

Atlantic Refrigeration Consulting

Annexe 15

Etude préalable d'implantation des détecteurs ammoniac

Frédéric LE BRONNEC
27/10/2023

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. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de la fuite toxique (Mesure T)	7
3.1. Détection de fuite : détection gaz.....	7
3.1.1. Equipements local SDM.....	14
3.1.2. Equipements combles techniques	14
3.1.3. Equipements zone occupée	15
3.1.4. Remarques particulières.....	16
4. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de l'explosion (Mesure X)	17
5. Mesures de protection / Limitation vis-à-vis de la pollution (Mesure P)	18
6. Mesure de protection / Limitation vis-à-vis des incendies (Mesure I)	19
7. Dispositifs de sécurité (Passifs ou Actifs)	20
8. Evaluation des dispositifs assurant la sécurité	21
8.1. Grille d'évaluation	21
8.1.1. Détecteur gaz.....	22

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	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

Cette annexe fait référence à l'Article 42 de l'arrêté du 16 juillet 1997 qui demande une étude préalable de l'implantation des détecteurs. Ce document fait le lien entre les recommandations identifiées et les articles ou chapitres des textes réglementaires et des normes.

Dans un premier temps, les textes applicables sont rappelés.

Objectif : Déterminer le nombre et l'implantation des détecteurs ammoniac (gazeux), des détecteurs pH (en prévention de la pollution) sur le site considéré.

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 4735 de la nomenclature :
 - [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 \(suivant les dernières versions\)](#) se compose des parties suivantes :
 - Partie 1 ([version 2020](#)) : Exigences de base, définitions, classification et critères de choix ;
 - Partie 2 ([version 2017](#)) : Conception, construction, essais, marquage et documentation ;
 - Partie 3 ([version 2020](#)) : Installation in situ et protection des personnes ;
 - Partie 4 ([version 2019](#)) : 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	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

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	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

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.

- 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.

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 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

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.* »

3. 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.

3.1. Détection de fuite : détection gaz

Nécessité d'une détection gaz

Les installations ou se situent de l'ammoniac doivent être équipées d'une détection gaz et d'un système d'alarme. Cette exigence concerne la salle des machines mais également les locaux techniques avec des risques de fuites (ex. stations de vannes).

Arrêté du 19 novembre 2009 – Annexe I - Article 4.3 – Moyens de prévention et de lutte

- « Les installations pouvant présenter un danger pour la sécurité ou la santé des personnes sont munies de systèmes de détection et d'alarme adaptés aux risques et judicieusement disposés de manière à informer rapidement le personnel de tout incident. L'implantation des détecteurs résulte d'une étude préalable. L'exploitant dresse la liste de ces détecteurs avec leur fonctionnalité et détermine les opérations d'entretien destinées à maintenir leur efficacité dans le temps. »
- 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 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

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 pour la salle des machines (et édicule condenseurs) – Cinétique.

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.

- 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). »



Détection ammoniac dans les installations de réfrigération :

Pour **les installations ammoniac de plus de 150 kg et de moins de 1500 kg** il est nécessaire de respecter l'**arrêté du 19 novembre 2009**. Cet arrêté mentionne à l'article « 4.3.1 Système de détection » les points suivants :

L'exploitant fixe au minimum les deux seuils de sécurité suivants :

- Le franchissement du premier seuil (soit **500 ppm** dans les endroits où le personnel d'exploitation est toujours présent, soit **2 000 ppm** dans le cas contraire) entraînant le déclenchement d'une alarme sonore ou lumineuse et la mise en service de la ventilation additionnelle, conformément aux normes en vigueur ;
- Le franchissement du deuxième seuil (soit **1 000 ppm** dans les endroits où le personnel d'exploitation est toujours présent, soit **4 000 ppm** dans le cas contraire) entraîne, en plus des dispositions précédentes, la mise 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.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

