

Atlantic Refrigeration Consulting

Annexe 3

Optimisation de la quantité d'ammoniac

Frédéric LE BRONNEC
27/10/2023

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 3	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe - Aéroport		Réf. : A3EDD_v01

Table des matières

1. Généralités	2
2. Réduction de la quantité d'ammoniac par substitution.....	3
3. Réduction des diamètres, pressions et quantités	4
4. Déplacement des installations extérieures dans la salle de machines	5

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 3	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe - Aéroport		Réf. : A3EDD_v01

1. Généralités

Pour réduire le potentiel de dangers, plusieurs possibilités peuvent être mises en œuvre. Le choix des techniques dépend du contexte (installations existantes ou nouvelles, environnement avec plus ou moins d'enjeux...).

L'étude de dangers contient un chapitre permettant à l'exploitant de motiver ses choix techniques et de les comparer aux stratégies de réduction des potentiels de dangers.

Les axes suivants de réduction du potentiel de dangers sont étudiés :

- Réduction de la quantité d'ammoniac par substitution ;
- Réduction des diamètres, pressions et quantités.

Il est également envisagé une solution de réduction du risque à la source :

- Déplacement des installations extérieures dans la salle des machines.

2. Réduction de la quantité d'ammoniac par substitution

L'exploitant pourra s'assurer dans un premier temps de l'adéquation entre la charge d'ammoniac et les besoins. Il devra démontrer qu'il a cherché à réduire la quantité totale d'ammoniac dans l'installation.

En cas de contexte difficile en termes d'enjeux (environnement urbanisé proche par exemple), l'exploitant peut étudier la diminution de la charge d'ammoniac en utilisant des systèmes en cascade. L'ammoniac est maintenu comme fluide frigorigène au niveau de la salle des machines : au niveau de l'évaporateur, l'ammoniac est vaporisé par échange de chaleur avec un autre fluide compatible avec les besoins des utilisateurs.

Si l'installation est existante, cela nécessite une conversion des installations avec changement éventuel des capacités, des tuyauteries, justifié par l'incompatibilité des nouveaux fluides avec les matériaux existants, les quantités mises en œuvre, les pressions de service éventuellement différentes. La faisabilité technico-économique n'est donc pas assurée dans le cas d'une installation existante.

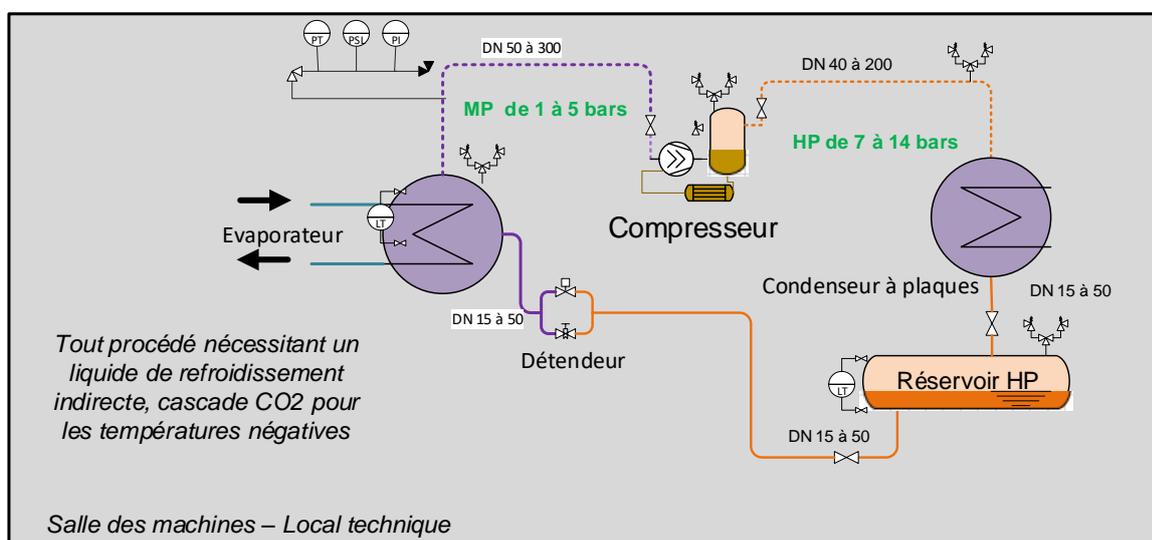
Usuellement les fluides suivants sont utilisés :

- Congélation, surgélation : CO₂ ;
- Réfrigération négative : alcali ;
- Réfrigération positive : eau glycolée.

Bien sûr un fluide utilisable pour des très basses températures est aussi utilisable pour des températures plus élevées mais avec des contraintes plus importantes que celles des fluides adaptés à cette température (le CO₂ nécessite par exemple de très hautes pressions...).

Ces installations sont certes intéressantes pour la réduction du potentiel de dangers du point de vue du risque accidentel mais elles conduisent à une surconsommation énergétique ainsi qu'à un surinvestissement (pompe, réseau eau glycolée...).

La figure ci-dessous représente un schéma avec circuit indirect et optimisation de charge d'ammoniac.



Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 3	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe - Aéroport		Réf. : A3EDD_v01

3. Réduction des diamètres, pressions et quantités

La réduction du potentiel de dangers peut également s'effectuer par :

- **La réduction des diamètres et des longueurs de tuyauteries** ; la réduction du diamètre permet de réduire le débit en cas de fuite (débit proportionnel au carré du diamètre) et réduit donc les distances d'effets potentielles. Cependant une optimisation des diamètres est à rechercher car une réduction des diamètres des tuyauteries peut conduire à une dégradation des performances énergétiques.
 - Les diamètres des tuyauteries sont réduits le plus possibles ;
A noter que la justification des diamètres et longueurs de tuyauteries est une exigence réglementaire de l'arrêté du 16 juillet 1997 (article 51) : « Les canalisations doivent être les plus courtes possibles et de diamètres les plus réduits possibles. »
 - La réduction des diamètres des points d'opérations tels que purges est également recherchée. Usuellement les purges liquides sont en diamètre DN15 et les purges sur les incondensables en DN12.
L'article 43 de l'arrêté du 16 juillet 1997 précise : « Les points de purge (huile, etc.) doivent être du diamètre minimal nécessaire aux besoins d'exploitation. »
- **La réduction des pressions dans la mesure du possible**. Les pressions côté BP dépendent des utilisations et doivent être optimisées. La pression côté HP est calée sur la température de la source chaude. Comme celle-ci varie au fil du temps, la pression n'est pas constante dans le temps ; une réduction de la pression en fonction des conditions externes (régulation en fonction de la température de bulbe humide) pourra être recherchée. La réduction de la pression permet de réduire le débit en cas de fuite (débit proportionnel à la racine carrée de la pression relative).
- **La réduction globale de la quantité d'ammoniac** ; pour cela :
 - L'utilisation de technologies compatibles avec une capacité moindre d'ammoniac : remplacement des échangeurs tubulaires par des échangeurs à plaques (en ordre de grandeur, la quantité d'ammoniac passe de 150 kg à 45 kg dans les échangeurs) ; des échangeurs à plaques et calandre sont également utilisables qui réduisent la quantité d'ammoniac et limitent de plus les risques de fuite (l'ammoniac dans les plaques n'est pas en contact direct avec l'air ambiant puisque l'eau est dans la calandre).
 - La réduction des capacités ; l'ammoniac sous forme liquide HP présentant le potentiel de dangers le plus important, une réduction des capacités en liquide HP est particulièrement recherché :
 - Suppression des bouteilles HP dans la mesure du possible ; parfois, sur des installations existantes, l'ammoniac HP est utilisé pour refroidir l'huile du compresseur (technique de thermosiphon). Cette technique de refroidissement tend à disparaître pour être remplacée par un piquage sur l'eau glycolée. Sur les installations neuves, le thermosiphon n'est pas mis en œuvre.

Dans quelques installations, l'ammoniac est utilisé pour le procédé (cas de la production des crèmes glacées) et ne pourra donc pas être totalement supprimé.

- Déplacement du détendeur HP au plus près des condenseurs pour limiter la quantité d'ammoniac liquide HP.

Atlantic Refrigeration Consulting	Annexe 3	Rédacteur : Frédéric LE BRONNEC
AMR SEAFRIGO Guadeloupe - Aéroport		Réf. : A3EDD_v01

4. Déplacement des installations extérieures dans la salle de machines

Une mesure de réduction du risque à la source peut également être étudiée dans les contextes difficiles. Cette mesure consiste à installer à l'intérieur de la salle des machines des équipements situés à l'extérieur.

Ces installations extérieures peuvent comprendre :

- Les condenseurs évaporatifs (condenseur ammoniac / eau + air) ;
- Les évaporateurs en cas de système direct ;
- Les tuyauteries de liaison entre la salle des machines et ces équipements.

Pour limiter les effets en cas de perte de confinement sur ces installations, les bonnes pratiques de conception incluent :

- **Le remplacement des condenseurs évaporatifs par des échangeurs qui peuvent être implantés dans la salle des machines.** L'eau circulant dans les échangeurs (côté froid) est refroidie à son tour par échange sur des échangeurs à air (aéros ou tour de refroidissement, cette dernière pouvant poser des problèmes de légionellose en cas de circuit ouvert).

Cependant le rendement des installations avec deux échangeurs (eau/ammoniac et eau/air) est dégradé et l'investissement plus important si bien que cette solution sera réservée aux configurations en zone urbanisée.

Cette solution (utilisation de condenseurs dans la salle des machines) est celle privilégiée dans le cadre d'une nouvelle installation dans un environnement urbain.

- **Le capotage des collecteurs d'arrivée et de départ d'ammoniac** sur les condenseurs évaporatifs, voire le capotage de la terrasse (hors extraction d'air de l'échangeur) ;

Dans le cadre d'une nouvelle installation, on privilégiera l'utilisation de condenseurs dans la SDM, ne nécessitant donc pas de capotage.

- Lorsque l'ammoniac circule au niveau des utilisateurs, **les fuites sont limitées par les mesures de conception** suivantes :
 - Les soudures sur les tuyauteries et les équipements sont radiographiées conformément à la réglementation des équipements sous pression ;
 - Les zones de fuites potentielles telles que les vannes sont localisées en dehors des zones accessibles au personnel ; elles sont situées dans des combles techniques disposant de détecteurs d'ammoniac qui génèrent alarme, démarrage de la ventilation des combles puis mise en sécurité en cas d'atteinte d'un 1er puis d'un 2ème seuil d'alarme.
- **Les tuyauteries cheminant entre la salle des machines et les utilisateurs sont également installées en galerie technique** équipée d'une détection ammoniac dans les zones de fuites potentielles (stations de vannes) avec asservissements (isolement et mise en route éventuelle d'une extraction forcée).