation des dossiers canalisations et appareils à pression à la vérification de l'existence de procédures en cas de modification ou en cas de réparation.

Formation et exercices réguliers

Les personnes intervenant sur les appareils à pression doivent être formées.

- L'article 54 de l'arrêté du 16 juillet 1997 indique que L'exploitant doit veiller à la qualification professionnelle et à la formation sécurité de son personnel.
- Une formation spécifique est assurée pour le personnel affecté à la conduite ou à la surveillance des installations frigorifiques ainsi qu'au personnel non affecté spécifiquement à celles-ci, mais susceptible d'intervenir dans celles-ci.
- Cette formation doit notamment comporter :
 - Toutes les informations utiles sur l'ammoniac ;
 - Les explications nécessaires pour la bonne compréhension des consignes ;
 - Des exercices périodiques de simulation d'application des consignes de sécurité prévues par le présent arrêté, ainsi qu'un entraînement régulier au maniement des moyens de protection et d'intervention affectés à leur établissement. A la demande de l'inspecteur des installations classées, l'exploitant devra justifier les exercices qui ont été effectués ;
 - Un entraînement périodique à la conduite des installations frigorifiques en situation dégradée vis-à-vis de la sécurité et à l'intervention sur celles-ci.
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que pour contrôler la compétence du responsable de la surveillance de l'exploitation (stage sécurité ammoniac et vérification de la compétence technique), les attestations de stage sont à consulter.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

- D'autre part, pour s'assurer de la formation du personnel, la circulaire précise que « l'exploitant doit contrôler :
 - Formation du personnel à la sécurité ;
 - Exercices périodiques ;
 - Poser des questions relatives à la sécurité au personnel technique susceptible d'intervenir en cas d'accident ;
 - Organisation d'exercices périodiques incendie et ammoniac (si possible avec la participation des sapeurs-pompiers locaux ;
- Les comptes-rendus des exercices périodiques seront consultés. »

3.2. Connaissance de la quantité d'ammoniac dans l'installation

La quantité d'ammoniac dans l'installation (circuit ou en réserve) doit être connue à tout moment. Un registre à jour doit exister ; les mouvements d'ammoniac doivent être justifiés.

- L'article 7 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « L'exploitant doit tenir à jour un état indiquant la quantité d'ammoniac présente dans l'installation, le cas échéant stockée en réserve ainsi que les compléments de charge effectués. Cet état doit être tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise qu'un registre de consommation mis à jour doit exister et que les mouvements de fluide doivent être justifiés.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 - 03/12/2018

3.3. Procédures et consignes opératoires (Mesure O)

Procédures de conduite et d'exploitation

Des procédures écrites doivent exister donnant **les règles de conduite de l'installation.**

Les consignes opératoires particulières telles que la purge d'huile, le remplacement de flexibles, le remplissage en ammoniac, la vidange, doivent être explicités.

Des consignes et procédures écrites doivent exister précisant **les contrôles à effectuer au cours des différentes phases :**

- Marche normale ;
- Mise à l'arrêt (normal ou prolongé) ;
- Remise en service après arrêt.

Il peut s'agir d'arrêt normal ou prolongé, lié par exemple à des opérations de modification, de maintenance.

Les contrôles concernent notamment le contrôle des dispositifs de sécurité et de traitement des pollutions.

- L'article 6 de l'arrêté du 16 juillet 1997 rappelle que « les consignes et les procédures d'exploitation de l'ensemble des installations doivent comporter explicitement la liste détaillée des contrôles à effectuer, en marche normale, à la suite d'un arrêt pour travaux de modification ou d'entretien des installations et à la remise en route après un arrêt prolongé pour d'autres causes que les travaux de maintenance et d'entretien. Elles doivent être tenues à disposition de l'inspection du travail et de l'inspection des installations classées. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que « l'existence de telles procédures doit être vérifiée (existence de règles de conduite de l'installation, de procédures en marche normale, de procédure pour mise à l'arrêt normal, de procédures pour mise à l'arrêt prolongé, de consignes opératoires particulières : purge huile, remplacement de flexibles (par exemple sur congélateurs à plaques), charge de l'ammoniac, travaux). »
- L'article 52 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que : « les opérations pouvant présenter des risques (manipulation, etc.) doivent faire l'objet de consignes écrites tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel. Ces consignes doivent notamment indiquer :
 - La fréquence de contrôle des dispositifs de sécurité et de traitement des pollutions et nuisances générées ;
 - [...] »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que les consignes de sécurité doivent être mises à jour et qu'il est nécessaire de s'assurer qu'elles sont bien affichées et connus par le personnel.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

Maîtrise des travaux par points chauds

Des procédures doivent être écrites pour les travaux incluant les permis de feu.

- L'article 52 précise par rapport aux travaux : « Les opérations pouvant présenter des risques (manipulation, etc.) doivent faire l'objet de consignes écrites tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel.
- Ces consignes doivent notamment indiquer :
 - [...] ;
 - Les instructions de maintenance et de nettoyage, dont les permis de feu. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que les consignes de sécurité doivent être mises à jour et qu'il est nécessaire de s'assurer qu'elles sont bien affichées et connus par le personnel.

Maîtrise des dysfonctionnements des installations électriques

Des procédures de contrôle des installations électriques doivent exister et des rapports de contrôle établis.

- L'article 46 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « Toutes les installations électriques doivent être entretenues en bon état et doivent être contrôlées après leur installation ou modification. Un contrôle doit être effectué par un organisme agréé tous les trois ans au moins. Cet organisme doit très explicitement mentionner les défauts relevés dans son rapport de contrôle. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que les vérifications suivantes doivent être faites :
 - « Existence d'une procédure de contrôle des installations électriques ;
 - Existence d'un contrôle triennal des installations électriques ;
 - Vérifier que les contrôles sont bien faits et réalisés par un organisme agréé ;
 - Vérification de l'éclairage (sécurité ADF) avec alimentation séparée ;
 - Existence d'une alimentation électrique secourue ;
 - Pour cela les rapports de contrôles électriques et les procédures de contrôles électriques seront consultés.

Précisions

Bien que ce ne soit pas explicite dans la réglementation, des procédures doivent exister aussi concernant l'entreposage des bouteilles, la surveillance du local technique par un employé travaillant seul.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 - 03/12/2018

3.4. Vérifications réglementaires (Mesure R)

Des visites ou vérifications de l'installation par une personne compétente doivent être réalisées :

- Au moins une fois par an (inspection annuelle)
- Avant la première mise en service (vérification) ;
- À la suite d'un arrêt prolongé du système de réfrigération, après une modification notable ou après des travaux de maintenance ayant nécessité un arrêt de longue durée (vérification).

Les vérifications font l'objet d'un compte-rendu.

En particulier, l'état des tuyauteries doit faire l'objet de contrôles réguliers, tracés. L'étanchéité des réservoirs doit aussi être contrôlée.

- L'article 9 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise qu' « avant la première mise en service ou à la suite d'un arrêt prolongé du système de réfrigération, après une modification notable au sens de l'article 20 du décret du 21 septembre 1977 susvisé ou après des travaux de maintenance ayant nécessité un arrêt de longue durée, l'installation complète doit être vérifiée. Cette vérification est à réaliser par une personne ou une entreprise compétente ; désignée par l'exploitant avec l'approbation de l'inspection des installations classées. Cette vérification doit faire l'objet d'un compte rendu écrit tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées inséré au dossier de sécurité. Les frais occasionnés par ces vérifications sont supportés par l'exploitant.
- Une visite annuelle de l'installation frigorifique est effectuée par une personne ou une entreprise compétente nommément désignée par l'exploitant avec l'approbation de l'inspection des installations classées. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 indique que tous les documents relatifs à l'installation doivent être accessibles pour les inspections à la mise en service et après arrêt prolongé.
- L'article 51 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Leur bon état de conservation doit pouvoir être contrôlé selon les normes et réglementations en vigueur. Ces contrôles donnent lieu à compte rendu et sont conservés durant un an à la disposition de l'inspecteur des installations classées. »
- L'article 32 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « L'étanchéité du (des) réservoir(s) associé(s) doit pouvoir être contrôlée à tout moment. »
- L'article 56 précise : « Un contrôle d'étanchéité doit être effectué avant remplissage de l'installation et à l'issue de chaque intervention affectant le circuit emprunté par le frigorigène. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande une « procédure de contrôle des tuyauteries et de vérifier le contrôle périodique des tuyauteries comportant notamment un contrôle visuel (corrosion, ...) de celles-ci et de leurs protections. »
- Les rapports de contrôle seront consultés.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

3.5. Limitation de la surpression (Mesure P)

3.5.1. Prévention des montées en pression

Sources chaudes au niveau des évaporateurs et des condenseurs

L'installation est conçue pour limiter les montées en pression, notamment par rapport à la présence de sources chaudes.

Des mesures sont prises pour prévenir les montées en pression par échauffement lié à la présence d'une source chaude.

- La partie 3 de la norme NF EN 378 précise que « Si les évaporateurs ou les refroidisseurs à air sont installés à proximité des sources de chaleur, des mesures effectives doivent être prises pour empêcher les évaporateurs ou les refroidisseurs d'être exposés à une chaleur excessive, qui provoque des pressions élevées.
- Les condenseurs et les réservoirs de liquides ne doivent pas être placés à proximité des sources de chaleur.
- Si une partie du circuit de réfrigération ou circuit du fluide frigorigène peut atteindre une température qui est supérieure à la température correspondant à la pression maximale admissible (par exemple en raison d'un système de dégivrage électrique, un système de dégivrage utilisant de l'eau chaude ou d'un nettoyage au moyen d'eau chaude ou de vapeur), le liquide qui y est contenu doit pouvoir s'échapper vers l'autre partie du système dans laquelle cette température plus élevée ne domine pas. Si nécessaire, le système doit être équipé d'un réservoir en liaison permanente avec l'appareil en question. »

Montée en température en sortie de compresseur

Le compresseur est équipé de systèmes de régulation et de contrôle qui évitent une température excessive au refoulement du compresseur.

3.5.2. Pressostat

Un pressostat à l'aval du(des) compresseur(s) est usuellement utilisé comme 1^{ère} barrière de limitation de la pression. Il agit en détection de montée en pression et coupe le contacteur du compresseur.

Le pressostat doit répondre à des exigences d'indépendance avec la conduite et ne doit pas être électronique.

- La partie 2 de la norme NF EN 378 précise : « Si les dispositifs électromécaniques sont utilisés pour protéger le système de réfrigération contre les excès de pression, ils ne doivent pas être utilisés à des fins de commande. [...] Les commandes électroniques ne doivent pas être utilisées en tant que dispositifs de sécurité pour limiter la pression. »
- Au § 6.2.6, elle précise : « Si possible, des dispositifs de limitation de la pression doivent être utilisés pour arrêter la surpression avant de solliciter le dispositif limiteur de pression. »

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

3.5.3. Soupapes de sécurité

Equipements équipés de soupapes

Deux types d'installations doivent être protégés contre la surpression par la mise en œuvre de soupapes : il s'agit des capacités et de toute partie d'installation contenant de l'ammoniac liquide pouvant être isolée en phase normale.