La norme NF EN 378-3 (ex NF 35-400) obligatoirement applicable dans le cadre des arrêtés cités aux points 2) et 3) et recommandée dans le cadre du point 1) stipule entre autres au point 7.5:

« 7.5 Détecteurs d'ammoniac avertissant du danger d'explosion ou d'incendie :

Un détecteur d'ammoniac requis en 6.2.5 (Ammoniac dans des salles des machines spéciale) doit fonctionner à une concentration ne dépassant pas :

- 380 mg/m³ (500ppm (V/V) dans les salles des machines (niveau bas d'alarme) ;
- 22800 mg/m³ (30000ppm (V/V) (niveau haut d'alarme).

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. »

CONCLUSIONS : comme on doit cumuler l'application de tous ces textes, il va falloir prendre le plus contraignant de chaque texte.

Asservissements pour les combles techniques et atelier de travail - Cinétique.

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.

Le fonctionnement de l'ensemble est conforme aux préconisations suivantes à savoir :

- Le franchissement du **premier seuil (40 ppm)** entraînera le déclenchement d'une **alarme sonore et lumineuse** placée dans la salle concernée avec renvoi vers le service d'astreinte.
- Le franchissement du **deuxième seuil (80 ppm)** entraînera, en plus des dispositions précédentes, la mise à **l'arrêt en sécurité** des installations susceptibles d'être fuyantes, le déclenchement de l'ordre d'évacuation du personnel et la mise en service de l'éclairage de secours.

Le 2ème seuil réglé à 80 ppm entraîne la fermeture instantanée de toutes les électrovannes « liquide » et « gaz chauds » des stations de vannes des combles ainsi que les pompes NH₃ de la SDM, puis environ une minute après la fermeture des vannes automatiques de la ligne d'aspiration ainsi que l'arrêt des compresseurs en mode « automatique d'arrêt », **cela signifie que le courant électrique restera toujours disponible en SDM pour un redémarrage des installations en mode dégradé de mise en sécurité complémentaire. Par conséquent l'installation ne s'arrêtera pas de la même façon que lors d'une fuite NH₃ en SDM.**

De cette façon, on évite un aggravement de la fuite. En effet l'arrêt des compresseurs aura pour effet une remontée en pression et donc une augmentation du débit de fuite.

Remarque : pour simplifier l'installation il est bien sûr autorisé de faire fonctionner l'ensemble selon les prescriptions de l'article 42 de l'arrêté ministériel précité et arrêter l'installation comme pour une fuite en SDM avec déclenchement au « TGBT ». De cette façon toutes les fuites sont gérées de la même façon. Mais attention à la remontée en pression du circuit par effet domino.

Spécifications système de détection ammoniac.

Cinétique du système de détection ammoniac		Signal sonore	Signal lumineux	Extraction NH3	Arrêt système SDM	Coupage des énergies (sources électriques)
	3 ^{ème} Seuil 10% LIE	Signal 3	Bleu	Oui	Oui	Oui
	2 ^{ème} seuil 1 000 ppm					
	1 ^{er} seuil 500 ppm	Signal 1	Orange	Oui	Non	Non
	Opération de maintenance ⁽¹⁾					
	Conditions normales de fonctionnement	RAS	Jaune	Oui en mode forcée	Non	Non
		RAS	Vert	Non	Non	Non
	Etape 1	Signal sonore n°1 : Buzzer Alarme (> 10 dB du niveau de bruit ambiant)				
Etape 2	Signal sonore n°2 : Sirène Alarme (Audible en tout point du site)					
Etape 3	Signal sonore n°3 : Sirène hurlante (Audible en tout point du site)					
Etape 2	Arrêt système de réfrigération : Arrêt impératif de l'alimentation générale de tous les départs électriques alimentant des équipements dans la SDM					
Etape 2	Coupage des énergies : Coupure instantanée de toutes les sources d'alimentation électrique des équipements se trouvant dans la salle des machines et ce depuis d'extérieur de la salle des machines					
	AU : Une action sur AU (Arrêt d'urgence, aura le même effet que l'étape 2)					
(1)	Un mode maintenance peut être activé pour un signalement d'une opération en cours (exemple une purge d'huile avec des émanations d'ammoniac possibles)					
(NB)	Toutes les étapes sont à associer à des procédures d'interventions bien définies					

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

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. On étudiera différemment les lieux de travail suivants :

- Salle des machines + confinement condenseurs.
- Combles techniques zone CF négative.



