

VANDEMOORTELE Reims (51)

Etude de dangers – Installation de réfrigération à l'ammoniac

Atlantic Refrigeration Consulting

Frédéric LE BRONNEC
18/01/2024

Table des matières

1. Résumé non technique	2
1.1. Présentation.....	2
1.2. Description des installations de réfrigération	4
1.3. Tableau de synthèse des mesures de prévention.....	5
1.4. Résultat de l'analyse des risques – PhD retenus	7
1.5. Résumé des résultats	8
1.6. Conclusions.....	14

1. Résumé non technique

1.1. Présentation

o **Introduction**

Le présent dossier constitue l'étude de dangers des installations de réfrigération du site de **VANDEMOORTELE** qui sera situé sur la commune de Reims (51) en intégrant les modifications du site.

L'installation est soumise à autorisation :

- Capacité totale en ammoniac est **10 700 kg**.
 - o Système n°1, existant SDM1 = 6 200 kg
 - o **Système n°2, nouvelle SDM2 = 4 500 kg**

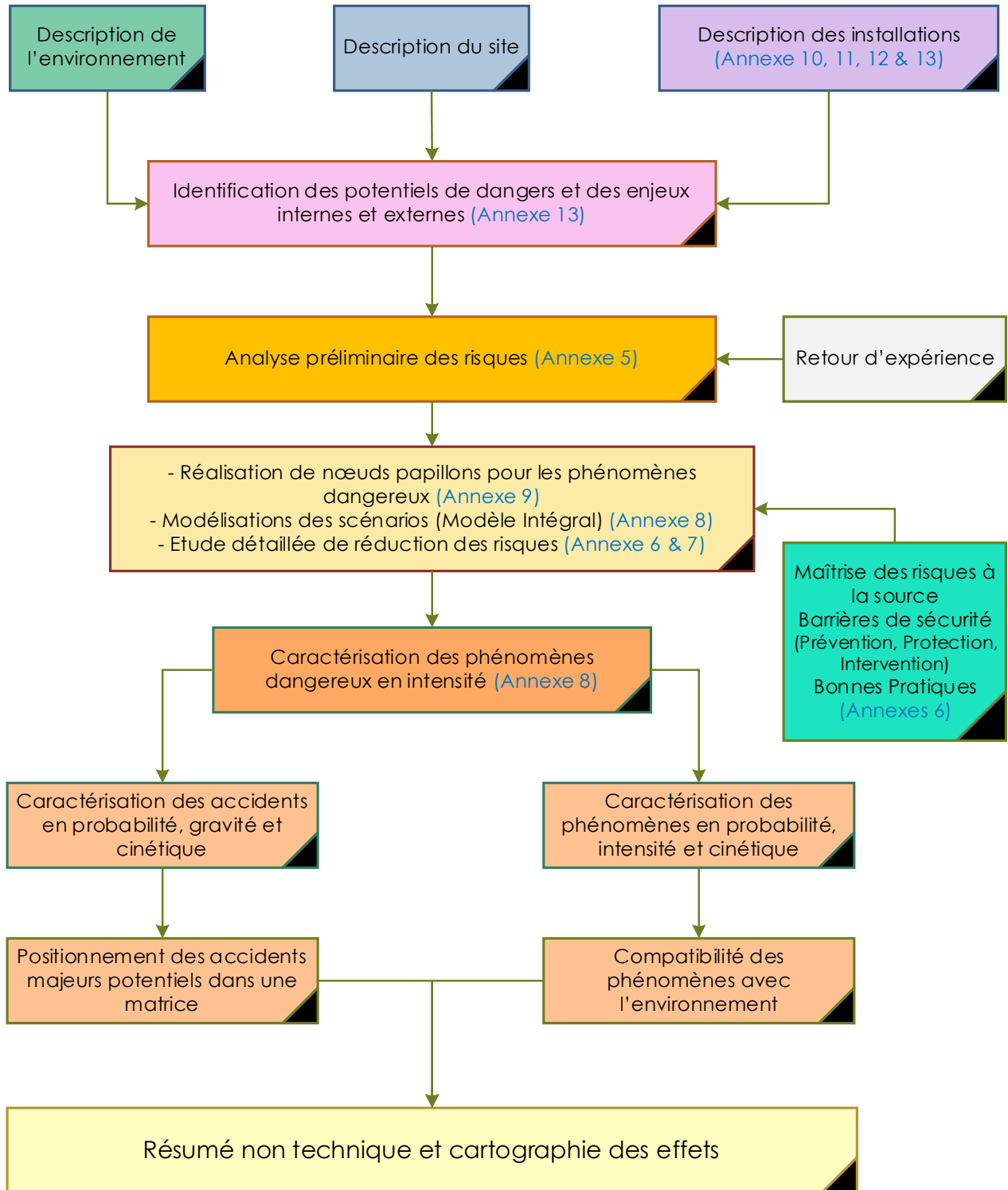
L'étude s'inscrit dans une intégration de dossier ICPE complet :