A noter que des tuyauteries liquides isolables par des vannes manuelles qui ne peuvent pas être fermées par d'autres personnes que des personnes compétentes et avec un outil spécifique n'ont pas être protégées par des dispositifs de limitation de la pression.

- L'article 49 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Un dispositif limiteur de pression doit être placé sur toute enceinte ou portion de canalisation, qui en régime normal peut être isolé par la fermeture d'une ou de plusieurs vannes sur phase liquide. » L'article 50 précise : « Chaque réservoir est équipé en toutes circonstances, hormis pendant le temps de remplacement immédiat pour entretien, de deux dispositifs limiteurs de pression au moins, montés en parallèle et ayant une pression de levée au plus égale à la pression maximale en service. Si n est le nombre de dispositifs limiteurs de pression, n-1 dispositifs limiteurs de pression doivent pouvoir évacuer le gaz de telle sorte que la pression à l'intérieur du réservoir n'excède jamais plus de 10% la pression maximale de service. »
- La partie 2 de la norme NF EN 378 précise (§ 6.2.6.2 – Figure 1) que « pour sections liquides isolables, la protection peut être assurée en ayant un robinet normalement ouvert qui ne peut être fermé que par une personne compétente et avec un outil. »
- Au § 6.2.6, elle précise : « le système de réfrigération et le circuit caloporteur à eau chaude doivent être protégés par des dispositifs de protection. [...] La protection du système (récipient, compresseur...) dépend de ses caractéristiques :
 - 1 ou 2 dispositifs sur chaque récipient ; 2 sont requis avec robinet de substitution si récipient de catégorie IV ;
 - Pour un compresseur volumétrique entraînant un volume > 25 L/s, 1 dispositif limiteur de pression en parallèle à 1 ou 2 pressostats de sécurité. »

Mesures relatives à l'échappement des soupapes

Le rejet des différentes soupapes doit être collecté en zone sûre et doit permettre d'éviter les réintroductions d'ammoniac dans les bâtiments ou la salle des machines. Usuellement le rejet s'effectue en toiture de bâtiment.

La contrepression au refoulement doit être limitée et compatible avec la conception de la soupape. En particulier, l'isolement par des vannes ou l'obstruction ne doivent pas être possibles.

La décharge simultanée des soupapes doit être possible.

- L'article 49 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « Les échappements des dispositifs limiteurs de pression (soupapes, disques de rupture, etc.) doivent être captés sans possibilité d'obstruction accidentelle. Si le rejet peut entraîner des conséquences notables pour l'environnement et les personnes, il doit être relié à un dispositif destiné à recueillir ou à neutraliser l'ammoniac (réservoirs de confinement, rampe de pulvérisation, tour de lavage, etc.) »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

- La partie 3 de la norme NF EN 378 précise (§ 5 .10) : « Les tuyaux de décharge provenant des dispositifs limiteurs de pression, des soupapes de sécurité et des bouchons fusibles peuvent diffuser la charge dans l'air par des moyens adéquats mais loin de toute prise d'air du bâtiment ou peuvent décharger en quantité adéquate dans un matériau absorbant approprié. »
- La partie 2 de la norme précise (§ 6.2.6) que : « l'échappement ne doit pas mettre en danger les biens et les personnes. [...] La possibilité de recueil d'eau dans le circuit de collecte, de gel dans les tuyauteries, d'accumulation de poussières ou de débris doit être prise en compte. [...] Il ne doit pas y avoir de robinets d'isolement dans les conduites d'entrée ou de sortie des dispositifs de limiteurs de pression. ».

Note : L'intensité des effets du rejet doit être évaluée dans l'étude de dangers.

Note : le rejet des soupapes dans la salle des machines est proposé sous conditions dans la norme uniquement pour les fluides de type A1, excluant ainsi l'ammoniac.

Indication de l'ouverture des soupapes

La partie 2 de la norme NF EN 378 demande (pour les installations de plus de 300 kg d'ammoniac) la présence d'un indicateur pour savoir si la soupape a déchargé à l'atmosphère (§6.2.6.5)

Ainsi, « Un indicateur doit être prévu pour vérifier, pendant la maintenance, si la soupape a déchargé à l'atmosphère ». Ce peut être : « un piège en U rempli d'huile, un manomètre indiquant le maximum entre la soupape et le disque de rupture, une installation en amont des disques de rupture avec surveillance discontinue et dispositif d'alarme de pression (limiteur de pression) [...], un capteur de gaz dans la conduite de refoulement, utilisation de soupapes avec joint doux, surveillance de la pression de la section protégée et dispositif d'alarme à la station surveillée en permanence [...] ».

Position des soupapes

La partie 2 de la norme précise que (§ 6.2.6.6) : « Les dispositifs limiteurs de pression sont raccordés au-dessus de la phase liquide, à l'exception des dispositifs de protection contre les effets de dilatation du liquide. »

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 - 03/12/2018

3.6. Prévention des effets des vibrations (Mesure V)

Les compresseurs volumétriques présents dans l'installation sont susceptibles d'engendrer des vibrations pouvant conduire à des fuites en cas de vibrations excessives.

Les bonnes pratiques consistent à réaliser une étude des vibrations et de prévoir régulièrement (au moins une fois tous les trois ans) des contrôles de vibrations sur les équipements motorisés.

Une analyse vibratoire sera réalisée à la mise en service pour établir le spectre vibratoire de chaque compresseur et pourra ainsi servir de référence pour de futurs contrôles.

- L'article 25 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « si un risque de vibration existe, l'étude de ses effets sur les catégories de construction ou ouvrage doit être confiée à des personnes compétentes ou à un organisme qualifié et conformément aux règles techniques annexées à la circulaire du 23 juillet 1986 relative aux vibrations mécaniques émises dans l'environnement par les installations classées pour la protection de l'environnement. La périodicité et la nature de ces contrôles doivent être définies en accord avec l'inspecteur des installations classées. »
- La circulaire du 10 décembre 2010 précise qu'une « étude relative aux vibrations induites par les équipements motorisés doit exister, et qu'il faut veiller au respect de la périodicité des contrôles définis en accord avec l'inspecteur et au moins une fois tous les trois ans (cf. arrêté type 1136) ».
- La partie 2 de la norme NF EN 378 (§ 6.2.3.3.4) précise que « des dispositions doivent être prises pour éviter des pulsations ou des vibrations excessives. Des mesures particulières doivent être prévues pour empêcher la transmission directe du bruit ou des vibrations à ou à travers les structures de supports et aux équipements connectés. » La norme note qu'« il convient d'effectuer l'évaluation des vibrations ou des pulsations lorsque le système est en service, à la température de condensation maximale et dans les conditions initiales et d'arrêt qui ont l'effet le plus nuisible sur les tuyauteries. »

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

3.7. Prévention des coups de liquide (Mesure L)

L'installation doit être conçue pour prévenir les coups de liquide, au niveau des tuyauteries et en amont des compresseurs.

Un des dispositifs requis est la mise en place d'un indicateur de niveau sur les capacités de liquide.

Un dispositif anti coup de liquide est également requis en amont des compresseurs.

Le réseau de tuyauterie devra être conçu pour éviter les coups de bélier, un contrôle devra être réalisé pour contrôler qu'il n'y aura pas de piège à liquide lors de la conception.

Le dégivrage d'un évaporateur doit respecter la phase de vidange avant l'introduction des gaz chaud. Sinon la vitesse des gaz peut entraîner des vagues et aboutir à la création d'un « boulet » qui peut être à l'origine de fuite d'ammoniac.

- L'article 47 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Toutes dispositions doivent être prises pour éviter un retour d'ammoniac liquide en entrée des compresseurs en fonctionnement normal ou dégradé des installations de production de froid. » L'article 50 précise « Les capacités accumulatrices (réservoirs basse pression, moyenne pression, haute pression) doivent posséder un indicateur de niveau permettant d'en contrôler le contenu ». En particulier le niveau haut est obligatoire.
- La partie 2 de la norme NF EN 378 indique (§ 6.2.3.3.4) : « les tuyauteries des systèmes de réfrigération doivent être conçues et installées de façon à ce que les coups de bélier (choc hydraulique) ne puissent pas endommager le système. »
- La partie 2 de la norme NF EN 378 indique (§ 6.2.7.3) : « les réservoirs contenant plus de 25 kg d'ammoniac (B2) et qui peuvent être isolés doivent être équipés d'un indicateur de niveau de liquide » Au § 6.2.8 il est précisé : « les systèmes doivent être conçus de telle sorte que l'ammoniac, l'huile ou un mélange ne puisse retourner et endommager le compresseur. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande, en lien avec l'article 47, sur la base de la documentation réglementaire sur les appareils à pression, de procéder au contrôle :
 - Existence de la documentation réglementaire sur les appareils à pression ;
 - Contrôle des appareils à pression et des canalisations ;
 - Contrôle visuel des appareils à pression, des canalisations et de leurs accessoires ;
 - Des arrêts d'urgence ;
 - Des dispositifs anti-coup de liquide ;
 - Contrôle des dispositifs d'arrêt du compresseur ;
 - Vérification de l'absence du retour possible d'ammoniac liquide (dispositif anti-coup de liquide).

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

- Elle précise aussi, en lien avec les articles 49/50, sur la base du plan des circuits d'ammoniac, de contrôler :
 - « Existence de dispositif de décharge sur la ligne liquide (sur plan) et de soupapes sur la phase gazeuse ;
 - Contrôle périodique des soupapes ;
 - Protection contre les chocs ;
 - Présence des soupapes et dispositifs de décharge (soupapes double montées sur robinet inverseur pour les capacités) ;
 - Vérification de leur marquage (tarage et débit) ;
 - Contrôle périodique des soupapes (cf. IPS) ;
 - Position des évacuations ;
 - Des indicateurs de niveau. »
- L'arrêté du 25 avril 1979 (cf. annexe A) précise que les compresseurs volumétriques doivent être équipés d'un dispositif anti coup de liquide.

3.8. Prévention des chocs et bris mécaniques (Mesure B)

Pour prévenir les pertes de confinement par chocs ou bris mécaniques sur les capacités, les tuyauteries ou les organes sensibles (vannes de purges, fûts de transvasement...), ces équipements doivent être protégés. Selon leur position on retient les dispositions suivantes :

- Protection par des gardes métalliques suffisamment robustes ou murs de rétention pour les équipements n'étant pas au plafond ;
- Installation en hauteur des équipements ; on veillera cependant à ce qu'ils soient protégés vis-à-vis de l'empilement des charges (cas des évaporateurs dans les entrepôts frigorifiques) ;
- Supports suffisamment rapprochés et résistants (vis-à-vis des impacts ou des surpoids liés par exemple à des excès de givre sur des évaporateurs).