Détection ammoniac dans les installations de réfrigération :

Pour **les installations ammoniac de plus de 1500kg** il est nécessaire de respecter **l'arrêté du 16 juillet 1997**. Cet arrêté mentionne à l'article 42 du titre VIII le point suivant :

« ... 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, conformément aux normes en vigueur ;
- 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 égal au plus au double de la valeur choisie pour le premier seuil**) ».

La norme NF EN 378-3 (ex NF 35-400) obligatoirement applicable dans le cadre des arrêtés cités aux points 2) et 3) et recommandée dans le cadre du point 1) stipule entre autres au point 7.5:

« 7.5 Détecteurs d'ammoniac avertissant du danger d'explosion ou d'incendie :

Un détecteur d'ammoniac requis en 6.2.5 (Ammoniac dans des salles des machines spéciale) doit fonctionner à une concentration ne dépassant pas :

- 380 mg/m³ (500ppm (V/V) dans les salles des machines (niveau bas d'alarme) ;
- 22800 mg/m³ (30000ppm (V/V) (niveau haut d'alarme).

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. »

CONCLUSIONS : comme on doit cumuler l'application de tous ces textes, il va falloir prendre le plus contraignant de chaque texte.



Résultat 1 : Ce qui signifie que pour la protection en zone technique :

- Le **premier seuil** de détection sera **au maximum de 500 ppm**,
- Le **second seuil** de détection sera **au maximum de 1000 ppm** tout en ne dépassant pas le double du premier seuil,
- Le **troisième seuil** de détection sera **au maximum de 30 000 ppm** seuil haut donné par l'EN 378,
- Le choix sur le **type de sondes** à utiliser se portera des sondes de type « **toximétrique** » : en effet technologie actuelle des sondes de type « **explosimétrique** » ne permet pas dans leur gamme de mesure (0 à 30000ppm) de contrôler des seuils aussi bas (500ppm maxi).



Résultat 2 : La protection des travailleurs recommande les valeurs prévues par le du code du travail et fixées dans l'article R4412-149 à savoir :

- La VME (Valeur limite de Moyenne Exposition sur le lieu de travail **pour un poste de 8 heures**) à **10 ppm**,
- La VLE (Valeur Limite d'Exposition sur le lieu de travail **pendant 15 minutes**) à **20 ppm**,

En cas de fuite d'ammoniac ou présence supposée et au vu de ces recommandations on appliquera les seuils de **protection des travailleurs** de façon à ce que les travailleurs ne soient pas incommodés. La valeur de ces seuils sera contrôlée grâce à des détecteurs portables qui seront à utiliser pour entrer dans lesdits lieux à atmosphère ammoniaquée.

En fonction des procédures du site le personnel habilité pourra entrer avec les EPI adéquats dans les locaux « ammoniaqués ».

Zone de travail avec personnel : Les volumes des zones où les employés travaillent en permanence sont très grands et les organes à risques de fuite d'ammoniac sont éloignés des travailleurs postés. En cas de fuite l'ammoniac sera dilué dans le grand volume d'air des locaux et la concentration d'NH₃ diminuera en approchant du personnel.

Il faut se rappeler que le meilleur détecteur est l'odorat, et en cas de fuite même minime le travailleur sentira l'ammoniac plus rapidement qu'une sonde ne pourrait le faire. La personne ayant senti l'ammoniac évacuera d'elle-même sans attendre le signal automatique déclenché par la sonde NH₃.

