

ENGINEERING
TOMORROW



Remplacement des **HFC/HCFC** **par l'ammoniac** dans le secteur de la réfrigération industrielle

Conseils relatifs au passage à l'ammoniac



Contenu :

Conseils relatifs au passage à l'ammoniac

Zone :

Europe (pays dans lesquels la directive PED et la norme EN 378 s'appliquent)

Danfoss se révèle être le partenaire idéal si vous souhaitez travailler avec des fluides frigorigènes naturels tels que l'ammoniac et le CO₂ et des fluides frigorigènes inflammables en réfrigération industrielle.

- Des informations relatives au passage à l'ammoniac facilitant l'introduction dans le monde de l'ammoniac
- Des conseils pour vous guider dans votre découverte des systèmes à l'ammoniac
- Danfoss est le partenaire idéal pour les installations à l'ammoniac de 100 kW et plus. Cependant, de plus en plus d'installations de petite taille utilisent l'ammoniac comme fluide frigorigène et les fabricants de compresseurs conçoivent désormais des compresseurs plus petits pour l'ammoniac
- Grâce aux réglementations en matière de gaz fluorés, l'adoption de fluides frigorigènes plus respectueux de l'environnement, tels que l'ammoniac, deviendra nécessaire (ou plus intéressante)
- La nature, les modalités et les raisons de l'utilisation de l'ammoniac

Remarque : cette brochure est destinée aux personnes qui envisagent de travailler avec l'ammoniac. Elle n'offre qu'une indication des possibilités et ne dispense en aucun cas d'une formation en bonne et due forme

* Des références à notre Manuel d'application figureront tout au long de ce document. Elles seront indiquées par le symbole §, suivi d'un numéro de chapitre. La version utilisée est la version DKRCI.PA.000.C6.02. Pour obtenir la toute dernière version, rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools

Table des matières :

1. Historique de l'utilisation de l'ammoniac comme fluide frigorigène	4
2. Raisons pour lesquelles l'ammoniac est un bon fluide frigorigène	4
2.1. Avantages	4
2.1.1. Popularité	4
2.1.2. Rendement énergétique	4
2.1.3. Environnement	5
2.1.4. Tailles de tuyau plus petites	5
2.1.5. Meilleur transfert de chaleur	5
2.1.6. Prix du fluide frigorigène	5
2.1.7. Huile	5
2.1.8. Systèmes de circulation par pompe ou par gravité	5
2.1.9. Avenir	5
2.2. Sécurité	6
2.3. Propriétés chimiques, choix du matériau	6
3. Installation à l'ammoniac vs installation au HFC/HCFC : quelques différences	6
3.1. Installation à l'ammoniac standard : système pompé, à un étage	7
3.2. Installation au HFC/HCFC standard : Système DX	8
3.3. Installation au HFC/HCFC standard : circulation par pompe, à un étage	10
3.4. Système pompé, à un étage, à l'ammoniac vs système DX au HFC/HCFC	11
3.4.1. Vue d'ensemble <i>Système pompé, à un étage, à l'ammoniac - DX au HFC/HCFC</i>	11
3.5. Système pompé, à un étage, à l'ammoniac vs installation au HFC/HCFC standard à circulation par pompe, à un étage	13
3.5.1. Vue d'ensemble <i>Système pompé, à un étage, à l'ammoniac - Système pompé, à un étage, au HFC/HCFC</i>	13
3.6. Résumé 4.5 et 4.6	14
4. Installation à l'ammoniac standard : DX	14
5. Systèmes de saumure et en cascade CO2/ammoniac standards.	14
6. Éléments à prendre en compte lors du remplacement des HFC/HCFC par l'ammoniac	15
6.1. Règles de sécurité	15
6.2. Réglementations nationales	15
6.3. Risques d'explosion, inflammabilité, toxicité	16
6.3.1. Toxicité	16
6.3.2. Inflammabilité	16
6.3.3. Risques d'explosion	16
6.4. Huile	16
6.5. Acier	17
6.6. Concentration en eau dans l'ammoniac	17
6.7. Actions à entreprendre en cas de fuite	18
6.8. Durée de vie des composants	18
7. Raisons pour lesquelles l'ammoniac est meilleur que les HFC/HCFC	18
7.1. D'un point de vue technique	18
7.2. D'un point de vue législatif	19
7.3. D'un point de vue économique	19
7.4. D'un point de vue environnemental	19
8. Résumé des principales différences entre l'ammoniac et les HFC/HCFC	19
8.1. Avantages de l'ammoniac	20
8.2. Défis	20
9. Les produits Danfoss pour l'ammoniac	20
10. Le savoir-faire et les outils de support Danfoss	22
10.1. Manuel d'application de la réfrigération industrielle	22
10.2. Outil IR application tool	22
10.3. Coolselector® 2	22
10.4. Symboles CAO pour les vannes Danfoss	23
10.5. DIRbuilder™	23

