

Atlantic Refrigeration Consulting

# Annexe 7

Evaluation d'éléments des mesures de maîtrise des risques :  
Tableau de synthèse des évaluations

Frédéric LE BRONNEC  
31/08/2023

## Table des matières

---

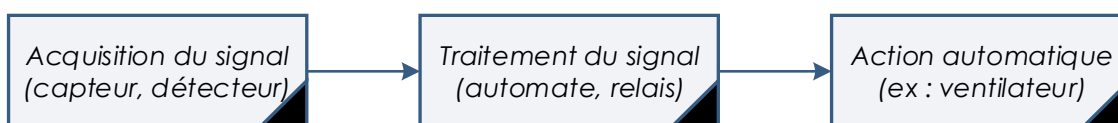
<b>1. Généralités .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Dispositifs de sécurité (Passifs ou Actifs).....</b>	<b>3</b>
<b>3. Evaluation des dispositifs assurant la sécurité .....</b>	<b>5</b>
3.1. Grille d'évaluation .....	5
3.1.1. Pressostat de sécurité haute pression .....	6
3.1.2. Ventilateur (réduction des effets) .....	8
3.1.3. Niveau de sécurité haut.....	10
3.1.4. Soupapes (gaz) .....	12
3.1.5. Détecteur gaz.....	14
3.1.6. Coupure du système de réfrigération .....	16
3.1.7. Alarme et action humaine.....	17

Cette annexe présente les tableaux de synthèse d'évaluation d'éléments de mesures de maîtrise des risques. Les MMR seront évaluées dans l'étude de dangers en considérant les performances des différents éléments. Ainsi une MMR pourra comprendre trois parties : détection, traitement, action. Chaque élément doit être évalué pour déterminer les performances de la mesure de maîtrise des risques.

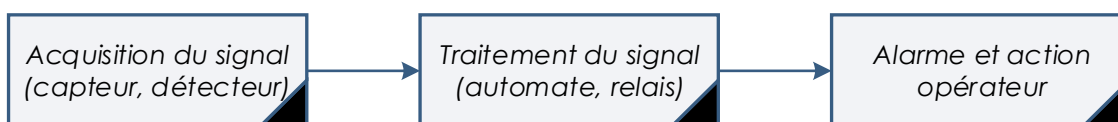
## 1. Généralités

**Barrière technique de sécurité (BTS) :** ensemble d'éléments techniques nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. On les appelle aussi des Mesures de Maîtrise des Risques (MMR).

**Barrière Instrumentée de sécurité (BIS) :** chaîne de traitement comprenant une prise d'information (capteur, détecteur...), un système de traitement (automate, calculateur, relais...) et une action (actionneur avec ou sans intervention d'un opérateur) et des moyens de communication (analogiques, numériques, Tout Ou Rien) pour réaliser une fonction de sécurité.



**Barrières à action manuelle de sécurité (BAMS) :** barrières qui font intervenir des éléments techniques et humains.



Les tableaux d'évaluation des différents éléments s'appuient sur les exigences précisées dans l'annexe précédente.

Il est rappelé qu'une mesure de maîtrise est une notion réglementaire définie comme un ensemble d'éléments techniques et/ou organisationnels nécessaires et suffisants pour assurer une fonction de sécurité. La notion d'EIPS a été remplacée par la notion de mesure de maîtrise des risques.

Dans les tableaux suivants, le NC (Niveau de Confiance) est lié à la PFD (Probabilité de Défaillance) de l'élément étudié selon la règle suivante :  $PFD = 10^{-NC}$ . Les principes de l'évaluation des performances des MMR sont explicités dans les rapports INERIS Oméga 10 et Oméga 20 pour respectivement les barrières techniques de sécurité et les barrières humaines de sécurité.

Parfois le terme SIL (Safety Integrity Level) est utilisé. Il traduit également la fiabilité de la MMR. Mais il est déterminé dans le cadre d'un processus de certification.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 7	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
EDD VANDEMOORTELE Reims (51)		Réf. : A7EDD_v04

## 2. 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 câblés 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 détecter un dysfonctionnement de la chaîne de sécurité qui doit toujours rester sous tension.

De même qu'une vanne dite de sécurité doit être câblée de la même façon pour être toujours opérationnelle. Exemple une vanne électropneumatique pourrait se fermer par manque de tension sur la bobine de l'électrovanne du circuit d'air alimentant cette même vanne.