- L'article 51 de l'arrêté du 16 juillet 1997 donne une recommandation générale pour les tuyauteries « Elles doivent être efficacement protégées contre les chocs. ». L'article 49 précise : « Les installations, et en particulier les réservoirs, canalisations, équipements contenant de l'ammoniac liquide, gazeux ou biphasique, doivent être protégées pour éviter d'être heurtées ou endommagées par des véhicules, des engins ou des charges, etc. A cet effet, il doit être mis en place des gabarits pour les canalisations aériennes, les installations au sol et leurs équipements sensibles (purgé, etc.) et des barrières résistant aux chocs. »
- L'article 55 relatif aux opérations de transvasement précise : « Le véhicule-citerne doit être disposé de façon qu'il ne puisse au cours de manœuvre endommager l'équipement fixe ou mobile servant au transvasement ainsi que tout autre équipement ou dispositif de sécurité de l'installation de réfrigération. De plus, il doit être immobilisé la cabine face à la sortie. »

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

3.9. Prévention de la corrosion (Mesure C)

Les équipements doivent être protégés contre la corrosion. Les tuyauteries doivent être conçues avec les matériaux et revêtements adaptés en respectant les réglementations (équipements sous pression, compresseurs...).

Dans le cas de l'utilisation d'acier carbone, il sera mis en place de la bande grasse sur les tuyauteries avant isolation. La bande grasse sur les séparateurs de liquide est aussi une bonne pratique.

Des vérifications réglementaires doivent aussi avoir lieu régulièrement (cf. 3.3).

On peut aussi recommander que le bouchon d'huile soit de construction inox (Ceci n'a pas de caractère obligatoire, mais par expérience avec le temps le bouchon est un élément qui se détériore).

- L'article 51 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que les tuyauteries « doivent être efficacement protégées contre la corrosion. [...] Les canalisations sont maintenues parfaitement étanches. Les matériaux utilisés pour leur réalisation et leurs dimensions doivent permettre une bonne conservation de ces ouvrages. »
- L'article 47 de l'arrêté du 16 juillet 1997 fait un lien avec les réglementations. « L'installation doit être conforme en tous points à la réglementation en vigueur concernant les appareils à pression de gaz, les compresseurs frigorifiques et les canalisations d'usine. La prise en compte des normes en vigueur est recommandée pour l'installation de production et de mise en œuvre du froid. Les matériaux servant à la fabrication des tuyauteries vannes et raccords pouvant être soumis à des basses températures doivent avoir une résistance suffisante pour être en toute circonstance, exempts de fragilité. »
- L'article 2 indique « La conception, la réalisation et l'entretien des installations doivent prendre en compte les risques de corrosion due aux phénomènes de condensation de l'humidité de l'air. »
- La partie 2 de la norme NF EN 378 (§ 6.2.3.3.4) précise que « les tuyaux et les composants en acier doivent être protégés contre la corrosion à l'aide d'un revêtement antirouille, en particulier avant de poser toute isolation. Les adhésifs utilisés pour l'isolation ne doivent pas réagir ou dissoudre la couche inoxydable appliquée. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

3.10. Prévention des fuites sur organes ou des tuyauteries (Mesure F)

Organes reliés directement à l'atmosphère

Pour prévenir les fuites sur les organes directement reliés à l'atmosphère, la norme précise : « Les sorties des vannes en communication directe avec l'atmosphère sont obturées (bouchons de fin de ligne etc.). »

Les points de purges seront obturés par des bouchons adaptés. L'expérience montre que l'utilisation de bouchon inox est recommandée, recouvert de bande grasse pour les parties soumises au gel ou à la condensation.

- La partie 2 de la norme NF EN 378 (§ 6.2.3.4.2.2) indique que « les tuyauteries non utilisées en temps normal doivent être équipées d'un capuchon démontable ou non ou d'un dispositif équivalent. » Elle indique aussi que « les dispositifs d'arrêt, qu'il n'est pas prévu d'actionner en marche normale, doivent être protégés contre toute manipulation non autorisée. »

Dilatation et contraction des tuyauteries

Les tuyauteries sont équipées de systèmes pour faire face aux dilatations et contractions.

La partie 2 de la norme NF EN 378 (§ 6.2.3.3.4) précise que « des dispositions doivent être prises pour la dilatation et la contraction des grandes longueurs de tuyauteries. »

Protection des flexibles

La partie 2 de la norme NF EN 378 précise que « les éléments de tuyaux flexibles doivent être protégés contre les dommages mécaniques, les contraintes excessives par torsion ou par d'autres forces. Des dispositions pour des contrôles réguliers (inspection visuelle) doivent être prises. »

Limitation des fuites sur la pompe de transfert d'ammoniac

La règle de l'art consiste à utiliser des pompes avec moteur hermétique ou des pompes avec double étanchéité.

Le fonctionnement à vide de la pompe doit être surveillé. Le risque en cas d'absence de fluide est d'endommager le système d'étanchéité et les garnitures.

Pour prévenir l'endommagement de la pompe par cavitation, si une vanne automatique est installée en amont de la pompe et que cette vanne peut être commandée à distance, la commande devra aussi arrêter la pompe. Un pressostat différentiel entre amont et aval de la pompe permet de prévenir un endommagement de la pompe par cavitation...

Ces exigences sont issues de la norme NF EN 378 (partie 2, annexe A).

3.11. Prévention échauffement du moteur (Mesure E)

On se reportera aux systèmes de conduite et de régulation décrits dans le chapitre sur la description des installations.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

3.12. Prévention des erreurs sur intervention (Mesure H)

Ce chapitre présente les mesures générales de prévention des erreurs sur intervention (ce ne sont pas des MMR en tant que telles).

Puis les mesures spécifiques relatives aux interventions particulières sont explicitées :

- Opérations de purges,
- Transvasement.

3.12.1. Dispositions générales aux interventions

Pour prévenir les erreurs en phase d'intervention, des consignes d'intervention doivent être rédigées pour toutes les phases d'intervention (cf. § 3).

Le repérage des équipements (tuyauteries et vannes) doit être fait correctement.

Plan (PID) d'intervention avec vannes mises en évidences et procédure associée.

- L'article 8 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « les vannes et les tuyauteries doivent être d'accès facile et leur signalisation conforme aux normes applicables ou à une codification reconnue. Les vannes doivent porter de manière indélébile le sens de leur fermeture. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 que l'accessibilité et la signalisation des vannes et tuyauteries doivent être vérifiées.

3.12.2. Exigences sur les opérations de purge

Les points de purge sont susceptibles d'engendrer des fuites. Des mesures doivent être prises pour les prévenir : deux vannes dont une à contrepoids ou une seule vanne cumulant les deux fonctions d'arrêt automatique et d'arrêt manuel.

Un point de captage est demandé par la norme. En pratique, les purges d'air sont réalisées en connectant un flexible dans de l'eau. Les purges d'huile ne font pas intervenir de point de captage.

Une instruction du fabricant doit indiquer la marche à suivre pour réaliser les purges en minimisant les émissions.

- L'article 43 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Les points de purge doivent être munis de deux vannes, dont une à contrepoids ou équivalent, et doivent disposer d'un point de captage permettant de renvoyer le liquide ou le gaz vers un dispositif de neutralisation. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande le « contrôle de la conformité de la purge d'huile. »
- La partie 2 de la norme NF EN 378 précise (§ 6.2.3.4.2.2) : « Lorsque les instructions de service exigent des vidanges régulières d'huile, le fabricant doit fournir des instructions avec le moins d'émissions possibles dans l'environnement. Pour les conduites de vidange d'huile utilisée en marche normale : des robinets d'arrêt automatiques doivent être installés s'il y a des risques de rejet d'ammoniac. [...] Dans les séparateurs de liquides et les réservoirs, un robinet d'arrêt automatique doit être installé pour vidanger l'huile accumulée. Un robinet d'arrêt avec tige horizontale doit aussi être installé en amont de celui-ci, sinon un robinet cumulant les deux fonctions. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

3.12.3. Exigences sur les points de transvasement (vidange ou remplissage)

Les phases de remplissage et de vidange d'installation peuvent générer des pertes de confinement.

Des mesures techniques sont prises pour :

- Eviter les fuites ;
- Collecter les fuites éventuelles.

Des mesures organisationnelles sont également prises (cf. chapitre 3).

Utilisation de flexibles

Les flexibles utilisés doivent être réalisés avec **un certificat de test de pression**, contrôlés régulièrement et être équipés à leurs extrémités de **dispositifs permettant d'interrompre le flux en cas de rupture** (clapet anti-retour).

Il existe une réglementation sur les flexibles incluant des recommandations sur le stockage (courbure à respecter) et des obligations de ré-épreuve régulière (ou de changement).

Pour des flexibles de diamètre < 25 mm (flexibles utilisées dans les réfrigérations ammoniac), il n'existe pas de dispositifs permettant d'interrompre le flux. Cependant un clapet anti-retour côté installation évite le retour d'ammoniac depuis l'installation. Les flexibles > 25 mm seraient équipés d'obturateur automatique mais ils ne sont pas utilisés pour les réfrigérations à l'ammoniac.

- L'article 57 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Lorsque le transvasement d'ammoniac est effectué à l'aide de flexibles, ceux-ci doivent être équipés conformément aux dispositions suivantes :
 - Les flexibles doivent être protégés à chacune de leurs extrémités par des dispositifs de sécurité arrêtant totalement le débit en cas de rupture du flexible ;
 - Ces dispositifs doivent être automatiques et manœuvrables à distance pour des flexibles d'un diamètre supérieur au diamètre nominal 25 millimètres.
- Les flexibles doivent être utilisés et entreposés après utilisation de telle sorte qu'ils ne puissent subir aucune détérioration. En particulier, ils ne doivent pas subir de torsion permanente, ni d'écrasement.
- L'état du flexible, appartenant ou non à l'exploitant doit faire l'objet d'un contrôle avant toute opération de transvasement (règlement des transports de matières dangereuses, etc.). »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que l'exploitant doit contrôler :
 - « Existence d'une procédure pour la recharge d'ammoniac dans l'installation ;
 - Existence d'un document d'enregistrement des mouvements de fluide tenu à jour ;
 - Contrôle périodique du flexible et des vannes ;
 - Existence d'un document d'enregistrement du contrôle périodique du flexible.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

- Les documents suivants pourront être consultés :
 - Document d'enregistrement des mouvements de fluide ;
 - Document d'enregistrement du contrôle périodique du flexible et des vannes ;
 - Procédure de charge en ammoniac de l'installation ;
 - État de cette charge ;
 - Document de conformité du flexible de charge (si ce document existe). »
- La partie 2 de la norme NF EN 378 précise que « les éléments de tuyaux flexibles doivent être protégés contre les dommages mécaniques, les contraintes excessives par torsion ou par d'autres forces. Des dispositions pour des contrôles réguliers (inspection visuelle) doivent être prises. »

Suivi de procédures par du personnel compétent

Les personnes réalisant les opérations de transvasement doivent être spécialement formées. Toute charge d'ammoniac sera réalisée avec une procédure clairement établie et une analyse des risques préalable à l'opération.