Historique de l'utilisation de l'ammoniac comme fluide frigorigène

L'ammoniac (NH_3) a été utilisé en réfrigération pour la première fois en 1876, par Karl Von Linde dans une machine à compression de vapeur. D'autres fluides frigorigènes tels que le dioxyde de carbone (CO_2) et le dioxyde de soufre (SO_2) étaient également couramment utilisés jusque dans les années 1920.

Le développement des CFC (chlorurofluorocarbones) aux États-Unis dans les années 1920 a fait pencher la balance en leur faveur car, en comparaison avec les autres fluides frigorigènes utilisés à l'époque, les CFC étaient considérés comme des produits chimiques inoffensifs et extrêmement stables. Les conséquences sur l'environnement des rejets massifs de fluide frigorigène n'étaient pas prévisibles à cette époque. Les CFC étaient considérés comme des fluides frigorigènes sûrs, ce qui augmenta la demande et leur succès. Ces fluides frigorigènes artificiels étaient qualifiés de miraculeux.

Le succès des CFC ne mit pas fin à l'utilisation de l'ammoniac, qui conserva sa position, en particulier dans les grandes installations industrielles et le domaine de la conservation des aliments.

Les effets nocifs des fluides frigorigènes CFC devinrent évidents dans les années 1980, et il fut admis que ces fluides frigorigènes contribuaient à l'appauvrissement de la couche d'ozone et au réchauffement climatique. Le protocole de Montréal (1989) fut alors établi, dans lequel presque tous les pays convinrent d'un calendrier d'élimination des CFC.

En raison de la gravité de la dégradation de l'atmosphère et du danger résultant des émissions de CFC/HCFC et des effets du réchauffement climatique, les accords de Montréal (accord révisé en 1990), de Copenhague (1992) et de Kyoto (1998) exigèrent un calendrier d'élimination accélérée. Les HCFC doivent également être éliminés.

L'Europe a pris les devants puisque de nombreux pays européens ont stoppé l'utilisation des fluides frigorigènes HCFC. L'utilisation de nouveaux fluides frigorigènes, ainsi que de fluides frigorigènes éprouvés et fiables tels que l'ammoniac et le dioxyde de carbone, est envisagée pour un grand nombre de nouvelles applications.

Raisons pour lesquelles l'ammoniac est un bon fluide frigorigène

2.1. Avantages

2.1.1. Popularité

L'ammoniac est un fluide frigorigène répandu. Son utilisation est particulièrement populaire dans les grandes installations industrielles où il est possible de tirer pleinement profit de ses atouts sans pour autant compromettre la sécurité du personnel travaillant sur les installations de réfrigération. L'ammoniac présente des propriétés thermodynamiques très avantageuses. Il surpasse les fluides frigorigènes synthétiques, notamment le R22, l'un des HCFC les plus efficaces, dans de nombreuses applications.

Ses avantages ont été démontrés dans les systèmes de réfrigération à l'ammoniac mis en service depuis plusieurs décennies.

2.1.2. Rendement énergétique

L'ammoniac est l'un des fluides frigorigènes les plus efficaces pour les applications à températures élevées ou basses. Son efficacité est supérieure à celle du R134a ou du propane. Les systèmes à l'ammoniac se révèlent même encore plus performants dans la pratique.