Il est recommandé qu'une chaîne de sécurité des EIPS ne passe pas par un API, mais doit être connectée 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		
<b>Murs coupe-feu</b>	X			Sans objet	1	3
<b>Fermeture automatique des portes</b>	X			Sans objet	1	2
<b>Cuvette de rétention dans locaux</b>	X			Sans objet	1	3
<b>Cheminée d'extraction air ammoniaqué</b>	X			Sans objet	1	3
<b>Disposition du matériel à l'intérieur de locaux</b>	X			Sans objet	1	3
<b>Calcul des circuits selon normes en vigueur</b>	X			Sans objet	1	3
<b>Ventilateur d'extraction d'air ammoniaqué dans cheminée</b>		X		Sans objet	30	2
<b>Pressostat de sécurité type double soufflet</b>		X		Sans objet	1	2
<b>Soupape de sécurité</b>		X		Sans objet	1	2
<b>Vannes de décharge en décompression</b>		X		Sans objet	1	1
<b>Clapet anti-retour</b>		X		Sans objet	1	2
<b>Bouton arrêt d'urgence</b>		X		Sans objet	1	2
<b>Niveau électrique de sécurité</b>		X		Sans objet	1	1
<b>Détecteur incendie avec capteurs</b>		X	Oui		30	2
<b>Détecteur NH3</b>		X		Sans objet	15	2
<b>Capteur NH3</b>		X		Sans objet	1	2
<b>Détecteur NH3 + capteurs</b>		X	Oui		16	2
<b>Ventilateur d'extraction d'air ammoniaqué dans cheminée secourue</b>		X	Oui		30	2
<b>Vanne motorisée électropneumatique à sécurité positive</b>		X	Oui		1	2

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 7	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
EDD VANDEMOORTELE Reims (51)		Réf. : A7EDD_v04

## 3. 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).

### 3.1. 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 (P1 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 le défaut est 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.

### 3.1.1. Pressostat de sécurité haute pression

<b>Pressostat – usuellement considéré comme EIPS</b>			
<b>Pressostat de sécurité HP modèle :</b>		KP7ABS ou similaire	
<b>Fabricant</b>		Danfoss ou autre	
<b>Généralités</b>			
<b>Danger combattu</b>	Rejet d'ammoniac dans l'atmosphère par suite de rupture de matériel consécutif à une montée en pression du circuit de refoulement du compresseur frigorifique.		
<b>Barrière active</b>	Par manque de tension le pressostat déclenche		
<b>Barrière de prévention</b>	Par action le compresseur est immédiatement arrêté pour faire descendre la pression.		
<b>Description de l'équipement</b>			
<b>Désignation</b>	Pressostat de sécurité haute pression (HP)		
<b>Fonction</b>	Arrêt total de l'installation en cas de montée au-delà de la pression de 16 bars.		
<b>Temps de réponse avec arrêt système</b>	Ce temps est inférieur à une seconde y compris détection et action souhaitée		
<b>Caractéristique de conception / Niveau d'efficacité et de fiabilité</b>			
<i>Exigence remplie note = 1 ; non remplie note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Principe de concept éprouvé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas de taux de défaillance connu à ce jour.</li> <li>✓ Dispositif certifié conformément aux normes EN 60947-4-1, EN 60947-5-1, Low Voltage Directives 73/23/EC, PED 97/23/EC.</li> <li>✓ Voir la fiche de fonctionnement du constructeur.</li> </ul>	<b>P1</b>	<b>1</b>
<b>Principe de sécurité positive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas de surpression sur un ou deux soufflets le pressostat déclenche (le réarmement est manuel).</li> <li>✓ En cas de différence de pression entre les 2 soufflets le pressostat déclenche.</li> <li>✓ En cas de manque de tension le pressostat déclenche.</li> </ul>	<b>P2</b>	<b>1</b>
<b>Principe de tolérance à la défaillance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce pressostat est mis en redondance par rapport à un autre pressostat HP de conception différente mais assurant la fonction de sécurité HP en priorité par rapport à celui-ci.</li> <li>✓ Si un des éléments le constituant est défectueux le pressostat déclenche.</li> </ul>	<b>P3</b>	<b>1</b>
<b>Principe de résistance aux contraintes spécifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce pressostat a spécialement été étudié pour protéger les circuits HP des compresseurs frigorifiques.</li> <li>✓ Ce pressostat a subi des essais de validation (voir certificat).</li> <li>✓ Ce pressostat est conforme aux Normes Européennes pré citées.</li> </ul>	<b>P4</b>	<b>1</b>
<b>Principe de testabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce pressostat peut être testé en ligne à l'N2 avec manomètre étalon.</li> <li>✓ Des procédures de test du pressostat seront mises en œuvre après sa mise en place. (Test installateur en partenariat avec utilisateur, 2 fois par an si un seul pressostat et 1 fois par an dans le cas d'une centrale avec plusieurs pressostats (ex. x compresseur + un pressostat général, et archivage sur 3 ans).</li> <li>✓ Toute la chaîne de sécurité complète sera également testée dans les mêmes conditions.</li> </ul>	<b>P5</b>	<b>1</b>