Ce qui signifie que pour la **protection des travailleurs** il est possible, mais non obligatoire, de mettre des détecteurs fixes pour empêcher le personnel d'entrer dans une zone « ammoniaquée » ou déclencher une alarme, par -contre **les valeurs limites pour l'ammoniac sont réglementaire contraignante**.

On recommandera donc les valeurs suivantes pour les postes de travail permanent :

- Le **premier seuil** de détection sera **au maximum de 10 ppm**,
- Le **second seuil** de détection sera **au maximum de 20 ppm** tout en ne dépassant pas le **double du premier seuil**,
- Le choix sur le type de sondes à utiliser se portera des sondes de type « **toximétrique** ». **Dans tous les cas les ensembles de détection seront antidéflagrants** (voir directive ATEX).

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

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 3ème 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 portable.

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

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.

- La partie 3 de la norme NF EN 378 (§ 9.3.3) 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.

3.1.1. Equipements local SDM

Equipement de détection à mettre en place (suivant Arrêté 16/07/97 et EN 378-3) :

Désignation	Détecteur gaz ATEX SIL2 (Cellule catalytique) > 0-100% LIE	Détecteur ATEX SIL2 (Cellule électronique) > 0-5000 ppm	Détecteur pH
Local SDM1			
SDM partie haute ^{N5}	1		
Zone compresseur à vis MP ^{N1}		1	
Zone compresseur à vis BP ^{N1}		1	
Séparateur de liquide BP avec station de pompe ammoniac ^{N1}		1	
Zone récupération de chaleur		1	
Collecteur d'échappement soupapes de sécurité ^{N3}	1	Ou (1)	
Circuit EG de Réf. d'huile			1
Circuit EG chaud			1
Circuit EG froid (-7/-3°C)			1
Rejets des eaux du local ^{N2}			1

3.1.2. Equipements combles techniques

Equipement de détection à mettre en place (suivant Arrêté 16/07/97 et EN 378-3) :

Désignation	Détecteur gaz ATEX SIL2 (Cellule catalytique) > 0-100% LIE	Détecteur ATEX SIL2 (Cellule électronique) > 0-5000 ppm ou 1-1000 ppm	Détecteur pH
Combles techniques			
Station de vannes n°1		1	
Station de vannes n°2		1	
Station de vannes n°3		1	
Station de vannes n°4		1	
Rejets des eaux des cuvettes sous station ^{N2}			(1)
Rejets des eaux de dégivrage ^{N2}			(1)

3.1.3. Equipements zone occupée

Equipement de détection du système possible suivant l'appréciation de l'exploitant (suivant l'article R4412-149 du code du travail) :

Désignation	Détecteur gaz ATEX SIL2 (Cellule catalytique) > 0-100% LIE	Détecteur ATEX SIL2 (Cellule électronique) > 0-100 ppm	Détecteur pH
Zone de Production (protection du personnel)			
Zone sur le quai d'expédition		1	

N1 : Suivant EN 378-3 article 9.3.3 « Détecteurs de R717 »

N2 : Il est possible de faire un contrôle du pH commun aux rétentions, l'objectif étant une totale maîtrise du risque de pollution à l'intérieur du site. Pour cela il faudra collecter les eaux de déconcentration avant rejet vers la station. Le montage de la sonde ph pourra se faire dans un syphon largement dimensionné équipé d'une vanne motorisée en sortie. Cette vanne motorisée sera asservie à la détection pH (fermeture en cas de fuite ammoniac, ph élevé).

N3 : Le contrôle des soupapes peut se faire dans une boîte à soupapes (contrôle commun). Attention à la plage de mesure de ce capteur dédié aux soupapes.

N4 : Une seule détection pH est suffisante si les circuits sont communs.

N5 : Ce capteur est nécessaire dans la gestion du risque d'explosivité de l'ammoniac en cas de forte concentration (dysfonctionnement de l'extracteur d'air ammoniacé par exemple).