- L'article 58 de la circulaire du 16 juillet 1997 impose : « Les personnes procédant au transvasement doivent être spécifiquement qualifiées et parfaitement informées de la conduite à tenir en cas d'accident. »

Utilisation de fûts adaptés

Il faut veiller à l'utilisation de fûts adaptés, répondant à la réglementation des équipements sous pression.

Entreposage des fûts ou bouteilles de transvasement

La bonne pratique consiste à stocker les bouteilles avant transvasement ou les fûts après vidange dans la salle des machines. Ainsi, en cas de fuite, la rétention de la salle des machines permet le recueil des épandages et l'extracteur automatique démarré sur détection d'ammoniac permet de réduire les effets au sol.

Cette pratique n'est pas imposée par la réglementation mais correspond à une bonne pratique.

3.13. Prévention de la dépression (Mesure D)

On se reportera aux systèmes de conduite et de régulation décrits dans le chapitre sur la description des installations.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

3.14. Prévention des effets des incendies (Mesures I)

Des incendies sont possibles à l'extérieur de la salle des machines (par exemple dans les installations d'entreposage de denrées). Des effets dominos sont possibles et des mesures doivent être prises pour prévenir la propagation d'un incendie.

La salle des machines peut aussi être le siège d'incendies. Des mesures sont prises pour prévenir le développement et la propagation des incendies.

Les mesures relatives à l'incendie sont précisées dans ce paragraphe.

Prévention des propagations d'incendie

Les locaux sont conçus pour éviter la propagation des incendies, ce qui implique des matériaux adaptés et des contraintes d'étanchéité des portes et passages de gaines et tuyauteries.

Une bonne pratique (non réglementaire) peut être de ne pas laisser les camions à proximité des quais en dehors de la période de transfert.

- L'article 2 de l'arrêté du 16 juillet 1997 rappelle que « Les bâtiments et locaux sont conçus et aménagés de façon à s'opposer efficacement à la propagation d'un incendie. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§ 5.15) spécifie : « Les portes doivent être hermétiques, raccordées, doivent se refermer automatiquement et être conçues de manière à pouvoir s'ouvrir de l'intérieur (système antipanique). Attention dans le cas d'un accès par contrôle à commande électrique (badge, tactile...), la sortie ne doit pas être conditionnée par l'action d'un bouton poussoir mais seulement par l'action sur la barre anti-panic.
- Les portes doivent être de construction coupe-feu résistant pendant au moins une heure, grâce à des matériaux et une construction soumise à essai conformément à l'EN 1634. [...] Les murs, planchers et plafonds entre l'intérieur du bâtiment et la salle des machines doivent être de construction coupe-feu résistant pendant au moins une heure et être hermétiquement scellés. [...] Les gaines de service doivent être scellées pour réduire au minimum les fuites dans la gaine de service et avoir la même résistance au feu que les murs et les portes. [...] La gaine de ventilation doit avoir la même résistance au feu que les portes et les murs de la salle des machines. » La norme précise aussi (§5.10) : « toutes les tuyauteries et conduites de ventilation traversant les murs, plafonds et planchers des salles des machines doivent être scellées lorsqu'elles traversent les murs, plafonds ou planchers. Le scellement doit avoir au minimum les mêmes propriétés de résistance à l'incendie que les murs, plafonds ou planchers. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

Prévention des départs de feu dans la salle des machines

Des mesures sont prises pour prévenir les sources d'inflammation (permis de feu, interdiction de fumer...). Les locaux doivent être régulièrement nettoyés.

Le stockage de matières inflammables autres que celles utiles à l'installation (huile) n'est pas autorisé dans la salle des machines.

- L'article 44 de l'arrêté du 16 juillet 1997 rappelle que « Dans les installations où il existe un risque d'incendie ou d'explosion, il est interdit de fumer ou d'apporter du feu sous une forme quelconque ou encore d'utiliser des matériels susceptibles de générer des points chauds, sauf pour la réalisation de travaux ayant fait l'objet d'un permis de feu délivré et dûment signé par l'exploitant ou par la personne qu'il aura nommément désignée. » L'article 2 précise : « Les locaux doivent être maintenus propres et régulièrement nettoyés notamment de manière à éviter les amas de matières combustibles et de poussières. »
- L'article 52 précise que « les opérations pouvant présenter des risques (manipulation, etc.) doivent faire l'objet de consignes écrites tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel. Ces consignes doivent notamment indiquer : [...] - les interdictions de fumer et d'apporter du feu sous une forme quelconque ; - les instructions de maintenance et de nettoyage, dont les permis de feu. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§5.7) précise : « Les salles des machines ne doivent pas être utilisées pour le stockage à l'exception de l'huile de compresseur nécessaire. Tout fluide frigorigène, tous matériaux inflammables ou toxiques doivent être stockés conformément aux réglementations nationales. ». Au §5.1, il est précisé : « les matériaux inflammables, autres que les fluides frigorigènes et l'huile nécessaires au service, ne doivent pas être stockés dans la salle des machines. »

Limitation des effets d'un incendie

Détection incendie et alarmes

Les installations (salle des machines, utilisateurs) doivent être équipées de détecteurs incendie. En cas de déclenchement, une alarme sonore et lumineuse est requise pour intervention éventuelle.

- L'article 48 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « L'exploitant doit implanter de façon judicieuse un réseau de détection incendie, au besoin en s'assurant du concours des services internes à l'établissement ou d'entreprises spécialisées. Tout déclenchement du réseau de détection incendie entraîne une alarme sonore et lumineuse localement et au niveau d'un service spécialisé de l'établissement (poste de garde, PC incendie, etc.). »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que les actions suivantes doivent être effectuées :
 - « Vérification de la mise en place de la détection incendie avec dispositif d'alerte ;
 - Vérification des détecteurs ;
 - Vérification périodique du fonctionnement du système de détection. »
- Ces contrôles s'appuieront sur un plan de détection incendie.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

Moyens de lutte contre d'incendie

Des dispositifs d'extinction manuels doivent être installés. Ils sont alimentés par un réseau correctement dimensionné.

L'extinction automatique par eau est interdite en salle des machines.

Les installations d'extinction sont régulièrement entretenues et testées par un technicien qualifié.

- L'article 44 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « L'installation doit être pourvue en moyens de lutte contre l'incendie adaptés aux risques encourus, en nombre suffisant et correctement répartis sur la superficie à protéger. Leur nature et leur implantation sont définies en liaison avec l'inspection du travail et l'inspection des installations classées.
- Les canalisations constituant le réseau d'incendie sont indépendantes du réseau d'eau industrielle. Leurs sections sont calculées pour obtenir les débits et pressions nécessaires en tout lieu du site.
- Le réseau d'eau incendie doit être conforme aux normes et aux réglementations en vigueur.
- Les bouches, poteaux incendie ou prises d'eau diverses qui équipent le réseau seront munis de raccords normalisés. Ils doivent être judicieusement répartis dans l'installation, notamment à proximité des divers emplacements de mise en œuvre ou de stockage de liquides du gaz inflammables. Ces équipements doivent être accessibles en toute circonstance.
- Les installations de protection contre l'incendie doivent être correctement entretenues et maintenues en bon état de marche. Elles doivent faire l'objet de vérifications périodiques par un technicien qualifié. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 indique (§ 5.1) que, dans la salle des machines, « des matériels adéquats de lutte contre l'incendie » doivent être prévus. La norme précise (§ 5.17.2.3) : « Les systèmes [automatiques] d'extincteur d'incendie (à eau) ne doivent pas être admis dans les salles des machines avec les systèmes de réfrigération contenant du R-717. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que doivent être vérifiés :
 - « L'existence d'un plan de sécurité incendie ;
 - La présence et de l'état de fonctionnement du matériel ;
 - Existence de vérifications périodiques des installations de protection incendie. »
- Ces vérifications pourront se faire sur la base :
 - « D'un plan indiquant les détecteurs et les moyens d'intervention (extincteurs, RIA, poteaux d'incendie) ;
 - Des comptes-rendus de vérification périodique des installations de protection incendie.

»

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

Intervention : exutoire de fumées

Pour permettre l'intervention, des exutoires de fumées à commandes automatique et manuelle doivent être installés en partie haute de la salle des machines, avec des commandes manuelles situées à l'extérieur de la salle des machines, près des accès.

- L'article 45 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « Les salles de machines doivent être équipées en partie haute de dispositifs à commande automatique et manuelle permettant l'évacuation des fumées et gaz de combustion dégagés en cas d'incendie. Les commandes d'ouverture manuelle sont placées à l'extérieur du risque et à proximité des accès. Les commandes des dispositifs d'ouverture doivent facilement être accessibles. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

4. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de la fuite toxique (Mesure T)

Éléments des MMR (Mesure de Maîtrise des Risques)

Ce paragraphe liste les éléments des différentes MMR. Rappelons que c'est la MMR globale qui doit être évaluée pour être prise en compte dans l'évaluation probabiliste.

Des exigences réglementaires et normatives sont précisées ; elles peuvent être utilisées pour évaluer les performances des MMR.

4.1. Détection de fuite : détection gaz

Nécessité d'une détection gaz

Pour permettre l'intervention, des exutoires de fumées à commandes automatique et manuelle doivent être installés en partie haute de la salle des machines, avec des commandes manuelles situées à l'extérieur de la salle des machines, près des accès.

- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « Les installations pouvant présenter un danger pour la sécurité ou la santé des personnes doivent être munies de systèmes de détection et d'alarme adaptés aux risques et judicieusement disposés de manière à informer rapidement le personnel de tout incident. [...] Des détecteurs de gaz sont mis en place dans les zones présentant les plus grands risques en cas de dégagement ou d'accumulation importante de gaz ou de vapeurs toxiques. »
- La circulaire du 10 décembre 2010 que « l'exploitant contrôle :
 - Vérification de la conformité du plan de détection à la réalité du site ;
 - Pertinence de l'implantation de la détection ;
 - Essais périodiques de vérification de son efficacité (après préparation de ces essais pour éviter les accidents), qui doivent être enregistrés ;
 - Vérification de l'existence et de la tenue d'un document d'enregistrement relatant les déclenchements, comportant un compte-rendu des causes et du traitement de celles-ci ;
 - Vérifier que la ventilation fonctionne après déclenchement du premier seuil d'alarme ;
 - Vérification de la mise en sécurité effective de l'installation après déclenchement du second seuil d'alarme. »
- L'exploitant s'appuiera pour cela sur :
 - « Plan d'implantation de la détection ammoniac
 - Compte-rendu des essais de détection ammoniac. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 précise (§ 8.7) « afin d'avertir du risque d'explosion ou d'incendie des équipements dans une salle des machines spéciale, et pour des besoins de commande lorsque la charge est supérieure à 50 kg, un détecteur d'ammoniac est requis. »

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

Note : la norme (§ 8.7) demande également l'installation de détecteurs d'ammoniac dans le circuit de fluide frigorigène dans le cas des systèmes indirects. « Les détecteurs de R-717 doivent être incorporés dans le circuit de transfert de chaleur de systèmes indirects, par exemple des circuits d'eau ou de glycol, pour détecter la présence de fluide frigorigène dans le circuit, si la charge en R717 est supérieure à 500 kg. Ces détecteurs doivent déclencher une alarme dans la salle des machines et, si possible, à l'interface système de commande/opérateur, mais ils ne doivent ni déclencher de balises ou d'avertisseurs sonores ni initier une évacuation. »

Note : pour les installations situées à l'extérieur (condenseur en terrasse par exemple), la détection gaz est également recommandée ; le maillage devra permettre de couvrir les fuites dans toutes les directions. D'autres systèmes pourront être envisagés (pression basse...). L'efficacité de la détection sera accrue en cas de capotage des zones à risque avec installation des détecteurs au niveau du capotage.

Asservissements

La détection gaz est équipée de deux seuils de sécurité qui déclenchent les asservissements en deux temps :

- 1er seuil : alarme et ventilation d'urgence ;
- 2ème seuil : en plus, mise en sécurité des installations, alarme générale.

- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « L'exploitant fixera au minimum les deux seuils de sécurité suivants :
 - Le franchissement du premier seuil entraînera le déclenchement d'une alarme sonore ou lumineuse et la mise en service, de la ventilation additionnelle, [...] ;
 - Le franchissement du deuxième seuil entraînera, en plus des dispositions précédentes, la mise à l'arrêt en sécurité des installations, une alarme audible en tous points de l'établissement et, le cas échéant une transmission à distance vers une personne techniquement compétente (ce seuil est au plus égal au double de la valeur choisie pour le 1er seuil).
- Les détecteurs fixes doivent déclencher une alarme sonore ou visuelle retransmise en salle de contrôle. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 précise :
 - « Au niveau bas d'alarme, une alarme et la ventilation mécanique doivent être actionnées.
 - Au niveau haut d'alarme, le système de réfrigération doit être automatiquement arrêté. Au niveau haut d'alarme, l'alimentation électrique pour le fluide frigorigène vers la salle des machines spéciale doit également être arrêtée, ainsi que le système de ventilation mécanique d'urgence à moins qu'il existe des dispositions particulières (voir 5.17.1.2). »

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

Seuils et nature des détecteurs

Le choix des seuils et des technologies de détecteurs dépend des risques envisagés. Dans les locaux avec du personnel, les effets toxiques sont recherchés et les seuils sont adaptés au temps de présence du personnel.

Dans la salle des machines où le personnel n'est présent que de manière occasionnelle, les seuils retenus sont usuellement 2000 ppm et 4000 ppm (double du 1er seuil). Un seuil toximétrique à 500 ppm (correspondant à l'ancienne valeur IDLH) est parfois aussi retenu en salle des machines.

- Note : les seuils indiqués ne sont pas tous des exigences réglementaires ou normatives.
- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 impose que « le deuxième seuil est au plus égal au double de la valeur choisie pour le 1er seuil. » Il précise : « Les zones de sécurité sont équipées de systèmes de détection dont les niveaux de sensibilité sont adaptés aux situations. Ces détecteurs doivent être de type toximétrie dans les endroits où les employés travaillent en permanence ou susceptibles d'être exposés, et de type explosimétrie dans les autres cas où peuvent être présentes des atmosphères confinées. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§ 8.7) fixe les exigences sur les seuils en salle des machines : ils doivent « fonctionner à une concentration ne dépassant pas :
 - 350 mg/m³ (500 ppm (V/V)) dans les salles des machines (niveau bas d'alarme) ;
 - 21 200 mg/m³ (30 000 ppm (V/V)) (niveau haut d'alarme). »

Technologie des détecteurs

En salle des machines et sur la plateforme de condensation (absence de personnel), les détecteurs sont du type électrochimique dans la mesure où les seuils de détection retenus sont usuellement de l'ordre de 1000 ppm.

Si des utilisations en explosimétrie sont visées, les détecteurs seront de type catalytique. Parfois, un 3^{ème} seuil plus bas (toximétrie) est possible sur les détecteurs. En cas d'intervention en salle des machines, le personnel pourra s'équiper d'un détecteur portatif.

Dans les locaux où du personnel peut être présent, les détecteurs sont du type électrochimique et sont réglés pour des utilisations en toximétrie.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

Nombre et position des détecteurs

Le positionnement des détecteurs reste difficile à recommander de manière générale. Des exigences existent pour le positionnement au-dessus des équipements sujets à fuite (compresseurs, pompes...). Les règles de bonnes pratiques conduisent usuellement à mettre plusieurs détecteurs dans la salle des machines (au minimum deux) situés en partie basse et haute. Un ordre de grandeur peut être d'un détecteur pour 100 m² au sol. On pourra installer des détecteurs toximétriques en partie basse (position des intervenants) et des explosimétriques en partie haute. Souvent un détecteur est placé au niveau de la gaine d'extraction.

- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 note « L'implantation des détecteurs résulte d'une étude préalable. ».
- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§ 8.7) fixe des exigences sur le nombre et la position des détecteurs : « Lorsque la salle des machines spéciale ne comprend que des compresseurs ou des unités de compresseurs, au moins un détecteur doit être placé sur les compresseurs ou les unités. Le site des pompes de réfrigération, dans une salle des machines ou dans d'autres zones, doit également être surveillé par un détecteur monté à l'avant et à proximité des pompes. »

Note : pour les installations situées à l'extérieur, le maillage de la détection ammoniac devra permettre de couvrir les différentes directions de fuite.

Suivi des détecteurs

Conformément aux réglementations en vigueur (exigences de testabilité et de maintenabilité), les détecteurs gaz doivent faire l'objet d'un suivi et de tests réguliers. Les détecteurs électrochimiques sont testés usuellement tous les 6 mois. Les têtes doivent être changées assez souvent, en fonction des résultats des tests ; en ordre de grandeur, le changement s'effectue tous les 18 à 24 mois.

- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 spécifie « L'exploitant doit dresser la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et doit déterminer les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps. »
- Il est spécifié dans la norme (§ 8.7) que « les détecteurs doivent être adaptés à leur utilisation et étalonnés par un organisme compétent. ».

Exigences en cas de déclenchement

En cas de déclenchement d'un détecteur gaz, des contrôles doivent être effectués et tracés. La remise en service de l'installation ne peut pas être faite automatiquement.

- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Tout incident ayant entraîné le dépassement du seuil d'alarme gaz toxique donne lieu à un compte rendu écrit tenu à la disposition de l'inspecteur des installations classées durant un an. [...] La remise en service d'une installation arrêtée à la suite du déclenchement d'une alarme ne peut être décidée que par une personne déléguée à cet effet, après examen détaillé des installations et analyse de la défaillance ayant provoqué l'alarme. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

4.2. Détection de fuite : détection humaine et action humaine

Vannes d'isolement sur les capacités

Des vannes d'isolement doivent isoler les capacités les unes des autres et les portions de tuyauterie contenant de l'ammoniac liquide.

Ces vannes doivent être situées au plus près des capacités. Ces dispositifs d'isolement peuvent être manuels ou automatiques. La réglementation et/ou les normes n'imposent pas de systèmes automatiques. En pratique, les isolements sont installés en aval des pompes BP sur le circuit entre ballon séparateur et évaporateur

- L'article 50 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Plusieurs capacités réunies par des tuyauteries doivent pouvoir être isolées les unes des autres au moyen de vannes manuelles facilement accessibles en toute circonstance ou par des vannes automatiques pilotées par un ou plusieurs paramètres de l'installation ou actionnées par des coups de poing judicieusement placés. »
- L'article 51 précise : « Toute portion d'installation contenant de l'ammoniac liquide sous pression susceptible d'entraîner des conséquences notables pour l'environnement doit pouvoir être isolée par une ou des vannes de sectionnement manuelles située(s) au plus près de la paroi du réservoir. Ce dispositif devra être, si nécessaire, complété par une vanne de sectionnement automatique à sécurité positive qui devra notamment se fermer en cas d'arrêt d'urgence ou de détection d'ammoniac. »
- La partie 2 de la norme NF EN 378 précise (§ 6.2.4) : « Les systèmes de réfrigération doivent être équipés d'un nombre suffisant de robinets d'isolement pour minimiser le danger, notamment durant la réparation et/ou la maintenance [...] Les robinets à commande manuelle requis lors de l'utilisation essentielle de fonctionnement doivent être munis d'un volant ou d'une manette. »
- La norme précise dans l'annexe A (exigences spécifiques à l'ammoniac) que pour des installations de plus de 3000 kg, « un dispositif de fermeture commandé à distance doit exister dans la conduite liquide. Ce dispositif doit se fermer en cas de défaillance de la puissance de commande, détection d'une fuite ou arrêt d'urgence. Il doit être contrôlable manuellement ou, si nécessaire, intégré à un système d'arrêt d'urgence. »

En pratique, la conduite liquide concernée est la tuyauterie liquide vers les utilisateurs.

Note : l'étude de dangers ne tiendra pas compte de vannes manuelles comme dispositif d'isolement en cas de fuite massive. En effet, en cas de fuite massive, l'accès à la salle des machines devient difficile (visibilité réduite réduisant l'efficacité d'une intervention humaine, nécessite de s'équiper tendant à augmenter le temps de réponse...).

Pour les installations de plus de 3 000 kg, et pour répondre à l'annexe A (EN 378-3), il existe un autre moyen que celui de mise en œuvre de vannes automatiques, les vannes automatiques sont intéressantes dans le cas de plusieurs réseaux liquides qui seraient sectionnable indépendamment.

Cinétique recommandée :

- Détection de fuite d'ammoniac en combles technique = arrêt impératif des pompes.
- Chute de pression détectée par un pressostat sur la ligne liquide = arrêt impératif des pompes.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

4.3. Arrêt automatique des installations

Arrêt automatique des installations

L'arrêt des installations s'effectue par coupure de la puissance sur l'alimentation des équipements (compresseurs et pompes). Le circuit comporte deux parties : le circuit commande (relayage) et le circuit puissance (contacteur).