<b>Comportement sur défaut de l'équipement</b>			
<i>Pas de dysfonctionnement note = 1 ; dysfonctionnement note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Mise hors service de la barrière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas être mise hors service sauf lors des tests en réels, avec une procédure spécifique.</li> <li>✓ Le boîtier d'accès aux valeurs de réglages est scellé.</li> <li>✓ Seul du personnel compétent est habilité à intervenir sur le pressostat.</li> <li>✓ Les valeurs de réglages ne sont pas accidentellement modifiables par inattention.</li> </ul>	<b>D1</b>	<b>1</b>
<b>Etat bloqué</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas se bloquer sécuritairement.</li> <li>✓ En cas de défaillance de l'un des soufflets le pressostat déclenche en sécurité.</li> <li>✓ En cas de disconnection de l'un des 2 capillaires de prise de pression le pressostat déclenche en sécurité.</li> <li>✓ Toutes les parties mécaniques sont inaccessibles car enfermées dans le boîtier scellé.</li> </ul>	<b>D2</b>	<b>1</b>
<b>Efficacité dégradée ou dérive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas de défaillance de l'un des soufflets le pressostat déclenche en sécurité.</li> <li>✓ En cas de disconnection de l'un des 2 capillaires de prise de pression le pressostat déclenche en sécurité.</li> </ul>	<b>D3</b>	<b>1</b>
<b>Compatibilité avec le système</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La technologie du système est compatible avec le fonctionnement du compresseur à protéger quel que soit les conditions d'exploitation (poussières, milieu salin, ammoniac, hygrométrie, températures ambiantes de -10°C à +60°C).</li> </ul>	<b>D4</b>	<b>1</b>
<b>Inspection et maintenance spécifique / Organisation entretien</b>			
<i>Procédures existantes note = 1 ; Pas de procédures note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Procédure spécifique opératoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La conception de la barrière est de conception simple, fréquemment utilisée dans les circuits frigorifiques sans connaissance particulière du produit.</li> <li>✓ Des vérifications mensuelles seront effectuées pour garantir la présence physique de l'EIPS.</li> </ul>	<b>AQ1</b>	<b>1</b>
<b>Procédure de maintenance préventive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La maintenance suivra les recommandations du fabricant quant aux périodicités de contrôle.</li> <li>✓ Toutes les procédures de maintenance seront archivées pour une durée minimale de 3 ans.</li> </ul>	<b>AQ2</b>	<b>1</b>
<b>Procédure d'étalonnage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'étalonnage se fera au minimum 2 fois par an selon des procédures de l'installateur avec utilisation de manomètre étalon.</li> </ul>	<b>AQ3</b>	<b>1</b>
<b>Niveau SIL (Safety Integrity Level)</b>			
	Non communiqué par le constructeur	<b>SIL</b>	<b>NA</b>
<b>Niveau de confiance (NC)</b>			
<b>Information complémentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En plus du pressostat général (EIPS), il y a un pressostat de sécurité par compresseur dont la valeur de réglage est sensiblement inférieure à la valeur du pressostat EIPS.</li> <li>✓ Il y a encore avant les pressostats, un transmetteur de pression analogique qui met le compresseur en limitation quand la préalarme est atteinte.</li> </ul>	<b>ACCEPTABLE</b>	
		<b>NC</b>	<b>2</b>



### 3.1.2. Ventilateur (réduction des effets)

<b>Ventilateur (réduction des effets) – usuellement considérées comme des EIPS</b>			
<b>Extracteur NH3 de la salle des machines (SDM)</b>		Ventilateur ATEX	
<b>Fabricant</b>		AREM ou autre	
<b>Généralités</b>			
<b>Danger combattu</b>	Rejet d'ammoniac dans l'atmosphère par suite de rupture accidentelle d'origine humaine ou mécanique.		
<b>Barrière active</b>	Après détection ou action sur BAU l'extraction mécanique se met en service.		
<b>Barrière de prévention</b>	Après détection ou action sur BAU l'extraction mécanique se met en service pour éviter l'accumulation d'ammoniac dans la SDM.		
<b>Description de l'équipement</b>			
<b>Désignation</b>	Ventilateur d'extraction à flux vertical direct.		
<b>Fonction</b>	Extraction NH3.		
<b>Temps de réponse avec arrêt système</b>	Ce temps est inférieur à une seconde après commande de l'extraction.		
<b>Caractéristique de conception / Niveau d'efficacité et de fiabilité</b>			
<i>Exigence remplie note = 1 ; non remplie note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Principe de concept éprouvé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas de taux de défaillance connu à ce jour.</li> <li>✓ Dispositif certifié conformément aux normes standard ATEX.</li> </ul>	<b>P1</b>	<b>1</b>
<b>Principe de sécurité positive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nécessité d'une source d'énergie pour fonctionner.</li> </ul>	<b>P2</b>	<b>0</b>
<b>Principe de tolérance à la défaillance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'extracteur n'est pas tolérant à la première défaillance puisqu'un dysfonctionnement peut conduire à la perte de la fonction d'extraction.</li> <li>✓ Cependant la présence de la cheminée d'extraction qui sera mise en place avec une entrée d'air neuf par grille équipée avec vanelles dynamiques permettra l'extraction de manière naturelle de la SDM. Cette extraction sera efficace en début de fuite importante. Les derniers ppm d'NH3 seront longs à évacuer mais on sera en dehors des zones d'explosivité normale de l'NH3.</li> </ul>	<b>P3</b>	<b>1</b>
<b>Principe de résistance aux contraintes spécifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce ventilateur a été étudié pour véhiculer des fluides explosifs.</li> <li>✓ Ce ventilateur a subi des essais de validation (voir certificat).</li> <li>✓ Ce ventilateur est conforme aux Normes Européennes pré citées.</li> </ul>	<b>P4</b>	<b>1</b>
<b>Principe de testabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce ventilateur peut être testé facilement.</li> <li>✓ Des procédures de test du ventilateur seront mises en œuvre après sa mise en place. (Test installateur en partenariat avec utilisateur, 2 fois par an, et archivage sur 3 ans).</li> <li>✓ Toute la chaîne de sécurité complète sera également testée dans les mêmes conditions avec vérification du conduit d'évacuation et fonctionnement libre des vanelles.</li> </ul>	<b>P5</b>	<b>1</b>