- o Dossier ICPE (installation de plus de 1 500 kg d'ammoniac) et répondant en conformité à l'arrêté du 16 juillet 1997 et norme EN 378 parties 1, 2, 3 et 4 ;
- **La démarche**

L'étude de dangers est réalisée suivant « le guide de rédaction des études de dangers des installations de réfrigération à l'ammoniac », (DRA71. INERIS 27/02/2015) :

- ☒ **Annexe 1** - Description des installations de réfrigération à l'ammoniac
- ☒ **Annexe 2** - Caractéristiques de l'ammoniac
- ☒ **Annexe 3** - Optimisation de la quantité d'ammoniac
- ☒ **Annexe 4** - Accidentologie - Synthèse et exemples caractéristiques
- ☒ **Annexe 5** - Tableaux d'analyse préliminaire des risques
- ☒ **Annexe 6** - Bonnes pratiques et mesures de sécurité
- ☒ **Annexe 7** - Evaluation d'éléments des MMR
- ☒ **Annexe 8** - Caractérisation de l'intensité – version PHAST 8.22 (Modèle intégral)
- ☒ **Annexe 9** - Arbres d'évènements génériques
- ☒ **Annexe 10** - Répartition de charge d'ammoniac
- ☒ **Annexe 11** - Schéma frigorifique de principe VANDEMOORTELE
- ☒ **Annexe 12** - Principe de ventilation VANDEMOORTELE
- ☒ **Annexe 13** - Répartition des zones à risques liés à l'ammoniac VANDEMOORTELE
- ☒ **Annexe 14** - Etude préalable détection NH3 VANDEMOORTELE

Architecture de la démarche EDD :



1.2. Description des installations de réfrigération

L'installations sera répartie en une production centralisée avec une distribution d'ammoniac directe pour les postes de stockage < 0°C (Répartition sur deux installations).

Le système n°1 contient **6 200 kg d'NH3 dans la situation actuelle.**

Le système n°2 contiendra **4 500 kg d'NH3 dans la situation future.**

Implantation des équipements principaux des circuits :

Zones SDM	INTERIEUR						EXTERIEUR	
	SDM1 Système 1	SDM2 Système 2	Edicule Système 1	Edicule Système 2	Combles SDM1 techniques	Combles SDM2 techniques	Terrasse SDM1	Terrasse SDM2
Condenseur évaporatif							2	
Condenseur adiabatique								2
Condenseur à plaques		1						
Désurchauffeur à plaques	1	1						
Groupe moto-Compresseur MP	1	3						
Groupe moto-Compresseur BP (Eco)	3							
Groupe moto-Compresseur BP		2						
Réservoir de liquide HP								
Séparateur de liquide MP		1						
Séparateur de liquide Economiseur	1							
Echangeur MPG froid positif	1	2						
Séparateur de liquide BP	1	1						
Station de pompe NH3	2	2						
Bouteillon de récupération d'huile	2	1						
Tuyauteries	HP/MP/B P	HP/MP/B P	HP/MP	HP/MP	HP/BP	HP/BP		
Vannes et accessoires	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui		
Armoires électriques	Oui	Oui						

☒ L'**annexe 10** – Voir la répartition et le calcul des charges ammoniac.

☒ L'**annexe 11** – Voir schéma de principe (fluide frigorigène).