En cas de fuite d'ammoniac sur le circuit dans la salle des machines, l'arrêt des fuites est lié à l'arrêt des pompes et des compresseurs. La coupure des alimentations électriques exigée en cas de détection gaz dans la salle des machines (au 2^{ème} seuil) conduit à l'arrêt des pompes et compresseurs. Le 2^{ème} seuil aura pour action une coupure générale du poste TGBF alimentant la SDM (par bobine MX).

- L'article 47 de l'arrêté du 16 juillet 1997 demande « L'arrêt du compresseur doit pouvoir être commandé par des dispositifs appropriés judicieusement répartis, dont l'un au moins est placé à l'extérieur de l'atelier de compression. »
- L'article 39 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « des dispositions sont prises pour permettre, en toute circonstance, un arrêt d'urgence et la mise en sécurité électrique des installations »

En cas de fuite détectée au niveau des utilisateurs, la détection gaz conduit à l'arrêt des pompes de circulation en salle des machines. L'arrêt des compresseurs signifie (avec un certain délai) une montée en pression dans le ballon séparateur, ce qui conduira à une augmentation des effets en cas de fuite sur la partie BP.

En cas de fuite sur la partie BP au niveau des utilisateurs et/ou des tuyauteries de liaison entre la salle des machines et les utilisateurs, la coupure des compresseurs ne sera donc pas commandée.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

4.4. Intervention humaine en cas d'urgence

4.4.1. Alarmes associées aux détecteurs

Exigences d'indépendance et d'efficacité de l'alarme

La réglementation ne donne pas d'exigences à ce sujet. La norme (non obligatoire) précise que la détection d'ammoniac déclenche une alarme qui doit répondre aux exigences d'efficacité et d'indépendance avec le système de ventilation.

- La norme NF EN 378 précise au §7.1 qu' « une alarme doit être déclenchée par le détecteur. L'alarme doit également alerter une personne autorisée pour qu'elle puisse prendre les mesures nécessaires. »
- Elle ajoute au §8.3 que « Le système d'alarme doit générer un avertisseur à la fois audible et visible, comme par exemple une forte sonnerie (15 dBA au-dessus du niveau sonore ambiant) et une lumière clignotante. Le système d'alarme doit générer un avertisseur audible de l'intérieur et de l'extérieur de la salle des machines ou au moins à l'intérieur de l'espace utilisé comme un espace occupé. Pour les hôtels et établissements similaires, le système d'alarme doit également avertir à un endroit surveillé, tel que le poste du gardien de nuit, ainsi que dans l'espace occupé. L'alarme extérieure peut être installée dans une salle de surveillance ou autre endroit surveillé. »
- Enfin, elle précise « Lorsqu'un système d'alarme est installé, sa source d'alimentation doit être indépendante de la source d'alimentation du système de ventilation mécanique ». La norme note qu' « un circuit électrique de secours utilisant des batteries peut être utilisé pour le système d'alarme ».

Surveillance permanente des installations

Une surveillance permanente (locale ou à distance) permet de prévenir une personne compétente pour intervention en cas d'alarme. Pour les installations de plus de 3 tonnes d'ammoniac, l'alarme doit être renvoyée dans une centrale de surveillance, compatible avec une intervention en moins de 60 minutes.

- L'article 23 de l'arrêté du 16 juillet 1997 indique que « un gardiennage est assuré en permanence ou un système de transmission d'alarme à distance est mis en place de manière qu'un responsable techniquement compétent puisse être alerté et intervenir rapidement sur les lieux en toute circonstance. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande le contrôle de « l'efficacité du report d'alarme et le contrôle du temps de réaction. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 précise (§ 7.4) : « L'utilisateur / le propriétaire du système de réfrigération doit s'assurer qu'un poste permanent de surveillance est prévu comme poste d'alerte central. Du personnel spécialisé doit être présent sur site dans un délai de 60 min après le début de l'alarme. Le personnel peut également être informé de l'alarme par des équipements techniques, par exemple téléphone mobile, récepteur d'appel. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

Consignes d'intervention en cas d'accident

Des consignes écrites relatives aux moyens d'urgence en cas d'accident (fuite toxique, épandage de matières dangereuses...) sont rédigées, tenues à jour et affichées. Un affichage des risques et des consignes à observer doit être présent à l'extérieur des zones et à l'intérieur.

L'intervention repose sur des consignes écrites (cf. chapitre 3).

- L'article 31 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Des dispositions appropriées seront prises pour qu'il ne puisse y avoir, en cas d'accident se produisant dans l'enceinte de l'établissement, déversement de matières qui, par leurs caractéristiques et quantités émises, seraient susceptibles d'entraîner des conséquences notables sur le milieu naturel récepteur. Une liste des dispositions concernées même occasionnellement, sera établie par l'exploitant, communiquée à l'inspecteur des installations classées et régulièrement tenue à jour. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande de vérifier « l'existence et la nature des dispositions prises en cas de déversement accidentel ».
- L'article 40 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Des consignes écrites sont établies pour la mise en œuvre des moyens d'intervention, d'évacuation du personnel et d'appel aux moyens de secours extérieurs. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande de vérifier « l'existence d'un plan de sécurité interne à l'entreprise et l'affichage des consignes de sécurité ».
- L'article 41 ajoute : « La nature exacte du risque (atmosphère potentiellement explosible, etc.) et les consignes à observer sont indiquées à l'entrée de ces zones et en tant que de besoin rappelées à l'intérieur de celles-ci. Ces consignes doivent être incluses dans le plan d'urgence s'il existe (notamment au niveau des moyens d'alerte du plan d'opération interne s'il existe). »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande de vérifier l'existence d'un plan de zones de sécurité et de comparer ce plan avec celui du site ; « la pertinence des consignes de sécurité pour chacune des zones est à contrôler par l'exploitant ».
- L'article 52 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Les opérations pouvant présenter des risques (manipulation, etc.) doivent faire l'objet de consignes écrites tenues à jour et affichées dans les lieux fréquentés par le personnel. Ces consignes doivent notamment indiquer :
 - Les mesures à prendre en cas de fuite sur un récipient ou sur une canalisation contenant de l'ammoniac ;
 - Les moyens d'extinction à utiliser en cas d'incendie ;
 - Le plan d'opération interne s'il existe ;
 - La procédure d'alerte, avec les numéros de téléphone du responsable d'intervention de l'établissement, des services incendie et de secours, du centre antipoison etc ;
 - Les procédures d'arrêt d'urgence ;
 - [...] ;
 - L'étiquetage (pictogramme et phrases de risque) des produits dangereux stockés sera indiqué de façon très lisible à proximité des aires permanentes de stockage d'ammoniac.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

- Ces consignes doivent rappeler de manière brève, mais explicite, la nature des produits concernant les risques spécifiques associés (incendie, toxicité, pollution des eaux, etc.).
»
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que les consignes de sécurité doivent être mises à jour et qu'il est nécessaire de s'assurer qu'elles sont bien affichées et connus par le personnel.

4.4.2. Commande sur des BAU générant des actions de sécurité

Arrêt manuel des installations : boutons d'arrêt d'urgence

Des boutons d'urgence équipent l'installation, notamment au niveau de la salle des machines (intérieur et extérieur). Ils doivent permettre d'arrêter le système de réfrigération.
Une commande d'urgence doit aussi commander la ventilation d'urgence.

- La partie 3 de la norme NF EN 378 indique (§5.1) que dans la salle des machines, doit être prévu « un interrupteur à distance pour arrêter le système de réfrigération doit être installé à l'extérieur et à proximité de la porte de la salle des machines. [...] La ventilation mécanique doit être fournie avec commande d'urgence indépendante située à l'extérieur et à proximité de la porte de la salle des machines. »
- Au §5.8 est précisé : « Un interrupteur [d'urgence] à distance pour arrêter le système de réfrigération doit être installé à l'extérieur et à proximité de la porte de la salle des machines. Un interrupteur similaire doit être installé à un endroit approprié dans la salle. »

4.4.3. Intervention humaine dans la SDM

Intervention humaine : équipement à disposition

L'intervention suppose la mise à disposition par l'exploitant d'équipements de protection.

- L'article 53 rappelle que des équipements doivent être tenus à disposition du personnel pour permettre les interventions : « En dehors des moyens appropriés de lutte contre l'incendie, l'exploitant doit mettre à la disposition du personnel travaillant dans l'installation frigorifique :
 - Des appareils de protection respiratoire en nombre suffisant (au minimum deux) adaptés aux risques présentés par l'ammoniac ;
 - Des gants, en nombre suffisant, qui ne devront pas être détériorés par le froid, appropriés au risque et au milieu ambiant ;
 - Des vêtements et masques de protection adaptés aux risques présentés par l'ammoniac doivent être conservés à proximité des dépôts et ateliers d'utilisation ;
 - Des brancards pour évacuer d'éventuels blessés ou intoxiqués.
- L'ensemble de ces équipements de protection doit être suffisamment éloigné des réservoirs, accessible en toute circonstance et situé à proximité des postes de travail. Ces matériels doivent être entretenus en bon état, vérifiés périodiquement et rangés à proximité d'un point d'eau et à l'abri des intempéries. »

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

- La circulaire du 10 décembre 2003 demande le « contrôle des équipements de protection individuels et collectifs (bouteilles d'air...), l'existence de l'équipement de protection incendie et surtout de protection contre l'ammoniac (gants, masques...) et le contrôle périodique des équipements de protection individuels et collectifs. »

Note : l'alarme à 500 ppm indique une concentration importante. L'intervention nécessite alors nécessairement le port des EPI (masque et vêtements spécifiques).

4.4.4. Protection des personnes

Pour permettre une protection des personnes en cas de fuite, la direction du vent doit être donnée par un dispositif approprié qui doit être visible de jour comme de nuit.

- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Des dispositifs complémentaires visibles de jour comme de nuit, doivent indiquer la direction du vent. »

4.4.5. Ventilation de la salle des machines

Ventilation mécanique requise

L'arrêté du 16 juillet 1997 et la norme NF EN 378 imposent un dispositif mécanique de ventilation en cas de fuite. En marche normale, la ventilation mécanique n'est pas obligatoire.