<b>Comportement sur défaut de l'équipement</b>			
<i>Pas de dysfonctionnement note = 1 ; dysfonctionnement note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Mise hors service de la barrière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas être mise hors service sauf lors des tests en réels, avec une procédure spécifique.</li> <li>✓ Le coffret électrique d'accès aux commandes est fermé à clef.</li> <li>✓ Seul du personnel compétent est habilité à intervenir sur l'ensemble ventilation.</li> </ul>	<b>D1</b>	<b>1</b>
<b>Etat bloqué</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière peut se bloquer sécuritairement.</li> <li>✓ Cependant une procédure permet de vérifier régulièrement le fonctionnement du ventilateur par une simple mise en marche forcée manuelle.</li> </ul>	<b>D2</b>	<b>1</b>
<b>Efficacité dégradée ou dérive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas de défaillance du ventilateur la fonction de sécurité est assurée par tirage naturel réduit de l'ammoniac.</li> </ul>	<b>D3</b>	<b>0</b>
<b>Compatibilité avec le système</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Une procédure permet de vérifier régulièrement le fonctionnement du ventilateur par une simple mise en marche forcée manuelle.</li> </ul>	<b>D4</b>	<b>1</b>
<b>Inspection et maintenance spécifique / Organisation entretien</b>			
<i>Procédures existantes note = 1 ; Pas de procédures note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Procédure spécifique opératoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La conception de la barrière est de conception simple, fréquemment utilisée dans les circuits frigorifiques sans connaissance particulière du produit.</li> <li>✓ Des vérifications mensuelles seront effectuées pour garantir la présence physique de l'EIPS.</li> </ul>	<b>AQ1</b>	<b>1</b>
<b>Procédure de maintenance préventive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La maintenance suivra les recommandations du fabricant quant aux périodicités de contrôle.</li> <li>✓ Toutes les procédures de maintenance seront archivées pour une durée minimale de 3 ans.</li> </ul>	<b>AQ2</b>	<b>1</b>
<b>Procédure d'étalonnage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Test / Maintenance : effectué régulièrement ; vérifier trimestriellement selon guide AFF.</li> <li>✓ Le contrôle du débit d'air se fera à la mise en service de l'équipement selon des procédures de l'installateur.</li> </ul>	<b>AQ3</b>	<b>1</b>
<b>Niveau SIL (Safety Integrity Level)</b>			
	Non communiqué par le constructeur	<b>SIL</b>	<b>NA</b>
<b>Niveau de confiance (NC)</b>			
<b>Information complémentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Débit mini : <math>V = 14 \times 10^{-3} \times m^{2/3}</math>, où V est le débit d'air en m<sup>3</sup>/s ; m est la masse de la charge de fluide frigorigène, en kg ;</li> <li>✓ Débit maxi : 15 renouvellements/h d'air ;</li> <li>✓ Etanchéité : « l'étanchéité » est assurée par des portes coupe-feu et le scellement des passages de tuyauteries et gaines ; ceci permet de limiter les fuites par les orifices au niveau du sol ou vers des locaux habités en cas de fuite ; il ne s'agit pas d'une étanchéité « totale » (plus une préoccupation de non-propagation d'un incendie) ;</li> </ul>	<b>ACCEPTABLE</b>	
		<b>NC</b>	<b>2</b>