Face à l'importance croissante de la consommation d'énergie, les systèmes à l'ammoniac sont un choix sûr et durable pour l'avenir. Un système à l'ammoniac noyé serait 15 à 20 % plus efficace qu'un système à détente directe (DX) au R404A. Il est possible d'augmenter encore cette efficacité en combinant NH_3 et CO_2 . Le système en cascade NH_3/CO_2 est extrêmement efficace pour les applications à basse et très basse température (en dessous de -40°C) tandis que les systèmes à saumure NH_3/CO_2 sont environ 20 % plus efficaces que les saumures traditionnelles.

2.1.3. Environnement

L'ammoniac fait partie des fluides frigorigènes dits « naturels ». Il s'agit du fluide frigorigène le plus respectueux de l'environnement en termes de PRG (potentiel de réchauffement global) et de PACO (potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone), la valeur de ces deux potentiels étant égale à zéro. Le défi posé par les systèmes de réfrigération techniquement fermés renfermant un contenu corrosif, toxique et modérément inflammable est relevé en utilisant des conceptions d'installation courantes basées sur la norme EN378 et la directive PED et, pour les installations plus grandes, sur les exigences des autorités.

2.1.4. Tailles de tuyau plus petites

Quelle que soit la phase, vapeur ou liquide, l'ammoniac nécessite des diamètres de tuyau plus petits que la plupart des fluides frigorigènes chimiques. [1] § 10.7*

2.1.5. Meilleur transfert de chaleur

L'ammoniac possède de meilleures propriétés de transfert de chaleur que la plupart des fluides frigorigènes chimiques, ce qui permet l'utilisation d'appareils dotés d'une surface de transfert de chaleur moins étendue. Les coûts de construction de l'installation seront moins élevés pour la même configuration et le même choix de matériaux. Ces propriétés profitent également à l'efficacité thermodynamique du système, ce qui réduit les frais d'exploitation.

2.1.6. Prix du fluide frigorigène

Dans de nombreux pays, le coût de l'ammoniac (par kg) est bien moins élevé que le coût des HFC. À cet avantage s'ajoute la densité plus faible de l'ammoniac en phase liquide. Par ailleurs, toute fuite d'ammoniac est détectée très rapidement en raison de son odeur, ce qui réduit ainsi tout risque de perte de fluide frigorigène.

2.1.7. Huile

L'ammoniac n'est pas miscible avec les huiles les plus courantes. En outre, l'ammoniac est plus léger que l'huile, ce qui rend les systèmes de retour d'huile relativement simples. [1] § 6.3*

2.1.8. Systèmes de circulation par pompe ou par gravité

Les avantages de ces systèmes par rapport aux systèmes de type DX sont :

- Les pompes offrent une distribution efficace du fluide frigorigène liquide dans les évaporateurs et retournent un mélange liquide-vapeur dans le séparateur de la pompe.
- La surchauffe peut être réduite à 0 K, ce qui augmente l'efficacité de l'évaporateur sans risquer le report de liquide dans le compresseur.
- Le différentiel de basse température réduit la déshydratation du produit stocké.
- Les systèmes de circulation par gravité présentent une charge en fluide frigorigène relativement faible.

2.1.9. Avenir

Rien ne suggère aujourd'hui que l'ammoniac pourrait être éliminé. Vous pouvez croire en l'avenir de l'ammoniac.

2.2. Sécurité

L'ammoniac est un fluide frigorigène toxique, corrosif et inflammable s'il atteint certaines concentrations. Il doit donc être manipulé avec soin, et tous les systèmes à l'ammoniac doivent être conçus en gardant la sécurité à l'esprit. Le défi posé par les systèmes de réfrigération techniquement fermés renfermant un contenu corrosif, toxique et modérément inflammable est relevé en utilisant des conceptions d'installation courantes basées sur la norme EN378 et la directive PED et, pour les installations plus grandes, sur les exigences des autorités.