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

3.1.4. Remarques particulières

Remarque sur la position de la ou les centrales de détection :

La ou les centrales seront éloignées des zones à risques. La lecture des alarmes sur ladite centrale permettra de connaître immédiatement le lieu de la supposée fuite, car toutes les zones à risque du site sont surveillées par cet ensemble de détection « ammoniac » à sécurité dite « positive ».

La centrale sera secourue par une source externe de courant si nécessaire, à minima par une batterie interne.

Particularité pour la SDM sur la mise en œuvre de la mesure barrière :

L'ensemble du système de détection, la ventilation de sécurité et l'éclairage de secours doivent répondre à la réglementation **ATEX** pour un classement en **Zone 2** (Présence de matières inflammables dans des conditions anormales pendant de courtes périodes uniques).

Les protections **IP6X** doivent être adaptées (presse-étoupe adapté), le câblage de l'ensemble doit être réalisé avec du câble pour **zone ATEX 2**.

Ammoniac (Groupe de gaz IIA, classement température T1).

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.

- Il est spécifié dans la norme (§ 9.3.3) que « les détecteurs doivent être adaptés à leur utilisation et étalonnés par un organisme compétent. ».
- L'exploitant doit tenir à disposition la liste de ses détecteurs incluant :
 - Numéro de série.
 - Gamme de mesure du capteur.
 - Seuils de sécurité.
 - Temps de réponse (à minima respect du T90 constructeur).
 - Date d'installation (ou de fin de vie estimée).
 - Voies vers la centrale (schéma électrique).

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.

- 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.

4. 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 ».

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 SEAFRIGO Guadeloupe	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Indice : v1 – 27/10/2023
--	-----------	---

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

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.

- 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'Arrêté du 19 novembre 2009 précise article 5.5 – Annexe I – Valeurs limites de rejet :

Sans préjudice de l'autorisation de déversement dans le réseau public (art. L. 1331-10 du code de la santé publique), les rejets d'eaux résiduaires font l'objet en tant que de besoin d'un traitement permettant de respecter les valeurs limites suivantes, contrôlées, sauf stipulation contraire de la norme, sur effluent brut non décanté et non filtré, sans dilution préalable ou mélange avec d'autres effluents :

- a) Dans tous les cas, avant rejet au milieu naturel ou dans un réseau d'assainissement collectif : pH (selon la norme mentionnée à l'annexe II de l'arrêté du 7 juillet 2009 susvisé) : 6,5 – 8,5 (9,5 en cas de neutralisation alcaline) ; Température < 30 °C.
- b) Dans le cas de rejet dans un réseau d'assainissement collectif muni d'une station d'épuration : DCO (selon la norme mentionnée à l'annexe II de l'arrêté du 7 juillet 2009 susvisé) : 2 000 mg/l.
- c) Dans le cas de rejet dans le milieu naturel (ou dans un réseau d'assainissement collectif dépourvu de station d'épuration) :

Matières en suspension (selon les normes mentionnées à l'annexe II de l'arrêté du 7 juillet 2009 susvisé) : la concentration ne dépasse pas 100 mg/l si le flux journalier n'excède pas 15 kg/j, 35 mg/l au-delà, 150 mg/l dans le cas d'une épuration par lagunage.

DCO (selon les normes mentionnées à l'annexe II de l'arrêté du 7 juillet 2009 susvisé) : la concentration ne dépasse pas 300 mg/l si le flux journalier n'excède pas 100 kg/j, 125 mg/l au-delà.

DBO5 (selon la norme mentionnée à l'annexe II de l'arrêté du 7 juillet 2009 susvisé) : la concentration ne dépasse pas 100 mg/l si le flux journalier n'excède pas 30 kg/j, 30 mg/l au-delà.

Ces valeurs limites sont respectées en moyenne quotidienne. Aucune valeur instantanée ne dépasse le double des valeurs limites de concentration.