### 3.1.3. Niveau de sécurité haut

<b>Niveau haut de sécurité – usuellement considéré comme EIPS</b>			
<b>Niveau haut sur bouteille séparatrice de liquide</b>		LL	
<b>Fabricant</b>		Parker	
<b>Généralités</b>			
<b>Danger combattu</b>	Rejet d'ammoniac dans l'atmosphère par suite de rupture de matériel consécutif à une arrivée intempestive d'ammoniac liquide à l'aspiration du compresseur.		
<b>Barrière active</b>	Par manque de tension le pressostat déclenche		
<b>Barrière de prévention</b>	Par action le compresseur est immédiatement arrêté pour éviter l'aspiration de l'ammoniac liquide.		
<b>Description de l'équipement</b>			
<b>Désignation</b>	Niveau Haut de sécurité.		
<b>Fonction</b>	Arrêt total de l'installation en cas de dépassement de niveau d'ammoniac.		
<b>Temps de réponse avec arrêt système</b>	Ce temps est de l'ordre de 10 secondes compris détection et action souhaitée.		
<b>Caractéristique de conception / Niveau d'efficacité et de fiabilité</b>			
<i>Exigence remplie note = 1 ; non remplie note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Principe de concept éprouvé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas de taux de défaillance connu à ce jour.</li> <li>✓ Appareils de sécurité réglementaires classés « Catégorie IV » et conforme à la Directive Européenne 97/23/CE.</li> <li>✓ Voir la fiche de fonctionnement du constructeur</li> </ul>	<b>P1</b>	<b>1</b>
<b>Principe de sécurité positive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas d'atteinte du niveau prédéfini le contact déclenche.</li> <li>✓ En cas de manque de tension le contact déclenche.</li> <li>✓ En cas de surtension le contact déclenche.</li> </ul>	<b>P2</b>	<b>1</b>
<b>Principe de tolérance à la défaillance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce niveau agit seul sur l'installation en tant que système instrumenté de sécurité S.I.S.</li> <li>✓ Si un des éléments le constituant est défectueux le niveau déclenche.</li> </ul>	<b>P3</b>	<b>0</b>
<b>Principe de résistance aux contraintes spécifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce contrôleur de niveau a été spécialement étudié pour les fluides corrosifs.</li> <li>✓ Ce pressostat a subi des essais de validation (voir certificat.</li> <li>✓ Ce pressostat est conforme aux Normes Européennes pré citées.</li> </ul>	<b>P4</b>	<b>1</b>
<b>Principe de testabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ce contrôleur de niveau NE PEUT PAS être testé facilement.</li> <li>✓ Ce contrôleur de niveau ne peut être testé qu'en situation réelle.</li> <li>✓ Des procédures de test du contrôleur de niveau seront mises en œuvre après sa mise en place. (Test installateur en partenariat avec utilisateur, 2 fois par an, et archivage sur 3 ans).</li> <li>✓ Toute la chaîne de sécurité complète sera également testée dans les mêmes conditions.</li> </ul>	<b>P5</b>	<b>0</b>

<b>Comportement sur défaut de l'équipement</b>			
<i>Pas de dysfonctionnement note = 1 ; dysfonctionnement note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Mise hors service de la barrière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas être mise hors service sauf lors des tests en réels, avec une procédure spécifique.</li> <li>✓ Le boîtier d'accès aux valeurs de réglages est scellé.</li> <li>✓ Seul du personnel compétent est habilité à intervenir sur le contrôleur de niveau.</li> <li>✓ Les valeurs de réglages ne sont pas accidentellement modifiables par inattention.</li> </ul>	<b>D1</b>	<b>1</b>
<b>Etat bloqué</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas se bloquer sécuritairement.</li> <li>✓ Toutes les parties mécaniques sont inaccessibles car enfermées dans le boîtier scellé.</li> </ul>	<b>D2</b>	<b>1</b>
<b>Efficacité dégradée ou dérive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas de défaillance d'un capteur, la voie se met en défaut après auto-scrutation.</li> </ul>	<b>D3</b>	<b>1</b>
<b>Compatibilité avec le système</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La technologie du système est compatible avec le fonctionnement du compresseur à protéger quel que soit les conditions d'exploitation (poussières, milieu salin, ammoniac, hygrométrie, températures ambiantes de -40°C à +60°C).</li> </ul>	<b>D4</b>	<b>1</b>
<b>Inspection et maintenance spécifique / Organisation entretien</b>			
<i>Procédures existantes note = 1 ; Pas de procédures note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Procédure spécifique opératoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La conception de la barrière est de conception simple, fréquemment utilisée dans les circuits frigorifiques sans connaissance particulière du produit.</li> <li>✓ Des vérifications mensuelles seront effectuées pour garantir la présence physique de l'EIPS.</li> </ul>	<b>AQ1</b>	<b>1</b>
<b>Procédure de maintenance préventive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La maintenance suivra les recommandations du fabricant quant aux périodicités de contrôle.</li> <li>✓ Toutes les procédures de maintenance seront archivées pour une durée minimale de 3 ans.</li> </ul>	<b>AQ2</b>	<b>1</b>
<b>Procédure d'étalonnage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ L'étalonnage se fera au minimum 2 fois par an selon des procédures de l'installateur dans le cas de capteur analogique (ici le LL est un actionneur TOR).</li> </ul>	<b>AQ3</b>	<b>1</b>
<b>Niveau SIL (Safety Integrity Level)</b>			
	Non communiqué par le constructeur	<b>SIL</b>	<b>NA</b>
<b>Niveau de confiance (NC)</b>			
<b>Information complémentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En plus du pressostat général (EIPS), il y a un pressostat de sécurité par compresseur dont la valeur de réglage est sensiblement inférieure à la valeur du pressostat EIPS.</li> <li>✓ Il y a encore avant les pressostats, un transmetteur de pression analogique qui met le compresseur en limitation quand la préalarme est atteinte.</li> </ul>	<b>ACCEPTABLE</b>	
		<b>NC</b>	<b>1</b>