☒ L'**annexe 13** - Répartition des zones à risques liés à l'ammoniac VANDEMOORTELE PRODUCTIONS

Le schéma de principe est mis en tête de l'ANNEXE 11. C'est un schéma de principe, résumant le fonctionnement de l'installation, qui permet de situer les points éventuels de fuite envisagés par l'EDD.

1.3. Tableau de synthèse des mesures de prévention

Le tableau ci-dessous récapitule les mesures (bonnes pratiques et mesures de sécurité) en prévention identifiées précédemment.

☒ L'**annexe 6** précise pour chacune des mesures indiquées dans ce paragraphe les exigences réglementaires (textes et articles associés) et les mesures indicatives ou obligatoires issues des normes (**EN 378-1-2-3-4 Système frigorifiques et pompes à chaleur – Exigences de sécurité et d'environnement**). L'**arrêté du 16 juillet 1997** demande que la salle des machines soit conforme aux normes en vigueur (article 3) et que le seuil de déclenchement de la détection ammoniac soit conforme aux normes en vigueur (article 42).

Numérotation des mesures	Intitulé général des bonnes pratiques et des mesures de sécurité en prévention et pour la maîtrise des risques
O	Procédures de conduite et d'exploitation de l'installation
R	Vérifications réglementaires
P	Limitation de la montée en pression
V	Prévention des effets des vibrations
L	Préventions des coups de liquide
B	Prévention des chocs et bris mécaniques
C	Prévention de la corrosion
F	Prévention des fuites sur les organes ou tuyauteries
E	Prévention de l'échauffement excessif du moteur
H	Prévention des erreurs sur interventions
D	Prévention de la dépression
I	Prévention des effets des incendies
T	Prévention vis-à-vis de la fuite toxique (Annexe 14)
X	Prévention vis-à-vis de l'explosion (Annexe 14)
P	Prévention vis-à-vis de la pollution (Annexe 14)
N	Prévention des effets des causes naturelles
A	Prévention des effets des causes externes non naturelles

Tableau 1 : Liste des bonnes pratiques et mesures de sécurité identifiées dans l'APR et les nœuds-papillons

Liste des contrôles à vérifier annuellement durant l'audit (suivant l'article 9 de l'arrêté du 16 juillet 1997), ces contrôles sont nécessaires pour le maintien dans le temps de l'efficacité des barrières de sécurité :

	Désignation	Périodicité
EDD	EDD à jour (Article 13 & 14)	
AUDIT	Audit suivant l'arrêté du 16 juillet 1997	Annuelle
	<u>Maitrise des risques incendies (Articles 44, 45, 46, 48)</u>	
	Contrôle détection incendie	Semestrielle
Q1	Systèmes d'extinction automatique à eau de type sprinkler (R1)	6 mois
Q4	Vérification extincteurs (R4 règles APSAD)	Annuelle
Q5	Vérification RIA (R5 règles APSAD)	Annuelle
Q17	Système de désenfumage (R17 règles APSAD)	Annuelle
Q18	Contrôle des installations électriques (isolement)	Annuelle
Q19	Contrôle des installations électriques (thermographie)	Annuelle
	<u>Maitrise des risques dysfonctionnement de l'installation (Articles 39, 42)</u>	
EIPS	Contrôle des EIPS	Annuelle
EPI	Contrôle des équipements de protection individuel	Annuelle
NH3	Contrôle du système de détection ammoniac	Annuelle
ARI	Contrôle des ARI	Annuelle
	<u>Maitrise des risques surpressions (Article 47, 49, 50, 51)</u>	
ESP_R	Requalification	6 ans
ESP_I	Inspection ESP	24 mois
ESP_I	Inspection ESP	48 mois
ESP_ECH	Equipement échangeur à plaques (avant 2014)	Annuelle
TARAGE	Vérification test tarage soupapes ou remplacement	6 ans
TUY	Inspection des réseaux de tuyauteries	48 mois
	<u>Maitrise des risques de pollutions des eaux (Articles 27 & 28)</u>	
AMR	AMR (système de refroidissement d'eau dans flux d'air)	
LEG	Analyse de la concentration en Legionella pneumophila	Bimensuelle
NET	Nettoyage préventif	Annuelle
	<u>Maitrise des risques naturels (Article 24)</u>	
ARF	Analyse du Risque Foudre	
VC	Vérification Complète	
VVF	Vérification Périodique Visuelle Foudre (art 04/10/2010)	Annuelle
	<u>Contrôle du niveau de Bruit (Article 25)</u>	
BRUIT	Analyse de niveau de bruit	3 ans
	<u>Agrément préfectoral traitement des déchets (Article 38)</u>	
RECUP	Agrément préfectoral de l'entreprise de retraitement	5 ans