Dans tous les cas, les rejets sont compatibles avec la qualité ou les objectifs de qualité des cours d'eau.

- Les vérifications suivantes doivent être réalisées :
 - « 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 ammoniacuées, le programme de contrôle des rejets.

6. Mesure de protection / Limitation vis-à-vis des incendies (Mesure 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.

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.

- 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.

7. Dispositifs de sécurité (Passifs ou Actifs)

Un dispositif de sécurité est en général un élément unitaire, autonome, ayant pour objectif de remplir une fonction de sécurité, dans sa globalité.

Un dispositif peut être classé en 2 catégories :

- Les **dispositifs passifs** qui ne mettent en jeu aucun système mécanique pour remplir leur fonction et qui ne nécessitent ni action humaine (hors intervention de type maintenance), ni action d'une mesure technique, ni source d'énergie externe pour remplir leur fonction. On retrouve notamment dans cette catégorie les cuvettes de rétention, les disques de rupture, les arrête-flammes ainsi que les murs coupe-feu.
- Les **dispositifs actifs** qui mettent en jeu des dispositifs mécaniques (ressort, levier...) pour remplir leur fonction. On retrouve notamment dans cette catégorie les soupapes de décharge et les clapets limiteurs de débit.

Systèmes Instrumentés de sécurité SIS : ce sont des combinaisons de capteur, d'unité de traitement et d'actionneur ayant pour objet de remplir une fonction, ou sous fonction, de sécurité. Un SIS nécessite une énergie extérieure pour initier ses composants et mener à bien sa fonction de sécurité.

Remarque : Les capteurs électriques considérés comme des EIPS, seront câblé de façon « **à sécurité positive** ». De cette façon, par manque de tension les alarmes sont automatiquement émises (même si le défaut n'existe pas réellement, cela est nécessaire pour déceler un dysfonctionnement de la chaîne de sécurité qui doit toujours rester sous tension.

Il est recommandé qu'une chaîne de sécurité des EIPS ne passe pas par un API, mais doit être connecté directement sur la puissance (on peut avoir un report sur l'automate bien sûr, mais ce n'est pas l'automate qui doit émettre un signal de coupure).

Dénomination barrières	Dispositif PASSIF	Dispositif ACTIF	Systèmes instrumentés de sécurité SIS		Temps de réponse (secondes)	NC
			Simple	Complexe		
Détecteur incendie avec capteurs		X	Oui		30	3
Détecteur NH3		X	Sans objet		15	3
Capteur NH3		X	Sans objet		1	2
Détecteur NH3 + capteurs		X	Oui		16	2

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

8. Evaluation des dispositifs assurant la sécurité

Les équipements définis comme important pour la sécurité ayant été déterminé par l'exploitant, on exigera de ces équipements qu'ils répondent pour la sécurité à des caractéristiques spécifiques.

Ces caractéristiques servent de base d'évaluation des EIPS et sont regroupées en trois catégories :

1. Caractéristiques de conception,
2. Comportement sur défauts,
3. Suivi de l'équipement (maintenance, vérification, étalonnage).

8.1. Grille d'évaluation

Cette méthodologie d'évaluation consiste à contrôler et valider l'adéquation entre les performances des matériels et l'utilisation sur site, elle s'appuie sur une notation des différentes performances évoquées précédemment à l'aide d'une grille d'évaluation.

L'évaluation d'un équipement au moyen de cette grille se déroule en cinq étapes.

Première étape :

Définir le danger combattu et les équipements IPS associés, en indiquant leur désignation, leur fonction ainsi que leur quantité.

Deuxième étape :

Evaluer le niveau d'efficacité et de fiabilité des équipements IPS en s'assurant qu'ils répondent aux exigences des 5 principes (PI à P5) évoqué précédemment. Pour chaque principe, on donne la note 1 si l'exigence est remplie et la note 0 si elle n'est pas remplie. Indiquer le temps de réponse, si l'équipement est concerné par cette performance.