### 3.1.4. Soupapes (gaz)

<b>Soupapes (gaz) – usuellement considérées comme des EIPS</b>			
<b>Soupapes de sécurité</b>		SVA ou CDV ou similaire	
<b>Fabricant</b>		Danfoss, CAEN ou autre	
<b>Généralités</b>			
<b>Danger combattu</b>	Eclatement par surpression des équipements sous pression.		
<b>Barrière active</b>	A la pression tarée, la soupape s'ouvre et permet l'évacuation vers l'extérieur.		
<b>Barrière de prévention</b>	En s'ouvrant la soupape crée une dépression (détente), et la pression diminue ainsi.		
<b>Description de l'équipement</b>			
<b>Désignation</b>	Soupapes de sécurité.		
<b>Fonction</b>	A la pression tarée, la soupape s'ouvre et permet l'évacuation vers l'extérieur.		
<b>Temps de réponse avec arrêt système</b>	L'ouverture se fait à la pression tarée (+/- 5%), avec un temps de réponse immédiat et compatible avec la cinétique.		
<b>Caractéristique de conception / Niveau d'efficacité et de fiabilité</b>			
<i>Exigence remplie note = 1 ; non remplie note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Principe de concept éprouvé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas de taux de défaillance connu à ce jour.</li> <li>✓ Dispositif certifié conformément aux normes EN 378, EN 13136 et à la directive 97/23/CE, et de niveau de sécurité catégorie IV.</li> <li>✓ Voir la fiche produit du constructeur.</li> </ul>	<b>P1</b>	<b>1</b>
<b>Principe de sécurité positive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas de concept de sécurité positive sur les soupapes.</li> </ul>	<b>P2</b>	<b>NA</b>
<b>Principe de tolérance à la défaillance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pour chaque zone une soupape est mise en redondance sur le même équipement mais aussi par rapport à un autre ensemble.</li> </ul>	<b>P3</b>	<b>1</b>
<b>Principe de résistance aux contraintes spécifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ces ensembles ont subi des essais de validation (voir certificat).</li> <li>✓ Ces ensembles sont conformes à la Norme Européenne pré citée.</li> </ul>	<b>P4</b>	<b>1</b>
<b>Principe de testabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ces ensembles peuvent être testé facilement (montage sur robinet inverseur).</li> <li>✓ Ces ensembles peuvent être testés en marche avec gaz étalon</li> </ul>	<b>P5</b>	<b>1</b>
<b>Comportement sur défaut de l'équipement</b>			
<i>Pas de dysfonctionnement note = 1 ; dysfonctionnement note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Mise hors service de la barrière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas être mise hors service sauf lors des tests en réels, avec une procédure spécifique.</li> <li>✓ Seul du personnel compétent est habilité à intervenir sur ces ensembles.</li> <li>✓ Les valeurs de réglages ne sont pas accidentellement modifiables par inattention.</li> </ul>	<b>D1</b>	<b>1</b>
<b>Etat bloqué</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas se bloquer sécuritairement.</li> </ul>	<b>D2</b>	<b>1</b>

<b>Efficacité dégradée ou dérive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas de défaillance d'une soupape, une autre soupape peut s'ouvrir (montage de deux soupapes sur robinet inverseur)</li> <li>✓ Un circuit se compose en général de plusieurs groupes de soupapes.</li> </ul>	<b>D3</b>	<b>1</b>
<b>Compatibilité avec le système</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La technologie du système est compatible avec sa fonction à assurer (réjection NH3) quel que soit les conditions d'exploitation (Extérieure ou intérieure).</li> </ul>	<b>D4</b>	<b>1</b>
<b>Inspection et maintenance spécifique / Organisation entretien</b>			
<i>Procédures existantes note = 1 ; Pas de procédures note = 0 ; critère non applicable = NA</i>		<b>Niveau</b>	
<b>Procédure spécifique opératoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La conception de la barrière est de conception simple, fréquemment utilisée dans les circuits frigorifiques et calculé suivant des normes bien précise (EN 378 et EN 13136).</li> </ul>	<b>AQ1</b>	<b>1</b>
<b>Procédure de maintenance préventive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La maintenance suivra les recommandations du fabricant quant aux périodicités de contrôle.</li> <li>✓ Toutes les procédures de maintenance seront archivées pour une durée minimale de 10 ans.</li> </ul>	<b>AQ2</b>	<b>1</b>
<b>Procédure d'étalonnage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Test / Maintenance : effectué régulièrement ; vérifié tous les 5 ans ; contrat d'entretien avec l'installateur</li> </ul>	<b>AQ3</b>	<b>1</b>
<b>Niveau SIL<sup>6</sup> (Safety Integrity Level)</b>			
	Elément non communiqué par le fournisseur	<b>SIL</b>	<b>NA</b>
<b>Niveau de confiance<sup>5</sup> (NC)</b>			
<b>Information complémentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Les soupapes répondent à une réglementation précise, il est aussi très important de souligner que le collecteur soupapes est aussi réglementé (suivant la EN 13136), et calculé suivant de pertes de charges réglementaires pour garantir le bon fonctionnement des soupapes.</li> <li>✓ Le collecteur soupapes sera relié à une détection NH3 pour avertir d'un déclenchement ou d'une fuite.</li> </ul>	<b>ACCEPTABLE</b>	
		<b>NC</b>	<b>2</b>