1.4. Résultat de l'analyse des risques – PhD retenus

- Liste des scénarii retenus à la suite de l'analyse de risque.
- Désignation des ERC en fonction des scénarii.

N°	Désignations ERC
10 20	Rupture d'un tube entre compresseurs et les condenseurs dans l'édicule (au niveau d'une vanne ou accessoire) = Perte de confinement vapeur HP à l'intérieur. Voir scénario 11 similaire et majorant avec liquide HP
11 21	Rupture d'un tube à la sortie du condenseur dans l'édicule (au niveau d'une vanne ou accessoire) = Perte de confinement liquide HP à l'intérieur. Scénario Majorant, voir résultat avec PHAST version 8.22 en Annexe 8
12 22	Rupture d'un tube en dessous de la bouteille BP – Installation en fonctionnement = Perte de confinement liquide BP à l'intérieur. Voir scénario 13 similaire et majorant avec pression plus importante
13 23	Rupture d'une canalisation en dessous de la bouteille BP – Installation à l'arrêt (à l'arrêt avec une <u>élévation de la pression</u>) avec limitation du rejet par la mise en place de vannes de sécurité = Perte de confinement liquide BP à l'intérieur. Scénario Majorant, voir résultat avec PHAST version 8.22 en Annexe 8
14 24	Rupture d'un tube à l'intérieur du condenseur en extérieur = Perte de confinement liquide HP en extérieur. Scénario tube extérieur voir résultat avec PHAST version 8.22 en Annexe 8
15 25	<u>Effet domino</u> : Cas d'un incendie en SDM. Relâchement des soupapes de sécurité = Décharge des soupapes vapeur HP (collecteur) à l'atmosphère. Scénario cas incendie, voir résultat avec PHAST version 8.22 en Annexe 8
16 26	Rupture d'une canalisation sur la station de vannes la plus importante (Surgélateur) en comble usine = Perte de confinement liquide BP à l'intérieur. Scénario Majorant dans les combles, voir résultat avec PHAST version 8.22 en Annexe 8
17 27	Rupture d'une canalisation sur une station de vannes de la CF1 en toiture = Perte de confinement vapeur HP en extérieur = Perte de confinement vapeur HP en extérieur. Scénario Majorant en extérieur, voir résultat avec PHAST version 8.22 en Annexe 8

☒ **Annexe 8** - Caractérisation de l'intensité – version PHAST 8.22 (Modèle intégral)

Les cartographies de synthèses des résultats sont présentées dans l'annexe 8.

Les Phénomène dangereux résultent de l'analyse de risques en Annexe 5

Pour le risque H15, ce risque passe en H16 car il n'existe pas de tuyauterie liquide HP en extérieur, le risque H16 est présenté sous le scénario 11 et 21.

Les risques H17 et H18 ne sont pas pris en compte dans cette EDD car il n'existe pas de réservoir de liquide HP (Le liquide est détendu directement des condenseurs à l'étage MP inférieur). Idem pour les risques H2 et H6, il n'y a pas de tuyauteries liquide HP en extérieur.

Les risques B12 B13 B14 et B15 sont bien pris en compte. Voir le scénario n°13 et 23, rupture guillotine sur conduite liquide BP, on précise que le scénario est réalisé avec une remontée en pression (ce scénario est majorant).