Troisième étape :

Evaluer le comportement de l'équipement IPS vis à vis des défauts. Pour chaque défaut (inviolabilité, mode dégradé, blocage, compatibilité) évoqué précédemment, on met la note 1 s'il n'y a pas de défaut possible et la note 0 si le défaut ne peut exister.

Quatrième étape :

Définir si les actions d'ordre organisationnel, nécessaires au bon fonctionnement de l'équipement IPS, sont mises en place. Ceci consiste à vérifier la mise en œuvre d'actions planifiées et systématiques, fondées sur des procédures écrites, mises à jour et donnant lieu à l'établissement de documents archivés. Pour chaque action organisationnelle (procédure de mise en œuvre, de maintenance, d'étalonnage) définie précédemment, on donne la note 1 si elle est mise en place et appliquée et la note 0 dans le cas contraire.

Cinquième étape :

Donner la note finale de l'équipement et statuer sur son niveau de confiance. Le principe de notation finale est en cours de validation. Nous testons cette méthode d'évaluation sur plusieurs sites chimiques afin d'avoir un retour d'expérience suffisant vis à vis de cette notation.

8.1.1. Détecteur gaz

Détecteur (gaz) – usuellement considérées comme des EIPS			
Capteur NH3 avec son transmetteur		Polytron 7000 ou similaire	
Fabricant		DRAEGER ou autre	
Généralités			
Danger combattu	Rejet d'ammoniac dans l'atmosphère par suite de rupture accidentelle d'origine humaine ou mécanique.		
Barrière active	Par présence d'ammoniac au seuil prédéfini l'ensemble de détection arrête l'installation et isole la partie distribution de la partie SDM.		
Barrière de prévention	Au signal détecté, l'installation est arrêtée pour limiter la durée et par conséquent la quantité du rejet dans la SDM, ou dans la salle de PROCESS, puis à l'extérieur.		
Description de l'équipement			
Désignation	Ensemble de détection NH3.		
Fonction	Arrêt total de l'installation en cas de détection au-delà du seuil de 500ppm.		
Temps de réponse avec arrêt système	Ce temps est inférieur à 15 secondes après présence 500ppm NH3 sur sonde.		
Caractéristique de conception / Niveau d'efficacité et de fiabilité			
<i>Exigence remplie note = 1 ; non remplie note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			Niveau
Principe de concept éprouvé	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pas de taux de défaillance connu à ce jour. ✓ Dispositif certifié conformément aux normes EN 50021 "matériel à énergie limitée de petite dimension pour gaz pouvant être monté dans une zone dangereuse. ✓ Voir la fiche produit du constructeur. 	P1	1
Principe de sécurité positive	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de détection NH3 une information est donnée à l'unité de traitement. ✓ En cas de manque de tension une information est donnée à l'unité de traitement pour action sur les éléments terminaux (arrêt SDM, extraction NH3, fermeture vanne de barrage). 	P2	1
Principe de tolérance à la défaillance	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pour chaque zone un ensemble de détection est mis en redondance par rapport à un autre ensemble de détection. ✓ Si un des éléments le constituant est défectueux il y a action sur les organes terminaux. (Arrêt SDM, extraction NH3, fermeture vanne de barrage). 	P3	1
Principe de résistance aux contraintes spécifiques	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ces ensembles de détection ont été spécialement étudiés pour détecter de l'ammoniac dans l'air. ✓ Ces ensembles ont subi des essais de validation (voir certificat). ✓ Ces ensembles sont conformes à la Norme Européenne pré citée. 	P4	1
Principe de testabilité	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ces ensembles peuvent être testé facilement. ✓ Ces ensembles peuvent être testés en marche avec gaz étalon ✓ Des procédures de test de ces ensembles seront mises en œuvre après sa mise en place. (Test installateur en partenariat avec utilisateur, 2 fois par an, et archivage sur 3 ans). ✓ Toute la chaîne de sécurité complète sera également testée dans les mêmes conditions. 	P5	1