- L'article 3 de l'arrêté précise : « La ventilation des salles des machines est assurée par un dispositif mécanique calculé selon les normes en vigueur, de façon à éviter à l'intérieur des locaux toute stagnation de poches de gaz. »
- La partie 3 de la norme, § 5.1 précise : « Une ventilation mécanique doit être fournie. » Le § 5.16.1 ajoute : « Un système de ventilation mécanique doit être utilisé en cas de fuite de fluide frigorigène due à des fuites ou une rupture de composants. Ce système doit être indépendant de toute ventilation du site »

Note : la **ventilation des passages de tuyauteries (hors salle des machines)** est également exigée dans la partie 3 de la norme NF EN 378 (§5.15.3) : « les gaines ou passages contenant des tuyauteries de frigorigène doivent être ventilées dans un endroit sûr pour empêcher l'accumulation de vapeurs. »

Débit de la ventilation normale

Le débit d'air en ventilation normale (en conditions de fonctionnement normales) est spécifié dans la partie 3 de la norme NF EN 378 (§5.16.2) : « La ventilation doit être conforme aux réglementations nationales. Il doit y avoir au minimum 4 renouvellements d'air par heure lorsque la salle des machines est occupée. »

Mais la salle des machines n'est pas occupée de manière permanente ; elle n'est pas considérée comme « occupée ». Cette prescription de débit n'est donc pas applicable.

La ventilation normale peut être actionnée pour assurer l'évacuation des déperditions thermiques des équipements et éviter une potentielle dégradation des matériels électroniques par la chaleur, en saison estivale notamment.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

Débit de la ventilation d'urgence

Un **débit d'air (mini – maxi) en ventilation d'urgence** est spécifié dans la partie 3 de la norme NF EN 378.

- Un débit minimum est requis (§5.16.4) : « Le débit d'air de la ventilation mécanique doit correspondre au minimum à la quantité obtenue par l'équation suivante : $V = 14 \times 10^{-3} \times m^{2/3}$, où V est le débit d'air en m³/s ; m est la masse de la charge de fluide frigorigène, en kg, dans le système de réfrigération ayant la charge maximale, dont une partie quelconque est située dans la salle des machines. »
- Un débit maximum est également requis dans partie 3 de la norme NF EN 378 (§5.16.4) : « Le système de ventilation d'urgence ne doit pas être contraint de fournir plus de 15 renouvellements d'air par heure. » Concernant le dimensionnement, le paragraphe §5.17.1.2 précise que « Le ventilateur doit être placé de manière à éviter la pressurisation des gaines d'aspiration dans la salle des machines. »

Dimensionnement des entrées d'air

La ventilation mécanique nécessite des entrées d'air sur le bâtiment communiquant directement avec l'extérieur. Aucune spécification précise relative à la dimension des ouvertures n'existe à ce jour dans les documents de référence.

La partie 3 de la norme NF EN 378 précise simplement (§ 5.16.5) que « les ouvertures du système de ventilation mécanique doivent être placées et avoir des dimensions permettant d'obtenir un débit d'air suffisant. » La position des entrées d'air doit également permettre une bonne ventilation de la salle (§ 5.16.1) : « Des dispositions doivent être prises pour une alimentation suffisante en air de remplacement extérieur et un bon système de distribution de cet air dans la salle des machines (spéciale), en évitant les angles morts. »

En pratique, la surface des entrées d'air (dimensionnée pour la ventilation forcée) doit permettre de limiter la vitesse au niveau des grilles d'entrée à 3 m/s.

Mais des grilles doivent aussi permettre d'assurer l'entrée d'air en cas d'incendie et d'activation des évacuations de fumées. Cela revient souvent à doubler la surface de ventilation requise.

Note : Une version antérieure de la norme NF EN 378 proposait une surface libre minimale : « la salle des machines doit avoir une ventilation naturelle assurée par des fenêtres, grilles... La surface libre est liée à la masse de fluide frigorigène. $A = 0,14 \cdot m^{1/2}$ où m est la masse en kg et A la surface en m² ». Cette exigence était relative à la ventilation naturelle mais pas à la ventilation forcée.

Des entrées d'air sont requises pour assurer la ventilation des locaux. Il est retenu comme bonnes pratiques (mais ce n'est pas une exigence réglementaire) de disposer de ventelles sur les entrées d'air qui se referment mécaniquement en cas de surpression dans le local. Ces ventelles permettent d'éviter un refroidissement de la salle des machines en hiver ; en cas de fuite, les ventelles peuvent se refermer ce qui tend à réduire la quantité d'ammoniac pouvant être rejetée au niveau du sol.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

Cette recommandation permet d'éviter la fuite d'ammoniac par les entrées d'air en cas de fuite massive dans le local. Cette hypothèse permet de ne pas retenir les fuites d'ammoniac par les entrées d'air avant la mise en route de la ventilation d'urgence.

Pour disposer d'une ventilation permettant d'éviter les angles morts, il est retenu comme bonnes pratiques de disposer de grilles de ventilation en point bas. L'extraction s'effectue en partie haute de la salle des machines.

Exigences d'étanchéité sur les portes et passages

Pour éviter les fuites à l'extérieur du local, des exigences d'étanchéité sont imposées dans la partie 3 de la norme.

Elles concernent notamment les portes (§5.15.1) : « Les portes doivent être hermétiques [...], se refermer automatiquement. Il ne doit pas y avoir d'ouvertures permettant le passage involontaire de fluides frigorigènes [...] s'échappant vers les autres parties du bâtiment. »

De même (§5.10) : « toutes les tuyauteries et conduites de ventilation traversant les murs, plafonds et planchers des salles des machines doivent être scellées lorsqu'elles traversent les murs, plafonds ou planchers. »

En pratique, l'exigence d'étanchéité est liée à une préoccupation de caractère coupe-feu et pas à une étanchéité vis-à-vis d'un risque toxique. Les portes coupe-feu, le scellement des traversées des murs, planchers, plafonds et des conduites traversant les cloisons répondent aux exigences d'étanchéité.

Note : Ces deux exigences sur les portes et les passages de tuyauteries et gaines répondent également à un souci de non propagation des incendies (cf. § 3.14 de cette annexe).

Evacuation de l'extraction forcée

L'évacuation de l'extraction forcée est faite dans une zone « sûre » pour limiter les effets sur l'environnement. La localisation des rejets doit permettre d'éviter de réintroduire de l'ammoniac dans les locaux (bâtiments ou salle des machines).

L'EDD donne la hauteur du point de rejet (calculé en fonction des scénarii)

- L'article 3 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « Le débouché à l'atmosphère de la ventilation doit être placé aussi loin que possible des habitations voisines et d'une source de chaleur, de façon à ne pas entraîner de risque pour l'environnement et pour la santé humaine » ;
- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§ 5.17.1.2) : « La gaine de sortie de ventilation par refoulement doit être conforme aux réglementations nationales. La gaine de sortie ne doit pas être limitée et doit être munie de dispositifs permettant de bloquer l'entrée de débris, de feuilles et d'oiseaux. La partie basse de toute conduite montante et ouverte à l'extérieur doit être munie d'un tuyau d'écoulement des eaux de pluie et d'un accès pour le contrôle. » On veillera à ce que ces recommandations soient assurées sur les sites.

Note : il n'existe pas de prescriptions relatives au diamètre ou à la hauteur de rejet. Ces informations dépendent de chaque site et sont un paramètre d'entrée important pour l'évaluation des intensités des effets. En pratique, la vitesse des gaz dans la conduite d'extraction ne dépasse généralement pas 10 m/s.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 - 03/12/2018

Commandes de l'extraction forcée

La ventilation d'urgence est commandée de deux manières : par des commandes d'urgence et par la détection gaz située dans la salle des machines :

- La partie 3 de la norme précise (§5.16.3) : « Le système de ventilation mécanique d'urgence doit alors être activé par un (des) détecteur(s), situé(s) dans la salle des machines. [...] La ventilation mécanique doit également être munie de **deux commandes d'urgence indépendantes**, l'une située à l'extérieur de la salle des machines et l'autre à l'intérieur. ». Il est également spécifié (§5.1) : « La ventilation mécanique doit être fournie avec commande d'urgence indépendante située à l'extérieur et à proximité de la porte de la salle des machines. »
- L'article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que la ventilation additionnelle est mise en service au 1er seuil de la détection. Mais l'arrêté n'impose pas de commandes indépendantes complémentaires.

Alimentation électrique

L'extracteur doit être alimenté par une alimentation secourue.

Le terme d'alimentation secourue signifie que l'extracteur doit être maintenu en service en cas de mise en sécurité. Des groupes électrogènes ne sont pas requis ; parfois sur de grosses installations, des groupes électrogènes peuvent assurer un secours mais cette solution reste rare.

Ainsi lors de l'atteinte du 2ème seuil de détection ammoniac qui conduit à la coupure électrique des installations dans la salle des machines (pour éviter l'explosion), l'extracteur (comme le détecteur et l'éclairage de secours) doit être alimenté par une source indépendante des autres utilisateurs.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

4.5. Protection mécanique – Edicule condenseur

Précisions apportées sur la réalisation de l'édicule autour du système de condensation

Cet édicule (ou capotage, ou carénage) permettra de définir une zone d'enfermement autour des connexions des canalisations ammoniac de liaison entre les condenseurs, situés sur la terrasse de la SDM, et l'intérieur de la salle des machines.

Ce carénage communiquera avec la salle des machines par une ouverture qui sera couverte par une grille en acier galvanisé afin de permettre la protection des travailleurs intervenant dans la zone des condenseurs.

Dans ce capotage seront éventuellement disposés (ou dans la SDM) :

- les régulateurs à flotteurs, assurant la détente de l'ammoniac liquide entre la sortie HP des circuits des condenseurs et l'entrée de la bouteille MP située dans la SDM.
- les soupapes de sécurité des condenseurs évaporatifs.
- les vannes d'isolement des différents circuits des condenseurs évaporatifs.
- les portions de tuyauterie avec accessoires. (Les tuyauteries sans accessoires pourront rester apparentes).

Ce carénage devra résister mécaniquement à des chocs dus à d'éventuelles ruptures de tuyauteries ou chocs d'objets extérieurs : ce qui signifie que le bardage sera du type double peau avec une ossature suffisamment dimensionnée (lisses très rapprochées) et renforcée au droit des vannes et tuyauteries susceptibles d'éclater. La double peau peut être remplacée par une tôle épaisse (63/100ème). Les matériaux devront être choisis pour éviter toutes corrosions et résister à des températures négatives supérieures à -33°C.

Ce carénage sera équipé en partie haute d'un système d'évacuation d'air ammoniacué à bouche bée. L'évacuation de l'air ammoniacué se fera dans un flux vertical direct de façons à éviter tout rabattement vers le sol. Le flux de l'air ammoniacué aura une vitesse verticale d'environ 5 à 7m/s.

La partie basse de cette zone de confinement permettra de récupérer l'ammoniac liquide issu d'une éventuelle fuite. Cette rétention devra avoir une forme inclinée pour accumuler l'ammoniac liquide sur une faible surface. La partie basse de cette rétention sera équipée d'une tuyauterie qui dirigera l'ammoniac liquide vers la rétention générale des différentes bouteilles (MP et BP) de la SDM.

Une sonde de détection de l'ammoniac présent dans l'air sera installée en partie haute de cette zone capotée d'enfermement.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

5. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de l'explosion (Mesure X)

Les mesures explicitées dans ce chapitre visent à prévenir l'inflammation en cas de nuage d'ammoniac en zone confinée.