1.5. Résumé des résultats

- o **Rappel des résultats du système n°1 (SDM1)** suivant les scénarii étudiés après mise en œuvre des mesures de prévention et de maîtrise des risques (MMR) :

N°	PhD	Classe proba	Distances d'effet à hauteur des enjeux			Cinétique	Gravité
			SELS	SEL	SEI		
10	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 18 m	Modéré
11	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 18 m	Modéré
12	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 18 m Fermeture des vannes de sectionnement à sécurité positive	Modéré

13	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 18 m Fermeture des vannes de sectionnement à sécurité positive	Modéré
14	Rejet d'ammoniac par un tube. Dispersion d'un nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + Avertissement fuite extérieure. Isolation du condenseur.	Modéré
15	Rejet d'ammoniac par le collecteur des soupapes. Dispersion d'un nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Rejet à l'atmosphère via un collecteur Détection d'ammoniac avec le capteur rejet soupapes. Un périmètre de sécurité incendie serait également mis en place. Intervention des secours.	Modéré
16.1 16.2	Rejet d'ammoniac par une canalisation de liquide BP en intérieur (Surgélateur)	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détecteurs d'ammoniac au niveau des stations de vannes pour arrêter immédiatement au 2 ^{ème} seuil le fonctionnement des stations de vannes et maintenir en service le ventilateur de l'extraction. Arrêt des pompes ammoniac + vannes de sécurité	Modéré

17	Rejet d'ammoniac par une canalisation de gaz chaud HP en extérieur (CF1)	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	<p>Détecteurs d'ammoniac au niveau des stations de vannes pour arrêter immédiatement au 2^{ème} seuil le fonctionnement des stations de vannes et maintenir en service le ventilateur de l'extraction.</p> <p>Arrêt des dégivrages en cours + fermeture vanne de sécurité départ gaz chaud</p>	Modéré
----	--	---	-------------	-------------	-------------	---	--------

- o **Rappel des résultats du système n°2 (SDM2)** suivant les scénarii étudiés après mise en œuvre des mesures de prévention et de maîtrise des risques (MMR) :

N°	PhD	Classe proba	Distances d'effet à hauteur des enjeux			Cinétique	Gravité
			SELS	SEL	SEI		
20	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 14 m	Modéré
21	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 14 m	Modéré
22	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 14 m Fermeture des vannes de sectionnement à sécurité positive	Modéré
23	Rejet d'un nuage toxique par l'extraction de sécurité. Dispersion du nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + coupure des énergies et maintenir en l'extracteur de sécurité en service. Hauteur de rejet = 14 m Fermeture des vannes de sectionnement à sécurité positive	Modéré

24	Rejet d'ammoniac par un tube. Dispersion d'un nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détection d'ammoniac = arrêt immédiat au 2 ^{ème} seuil du fonctionnement de tous les circuits de la SDM + Avertissement fuite extérieure. Isolation du condenseur.	Modéré
25	Rejet d'ammoniac par le collecteur des soupapes. Dispersion d'un nuage toxique à l'extérieur.	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Rejet à l'atmosphère via un collecteur Détection d'ammoniac avec le capteur rejet soupapes. Un périmètre de sécurité incendie serait également mis en place. Intervention des secours.	Modéré
26.1 26.2	Rejet d'ammoniac par une canalisation de liquide BP en intérieur (Surgélateur)	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détecteurs d'ammoniac au niveau des stations de vannes pour arrêter immédiatement au 2 ^{ème} seuil le fonctionnement des stations de vannes et maintenir en service le ventilateur de l'extraction. Arrêt des pompes ammoniac + vannes de sécurité	Modéré
27	Rejet d'ammoniac par une canalisation de gaz chaud HP en extérieur (CF1)	D	Pas d'effet	Pas d'effet	Pas d'effet	Détecteurs d'ammoniac au niveau des stations de vannes pour arrêter immédiatement au 2 ^{ème} seuil le fonctionnement des stations de vannes et maintenir en service le ventilateur de l'extraction. Arrêt des dégivrages en cours + fermeture vanne de sécurité départ gaz chaud	Modéré

Atlantic Refrigeration Consulting EDD VANDEMOORTELE Reims (51)	Résumé non technique	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Réf. : ED22-0356v3 – 18/01/2024
---	----------------------	--

Disfonctionnement de l'extracteur d'air ammoniac (Perte d'utilité) :

En cas de disfonctionnement de l'extracteur d'air ammoniac (Extracteur de sécurité) et présence d'une fuite d'ammoniac, le mélange air-ammoniac sortira par la cheminée d'extraction. En effet le local est étanche au niveau des grilles d'entrée d'air par la pose de grille à ventelles dynamiques coté intérieur, le sens du flux d'air ne peut être que de l'extérieur vers l'intérieur, alors qu'au niveau de l'extracteur un clapet s'ouvre vers l'extérieur. Donc sans extracteur, la fuite crée une surpression dans le local et fait ouvrir le clapet au niveau de ventilateur.