Dans le même temps, contrairement à de nombreux autres fluides frigorigènes, il possède une odeur caractéristique qui peut être détectée par les humains même à des concentrations très faibles et non dangereuses. L'homme peut sentir l'ammoniac dès lors que sa concentration avoisine les 5 ppm dans l'air. Ainsi, toutes les fuites d'ammoniac sont détectées, mêmes mineures. S'il s'avérait nécessaire de réduire la charge en ammoniac, une combinaison d'ammoniac et de CO₂ (en cascade ou saumure) pourrait être une option simple et efficace. En raison de la toxicité et de l'inflammabilité de l'ammoniac, les installations qui l'utilisent sont régies par des réglementations nationales afin de veiller à la sécurité de leur fonctionnement.

2.3. Propriétés chimiques, choix du matériau

L'ammoniac est compatible avec la plupart des matériaux les plus courants, à l'exception du cuivre et du laiton. Même s'il impose certaines limites sur la conception du système, ces limites sont bien connues et ont été résolues. Tout d'abord, seuls des tuyaux en acier ou acier inoxydable peuvent être utilisés. Ensuite, il est nécessaire d'utiliser des compresseurs ouverts. Un moteur à gaine est généralement utilisé pour les pompes. Les solutions spéciales incluent des moteurs à entraînement magnétique onéreux.

Installation à l'ammoniac vs installation au HFC/HCFC : quelques différences

Cette brochure suppose que le lecteur possède déjà les connaissances de base sur les installations de réfrigération. Pour obtenir une explication plus approfondie ou plus de détails, veuillez consulter les éléments suivants :

1. Manuel d'application Danfoss sur les applications de réfrigération industrielle à l'ammoniac et au CO₂
En ligne : cliquez ici
Hors ligne : rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools
2. Outil Danfoss Industrial Refrigeration Application Tool, pour visualiser une installation à l'ammoniac à deux étages
En ligne : cliquez ici
Hors ligne : rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools
3. Découvrez tous nos outils pour la réfrigération industrielle ici :
En ligne : cliquez ici
Hors ligne : rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools

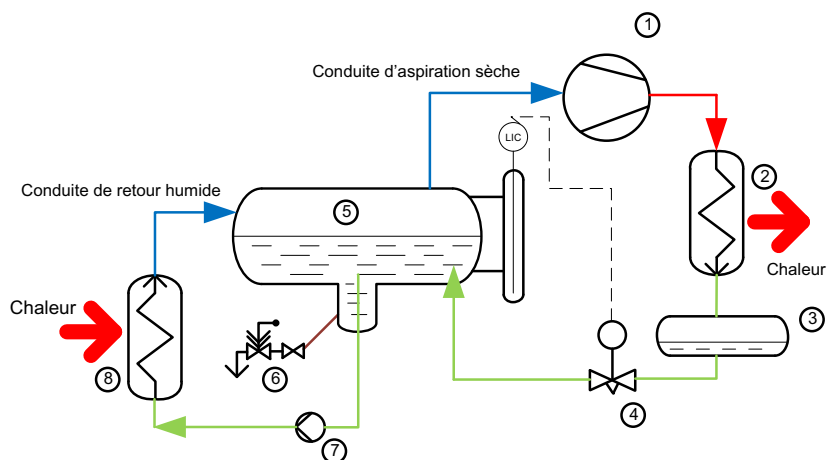
Les sections suivantes sont simplifiées et les systèmes sélectionnés sont uniquement utilisés dans le but de montrer les différences existantes.

Pour plus de détails, consultez la documentation indiquée ci-dessus.

3.1. Installation à l'ammoniac standard : système pompé, à un étage

L'installation à l'ammoniac standard comprend les éléments suivants : un compresseur (1), un condenseur (2), un réservoir (3), un détendeur (4), un séparateur de liquide (5) avec vidange d'huile (6), une pompe de fluide frigorigène (7) et un ou plusieurs évaporateurs (8).