Ci-dessous un extrait du document INERIS :

Retour d'expérience

L'ammoniac et la réfrigération

Réf. : SEI / BARPI ED0389 - Février 1995 (complété par la MàJ du 30/03/1995).

« L'ammoniac est considéré comme un gaz relativement peu inflammable. 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. 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).

Le caractère inflammable et explosif de l'ammoniac, en milieu confiné en particulier est sujet à controverses. Une bibliographie réalisée en 1991 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. 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 ».

Conception et contrôle des installations électriques

De manière générale, les installations électriques des installations de réfrigération à l'ammoniac doivent être réalisées en tenant compte du risque d'explosion ou d'inflammation. Elles doivent répondre aux normes en vigueur et faire l'objet de contrôles réguliers par des personnes compétentes.

L'article 46 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que les installations doivent être « efficacement protégées contre les risques liés aux effets de l'électricité statique, les courants de circulation et la foudre. Les installations électriques ainsi que les mises à la terre des appareils doivent être réalisées par des personnes compétentes, avec du matériel normalisé et conformément aux normes applicables. [...] Toutes les installations électriques doivent être entretenues en bon état et doivent être contrôlées après leur installation ou modification. Un contrôle doit être effectué par un organisme agréé tous les trois ans au moins. Cet organisme doit très

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 03/12/2018
--	----------	---

explicitement mentionner les défauts relevés dans son rapport de contrôle. Ces rapports sont tenus à la disposition de l'inspecteur des installations classées. »

Définition des zones ATEX

Des zones à risques ATEX doivent être définies par l'exploitant avec des installations adaptées au risque.

Il est important de noter que les mesures prises sur la salle des machines (détection, ventilation, arrêt des alimentations électriques...) permettent de ne pas classer la salle des machines en zone à risque ATEX.

- L'article 46 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « dans les zones définies sous la responsabilité de l'exploitant où peuvent apparaître des atmosphères explosives de façon accidentelle, les installations électriques doivent être réduites à ce qui est strictement nécessaire aux besoins de l'exploitation. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 précise : « Il n'est pas nécessaire que l'équipement électrique des salles logeant un système de réfrigération contenant uniquement du R-717 soit conforme aux exigences relatives aux zones dangereuses. »

Arrêt des installations électriques

En cas de fuite d'ammoniac dans un local, il faut éviter la formation d'une ATEX et sa possible inflammation. Pour cela, il est prévu d'éviter la persistance d'une atmosphère explosible en mettant en œuvre la ventilation d'urgence sur détection gaz. Si la ventilation d'urgence ne suffit pas à réduire la concentration en ammoniac, l'arrêt de toutes les alimentations électriques est requis, sauf celles alimentant les sécurités assurant la persistance de l'ATEX (ventilations, détections gaz). Les autres sécurités potentielles (isolement éventuel, sécurités de niveau sur les capacités, sécurités de pression haute sur les compresseurs...) doivent être de conception à sécurité positive et mettre ainsi le système en position de sécurité.

- La partie 3 de la norme (§ 6.2) exige l'indépendance des alimentations de sécurité des autres alimentations : « L'alimentation en puissance électrique d'un système de réfrigération doit être disposée de façon à pouvoir être coupée indépendamment de l'alimentation électrique des autres équipements électriques en général et, en particulier, à tout système d'éclairage, d'unités de ventilation, d'alarme et autres équipements de sécurité. »

Exigences ATEX sur l'extracteur d'urgence

Dans la salle des machines, une ventilation d'urgence est requise. Le moteur doit être placé en dehors du flux (ne nécessitant ainsi pas de conception ATEX) ou être de conception ATEX. Le ventilateur doit éviter également la formation d'étincelles.

La commande devra être indépendante des autres commandes électriques dont l'alimentation électrique sera coupée en cas de fuite.

- L'article 46 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise que « l'éclairage de secours et les moteurs de la ventilation additionnelle restant sous tension doivent être conçus conformément à la réglementation en vigueur. » L'article 3 précise que « Les moteurs des extracteurs doivent être protégés pour éviter tout risque d'explosion ».
- La partie 3 de la norme (§5.17.1.2) explicite que « le ventilateur d'urgence par refoulement doit être a) muni de moteur en dehors du débit d'air, ou b) assigné à des zones

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

dangereuses. [...] Le ventilateur ne doit pas provoquer d'étincelles s'il entre en contact avec le matériau des conduites. »

Prévention des inflammations

Des mesures sont prises pour prévenir les sources d'inflammation (permis de feu, interdiction de fumer...).

- L'article 44 de l'arrêté du 16 juillet 1997 rappelle que « Dans les installations où il existe un risque d'incendie ou d'explosion, il est interdit de fumer ou d'apporter du feu sous une forme quelconque ou encore d'utiliser des matériels susceptibles de générer des points chauds, sauf pour la réalisation de travaux ayant fait l'objet d'un permis de feu délivré et dûment signé par l'exploitant ou par la personne qu'il aura nommément désignée. »

Détection explosimétrique

Un capteur explosimétrique sera installé en SDM, car souvent les capteurs toximétrique installé pour le premier et deuxième seuil ont une échelle de mesure limitée. Le capteur toximétrique permettra à tout moment en cas incident la lecture de la concentration et ainsi d'avertir sur le niveau de risque réel les équipes d'intervention présente.

Atlantic Refrigeration Consulting AMR SO'HAM Brive (19)	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 - 03/12/2018
--	----------	---

6. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de la pollution (Mesure P)

Rétention générale dans la salle des machines

Pour prévenir les épandages accidentels dans le milieu, la salle des machines doit être conçue pour faire office de rétention. La rétention est correctement dimensionnée (capacités, résistance à la substance...).

Une pratique usuelle consiste à surélever le seuil de la salle des machines pour que le sol fasse office de rétention. Il n'y a généralement pas d'office d'obturation en tant que tel.

Les matières incompatibles ne doivent pas être stockées dans la même rétention.

Les stations de vannes seront équipées de cuvettes de rétention raccordé sur le même réseau des eau usées. Il en sera de même pour les cuvettes des évaporateurs du système.

Un système de contrôle (détection ammoniac) des rejets sera mis en place associé à une vanne motorisée qui se fermera en cas de présence d'ammoniac. Ce système ainsi que le fonctionnement de la vanne devront faire partis des contrôles opérationnels.

- L'article 32 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise « Toute utilisation d'ammoniac susceptible de créer une pollution de l'eau ou du sol, notamment à l'ensemble de la salle des machines, doit être associée à une capacité de rétention dont le volume doit être au moins égal à la plus grande des deux valeurs suivantes :
 - 100% de la capacité du plus grand réservoir ;
 - 50% de la capacité globale des réservoirs associés.
- La capacité de rétention doit être étanche aux produits qu'elle pourrait contenir et résister à l'action physique et chimique de l'ammoniac. Il en est de même pour le dispositif d'obturation, qui doit être maintenu fermé en conditions normales. [...] Les produits récupérés en cas d'accident ne peuvent être rejetés que dans des conditions conformes au présent arrêté ou doivent être éliminés comme les déchets. Des réservoirs ou récipients contenant des produits susceptibles de réagir dangereusement ensemble ne doivent pas être associés à la même cuvette de rétention. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 demande à contrôler « l'existence des cuvettes de rétention, ainsi que l'existence et le contenu d'une procédure de traitement des eaux ammoniaquées, le volume et de l'étanchéité des cuvettes, l'étanchéité de l'aire de chargement et de déchargement. »
- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§ 5.17.2.1) précise : « Pour empêcher le R-717 d'atteindre les eaux de surface, un système de captation doit être conçu et installé conformément aux réglementations nationales. Le plancher de la salle des machines doit être conçu de manière à empêcher le R-717 liquide de s'échapper de la salle. Le tuyau d'écoulement du système de captation doit être normalement fermé. »

Rétention sur aires de transferts

L'article 32 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Les aires de chargement et de déchargement de véhicules citernes doivent être étanches et reliées à des rétentions dimensionnées selon les mêmes règles. »

Bassin de confinement

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 - 03/12/2018

Les installations de plus de 20 tonnes doivent être équipées d'un bassin de confinement. Ces capacités étant peu usuelles dans les installations de réfrigération à l'ammoniac, les prescriptions de l'arrêté du 16 juillet 1997 relatives aux bassins de confinement (articles 33) ne sont pas détaillées dans ce guide.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 6	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SO'HAM Brive (19)		Indice : v1 – 03/12/2018

Dissociation eaux procédés et eaux pluviales

En plus des mesures évoquées ci-dessus (rétention, consignes d'intervention, points de captage des purges...), les eaux utilisées dans le procédé doivent être dissociées des eaux pluviales ; un contrôle de leur qualité doit être effectué avant leur rejet. Les tuyauteries contenant de l'ammoniac ne sont pas installées dans des conduits en liaison avec les égouts.	P16
--	------------

- L'article 34 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « le rejet direct d'eaux de refroidissement ou de chauffage ainsi que des eaux de dégivrage provenant des circuits alimentant des échangeurs et appareillages dans lesquels circulent l'ammoniac ne peut être effectué qu'après avoir vérifié que ces eaux ne soient pas polluées accidentellement. »
- L'article 35 ajoute : « Le réseau de collecte doit être de type séparatif, permettant d'isoler les eaux résiduaires polluées des eaux pluviales non susceptibles être polluées. Les points de rejet des eaux résiduaires doivent être en nombre aussi réduit que possible et aménagés pour permettre un prélèvement aisé d'échantillon et l'installation d'un dispositif de mesure du débit. En aucun cas, les tuyauteries contenant l'ammoniac ne sont situées dans les égouts ou dans les conduits en liaison directe avec les égouts. »
- L'article 37 précise : « Les effluents aqueux récupérés susceptibles d'être pollués (pompages, lavage d'installation, etc.) doivent être stockés dans des capacités avant leur valorisation ou leur élimination dans des conditions ne présentant pas de risque de pollution. »
- La circulaire du 10 décembre 2003 précise que doivent être vérifiés :
 - « Qu'un contrôle de la qualité des eaux est effectué et formalisé ;
 - Les dispositions prises en cas de fuite, de rejet des eaux de refroidissement, de dégivrage ;
 - Les moyens de contrôle du pH ;
 - L'existence et la mise en œuvre d'un programme de contrôle de rejets. »
- La vérification s'appuiera sur les « documents de contrôle de la qualité des eaux (modalités et mesures), les procédures de traitement des eaux ammoniaquées, le programme de contrôle des rejets. »
- L'article 55 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Toutes dispositions doivent être prises pour qu'une fuite d'ammoniac lors des opérations de chargement et de vidange de l'installation soit rapidement maîtrisée et que son extension soit la plus réduite possible. »