On mettra en place deux capteur d'ammoniac ATEX 0/100% LIE avec un seuil d'avertissement prévenant du seuil d'explosivité (15 et 20%).

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).

Pour ce cas précis il est donc important de mettre en œuvre les éléments suivants :

- Un détecteur avec une plage de mesure permettant à tout moment une lecture de la concentration d'ammoniac dans le local SDM (0-100% LIE).
- Les entrées d'air doivent être équipées de grilles à ventelles dynamiques ou de volet comme actuellement sur la SDM existante.
- Une procédure écrite par l'exploitant pour mettre en place les mesures compensatoires (appel des secours, évacuation, périmètre de sécurité).
- Les équipements de sécurité doivent répondre aux règle ATEX 2 (Détection, Extracteur, câblages).

Atlantic Refrigeration Consulting EDD VANDEMOORTELE Reims (51)	Résumé non technique	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC Réf. : ED22-0356v3 – 18/01/2024
---	----------------------	--

1.6. Conclusions

Les éléments de l'étude initiale et ceux de la tierce expertise réalisée par l'INERIS et le BV sont maintenus. Des mesures complémentaires seront à mettre en œuvre à la suite de l'audit réalisé pour la présente EDD.

Mesures complémentaires :

- Mise en place de vannes de sectionnement à sécurité positive sous la bouteille BP existante afin de limiter la dispersion d'ammoniac en cas de fuite majeur.
- Mise en place d'une vanne de sectionnement sur le départ gaz chaud pour limiter la dispersion vapeur HP en cas de fuite sur une station de vannes (Surgélateurs ou CF22).
- Mise à jour du système de détection d'ammoniac suivant l'étude d'implantation de la détection réalisée dans cette EDD (Pour rappel il est impératif de maintenir les contrôles d'asservissement pour le maintien dans le temps des mesures barrières).
- Mise en place d'un contrôle pH sur les rejets des condenseurs évaporatifs (existants).

En complément, à la demande de la DREAL, il sera installé un contact électrique sur les portes des SDM1 et SDM2 pour prévenir une ouverture. La détection sera associée à une temporisation pour permettre la maintenance normale. Si la porte reste ouverte au-delà d'un certain temps, une alarme sera émise pour prévenir de cette ouverture anormale.

Ces mesures sont prévues dans le projet pour le nouveau système.

Les scénarii majeurs pour chaque point de rejet ont été étudiés. Scénario de perte de confinement total (incendie, Rupture guillotine liquide HP en fonctionnement ou BP à l'arrêt). Un scénario majorant avec remontée de pression a été réalisé (voir scénario 13 & 23).

Les résultats des dispersions des ERC sont présentées dans l'annexe 8 (voir les coupes des nuages de dispersions) avec analyse d'enjeux à proximité. Dans le cas précis de VANDEMOORTELE Reims, la proximité de la voie ferrée a été prise en compte (voir détails annexe 8 et 13).

Avec la mise en place des Mesures de Maitrises de Risques expliquées dans la présente EDD et l'étude des modélisations de scénarii, il n'y a pas phénomènes pouvant conduire à des accidents majeurs, c'est-à-dire pouvant avoir potentiellement des effets à l'extérieur du site sur des enjeux (en prenant compte des relevés topographiques des zones alentours).

Maintenir les contrôles réglementaires pour conserver l'efficacité des MMR. Ces contrôles sont vérifiés pendant l'audit annuel (Art. 9 de l'arrêté du 16 juillet 1997).

En conclusion, il faut retenir les enjeux dans leurs situations actuel sont hors des zone d'effets.