Pour plus d'informations sur les soupapes, le lecteur pourra se reporter à la fiche Badoris : soupapes : BADORIS - Document de synthèse relatif à une Barrière Technique de Sécurité (B.T.S.) - Soupape de sécurité - Version 2.1 – novembre 2007. Lien :

[http://www.ineris.fr/badoris/Pdf/GIL/GIL\\_soupape\\_securite\\_V2\\_1.pdf](http://www.ineris.fr/badoris/Pdf/GIL/GIL_soupape_securite_V2_1.pdf)

(<sup>5</sup>) Le NC de deux soupapes redondantes dépend notamment de la solution de montage et de l'efficacité de chaque soupape (débit, tarage). On s'assurera qu'un NC2 peut être retenu.

### 3.1.5. Détecteur gaz

<b>Détecteur (gaz) – usuellement considérées comme des EIPS</b>			
<b>Capteur NH3 avec son transmetteur</b>		EC28-EC22	
<b>Fabricant</b>		GFG GasDetection Technologies	
<b>Généralités</b>			
<b>Danger combattu</b>	Rejet d'ammoniac dans l'atmosphère par suite de rupture accidentelle d'origine humaine ou mécanique.		
<b>Barrière active</b>	Par présence d'ammoniac au seuil prédéfini l'ensemble de détection arrête l'installation et isole la partie distribution de la partie SDM.		
<b>Barrière de prévention</b>	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.		
<b>Description de l'équipement</b>			
<b>Désignation</b>	Ensemble de détection NH3.		
<b>Fonction</b>	Arrêt total de l'installation en cas de détection au-delà du seuil de 600ppm.		
<b>Temps de réponse avec arrêt système</b>	Ce temps est inférieur à 15 secondes après présence 600ppm NH3 sur sonde.		
<b>Caractéristique de conception / Niveau d'efficacité et de fiabilité</b>			
<i>Exigence remplie note = 1 ; non remplie note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Principe de concept éprouvé</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pas de taux de défaillance connu à ce jour.</li> <li>✓ Dispositif certifié conformément aux normes EN 50021 "matériel à énergie limitée de petite dimension pour gaz pouvant être monté dans une zone dangereuse.</li> <li>✓ Voir la fiche produit du constructeur.</li> </ul>	<b>P1</b>	<b>1</b>
<b>Principe de sécurité positive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ En cas de détection NH3 une information est donnée à l'unité de traitement.</li> <li>✓ 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).</li> </ul>	<b>P2</b>	<b>1</b>
<b>Principe de tolérance à la défaillance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Pour chaque zone un ensemble de détection est mis en redondance par rapport à un autre ensemble de détection.</li> <li>✓ Si un des éléments le constituant est défectueux il y a action sur les organes terminaux. (Arrêt SDM, extraction NH3, fermeture vanne de barrage).</li> </ul>	<b>P3</b>	<b>1</b>
<b>Principe de résistance aux contraintes spécifiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ces ensembles de détection ont été spécialement étudiés pour détecter de l'ammoniac dans l'air.</li> <li>✓ Ces ensembles ont subi des essais de validation (voir certificat).</li> <li>✓ Ces ensembles sont conformes à la Norme Européenne pré citée.</li> </ul>	<b>P4</b>	<b>1</b>
<b>Principe de testabilité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ces ensembles peuvent être testé facilement.</li> <li>✓ Ces ensembles peuvent être testés en marche avec gaz étalon</li> <li>✓ 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).</li> <li>✓ Toute la chaîne de sécurité complète sera également testée dans les mêmes conditions.</li> </ul>	<b>P5</b>	<b>1</b>