Comportement sur défaut de l'équipement			
<i>Pas de dysfonctionnement note = 1 ; dysfonctionnement note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			Niveau
Mise hors service de la barrière	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La barrière ne peut pas être mise hors service sauf lors des tests en réels, avec une procédure spécifique. ✓ Le boîtier d'accès aux valeurs de réglages est scellé. ✓ Seul du personnel compétent est habilité à intervenir sur ces ensembles. ✓ Les valeurs de réglages ne sont pas accidentellement modifiables par inattention. 	D1	1
Etat bloqué	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La barrière ne peut pas se bloquer sécuritairement. ✓ Toutes les parties électroniques sont inaccessibles car enfermées dans un local de contrôle spécifique. 	D2	1
Efficacité dégradée ou dérive	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En cas de défaillance d'un capteur, la voie se met en défaut après auto-scrutation avec une émission d'alarme sonore et visuelle au niveau de la centrale. 	D3	1
Compatibilité avec le système	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La technologie du système est compatible avec sa fonction à assurer (détection NH3) quel que soit les conditions d'exploitation (poussières, milieu salin, hygrométrie, températures ambiantes de -40°C à +65°C). 	D4	1
Inspection et maintenance spécifique / Organisation entretien			
<i>Procédures existantes note = 1 ; Pas de procédures note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			Niveau
Procédure spécifique opératoire	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La conception de la barrière est de conception simple, fréquemment utilisée dans les circuits frigorifiques sans connaissance particulière du produit. ✓ Des vérifications mensuelles seront effectuées pour garantir la présence physique de l'EIPS. 	AQ1	1
Procédure de maintenance préventive	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La maintenance suivra les recommandations du fabricant quant aux périodicités de contrôle. ✓ Toutes les procédures de maintenance seront archivées pour une durée minimale de 3 ans. 	AQ2	1
Procédure d'étalonnage	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Test / Maintenance : effectué régulièrement (partie électrique peut être faite par utilisateur et partie « cellule » doit être faite par un spécialiste (le plus souvent le fournisseur) ; vérifié semestriellement ; contrat d'entretien avec constructeur. 	AQ3	1
Niveau SIL⁶ (Safety Integrity Level)			
	SIL 2 vérifié, selon constructeur	SIL	2
Niveau de confiance (NC)			
Information complémentaire	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plusieurs détecteurs sont présents dans la salle des machines (par zone de compression et à proximité dans séparateurs de liquide). ✓ Centrale : automate spécifique (le plus souvent) ou automate de l'exploitant ; Si centrale spécifique, est usuellement certifiée (SIL1 ou SIL2) ; 	ACCEPTABLE	
		NC	2

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 15	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe		Indice : v1 – 27/10/2023

Pour plus d'informations, le lecteur se reportera aux fiches BADORIS sur le site internet de l'INERIS :

- Fiche sur les détecteurs électrochimiques et capacitifs : détecteur ammoniac : BADORIS - Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.)
- Détecteur fixe de gaz ammoniac - Version 1.1 – janvier 2008 : Fiche sur les détecteurs de gaz inflammables : Détecteur de gaz inflammable – 2004.

⁽⁶⁾ Le SIL (Safety Integrity Level) traduit la fiabilité de la MMR. Il est déterminé dans le cadre de certifications de matériel.

 L'évaluation de la maîtrise des détecteurs de gaz a fait l'objet d'une fiche d'inspection spécifique (voir Annexe 11) dans le cadre d'une action nationale lancée par le MEDDE en 2014. Le lecteur pourra se reporter à cette fiche et à son guide pédagogique [x] afin d'avoir un complément d'informations pour la maîtrise des détecteurs de gaz, en particulier les aspects « dimensionnement » et « temps de réponse ».