<b>Comportement sur défaut de l'équipement</b>			
<i>Pas de dysfonctionnement note = 1 ; dysfonctionnement note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Mise hors service de la barrière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas être mise hors service sauf lors des tests en réels, avec une procédure spécifique.</li> <li>✓ Le boîtier d'accès aux valeurs de réglages est scellé.</li> <li>✓ Seul du personnel compétent est habilité à intervenir sur ces ensembles.</li> <li>✓ Les valeurs de réglages ne sont pas accidentellement modifiables par inattention.</li> </ul>	<b>D1</b>	<b>1</b>
<b>Etat bloqué</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La barrière ne peut pas se bloquer sécuritairement.</li> <li>✓ Toutes les parties électroniques sont inaccessibles car enfermées dans un local de contrôle spécifique.</li> </ul>	<b>D2</b>	<b>1</b>
<b>Efficacité dégradée ou dérive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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.</li> </ul>	<b>D3</b>	<b>1</b>
<b>Compatibilité avec le système</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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).</li> </ul>	<b>D4</b>	<b>1</b>
<b>Inspection et maintenance spécifique / Organisation entretien</b>			
<i>Procédures existantes note = 1 ; Pas de procédures note = 0 ; critère non applicable = NA</i>			<b>Niveau</b>
<b>Procédure spécifique opératoire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La conception de la barrière est de conception simple, fréquemment utilisée dans les circuits frigorifiques sans connaissance particulière du produit.</li> <li>✓ Des vérifications mensuelles seront effectuées pour garantir la présence physique de l'EIPS.</li> </ul>	<b>AQ1</b>	<b>1</b>
<b>Procédure de maintenance préventive</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ La maintenance suivra les recommandations du fabricant quant aux périodicités de contrôle.</li> <li>✓ Toutes les procédures de maintenance seront archivées pour une durée minimale de 3 ans.</li> </ul>	<b>AQ2</b>	<b>1</b>
<b>Procédure d'étalonnage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 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.</li> </ul>	<b>AQ3</b>	<b>1</b>
<b>Niveau SIL<sup>6</sup> (Safety Integrity Level)</b>			
	SIL 2 vérifié, selon constructeur	<b>SIL</b>	<b>2</b>
<b>Niveau de confiance (NC)</b>			
<b>Information complémentaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Plusieurs détecteurs sont présents dans la salle des machines (par zone de compression et à proximité dans séparateurs de liquide).</li> <li>✓ Centrale : automate spécifique (le plus souvent) ou automate de l'exploitant ; Si centrale spécifique, est usuellement certifiée (SIL1 ou SIL2) ;</li> </ul>	<b>ACCEPTABLE</b>	
		<b>NC</b>	<b>2</b>



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.

<sup>(6)</sup> 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 ».

### 3.1.6. Coupure du système de réfrigération

<b>Coupure du système de réfrigération (coupure des contacteurs)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Indépendance : sans objet</li> <li>✓ Concept éprouvé en sécurité ;</li> <li>✓ Dimensionnement et contraintes spécifiques : s'assurer que le relais est bien dimensionné vis-à-vis du courant pouvant le traverser (intensité, pouvoir de coupure) ;</li> <li>✓ Temps de réponse : quelques dizaines de millisecondes ;</li> <li>✓ Dispositif technique simple ;</li> <li>✓ Sécurité positive : les relais de commande et les contacteurs doivent être ouverts en position de repos ;</li> <li>✓ Test / Maintenance : effectué régulièrement ;</li> </ul>
<p><b>Coupure système de réfrigération : NC1 usuellement ou SIL si certifié</b></p> <p>Relais de commande et contacteurs : s'ils sont certifiés, on retient le SIL ; sinon NC1 par défaut (en cas de tests fréquents, possibilité au cas par cas de passer à NC2, sur justification).</p>

### 3.1.7. Alarme et action humaine

#### Alarme : NC1 par défaut

- ✓ Il faudra s'assurer de l'efficacité des alarmes : position (visibilité de l'alarme visuelle ou audibilité de l'alarme sonore) et niveau sonore.
- ✓ Des tests sont à effectuer régulièrement.

#### Alarme et action humaine sur arrêt d'urgence à l'extérieur de la salle des machines – considéré usuellement comme un EIPS

- ✓ Indépendance de la conduite ;
- ✓ Concept éprouvé en sécurité ;
- ✓ Dimensionnement et contraintes spécifiques :
- ✓ Positionnement : arrêts d'urgence (commandes manuelles) positionnés dans la salle des machines et à l'extérieur du local ;
- ✓ Relais : s'assurer que le relais est bien dimensionné vis-à-vis du courant pouvant le traverser (intensité, pouvoir de coupure) ;
- ✓ Action humaine : le personnel doit savoir quelles actions mener (procédures d'urgence...) et être formé ;
- ✓ Temps de réponse : quelques millisecondes pour le relaiage mais il faut ajouter le temps de réponse du personnel d'intervention qui dépend de sa disponibilité (plusieurs dizaines de minutes en ordre de grandeur) (local à distance ou non) ; requis : maxi 60 minutes pour site de plus de 3 tonnes à vérifier ;
- ✓ Dispositif technique simple : relaiage ;
- ✓ Sécurité positive sur le relaiage ;
- ✓ Test / Maintenance : effectué régulièrement ; vérifier trimestriellement selon guide AFF.

#### Alarme et action humaine : NC1

Un arrêt d'urgence du compresseur se trouve aussi en façade de compresseur.

#### Intervention humaine à l'intérieur de la salle des machines

- ✓ En cas d'intervention dans le local, des EPI doivent être disponibles à proximité ; mais intervention difficile avec mauvaise visibilité du fait de la fuite d'ammoniac et coupure électrique (éclairage de secours uniquement)

#### Intervention humaine : NC0