Plus d'informations dans le manuel d'application [1] :	
Compresseur :	§ 1, 2, 6 et suiv.
Condenseur :	§ 1, 3 et suiv.
Détendeur :	§ 4 et suiv.
Séparateur :	§ 4.2, 6.3, 7.3, 8 et suiv.
Vidange d'huile :	§ 6.3 et suiv.
Pompe de fluide frigorigène :	§ 8 et suiv.
Évaporateur :	§ 5 et suiv.



Le compresseur aspire le gaz sec (de l'évaporateur et le flash gas) dans le séparateur à la température d'évaporation, le comprime à la température de condensation et envoie le gaz de refoulement surchauffé au condenseur. Le condenseur liquéfie le fluide frigorigène tout en dissipant la chaleur du gaz frigorigène vers le fluide de refroidissement. Le fluide frigorigène liquide est envoyé depuis le condenseur au détendeur à la pression de condensation et quasiment à la température de condensation. Dans le détendeur, l'ammoniac est détendu à la température d'évaporation, puis envoyé au séparateur. Dans le séparateur, le liquide et le flash gas sont séparés.

Le fluide frigorigène liquide, à la température et pression d'évaporation, est aspiré par la pompe et transmis à l'évaporateur. Le débit de circulation est généralement de 1:3. Autrement dit, 1/3 du débit massique s'évapore dans l'évaporateur, absorbant la capacité thermique.

L'échange de chaleur se produit dans l'évaporateur. Un mélange de gaz et de liquide est renvoyé au séparateur, à l'intérieur duquel le liquide est séparé du gaz et le compresseur aspire le gaz sec.

Le circuit est fermé.

L'huile du compresseur n'est généralement pas soluble avec l'ammoniac, de sorte que l'huile reste et s'accumule dans l'évaporateur. Cette situation peut provoquer une baisse de la capacité ou une défaillance, qui peuvent être évitées en installant un système de vidange d'huile sur le carter d'huile du séparateur.

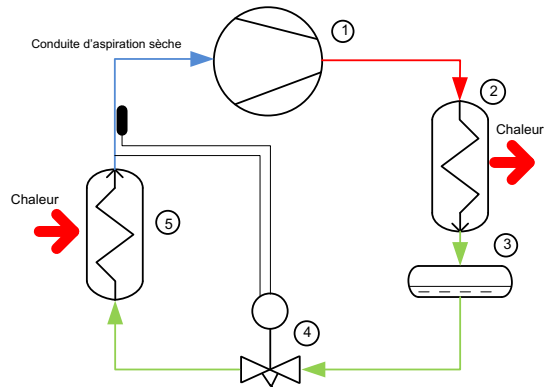
Voir également [1] § 6.3* Fig. 6.3.1. Vidange de l'huile des systèmes à l'ammoniac.



3.2. Installation au HFC/HCFC standard : Système DX

L'installation au HFC/HCFC standard, DX (également appelée détente directe ou sèche), comprend les éléments suivants : un compresseur (1), un condenseur (2), un réservoir (3) dans les plus grandes installations, un détendeur thermostatique (4) et un ou plusieurs évaporateurs (5).

Cette brochure suppose que le lecteur connaît les principes des systèmes DX au fluide frigorigène HFC/HCFC.



Le compresseur aspire le gaz sec, normalement surchauffé d'environ 7 à 10 degrés, et le flash gas de l'évaporateur à la température d'évaporation, le comprime à la température de condensation et le transmet au condenseur. Le condenseur liquéfie le fluide frigorigène tout en dissipant la chaleur du gaz frigorigène vers le fluide de refroidissement. Le fluide frigorigène liquide est envoyé depuis le condenseur au réservoir de liquide à la pression de condensation et sous-refroidi (environ 2-5 K).

Dans le détendeur thermostatique (TEV), le fluide frigorigène liquide est détendu à la température d'évaporation. Le détendeur thermostatique assure uniquement la charge de l'évaporateur, de sorte que la température de sortie mesurée est surchauffée par rapport à la pression d'évaporation.

Le circuit est fermé.

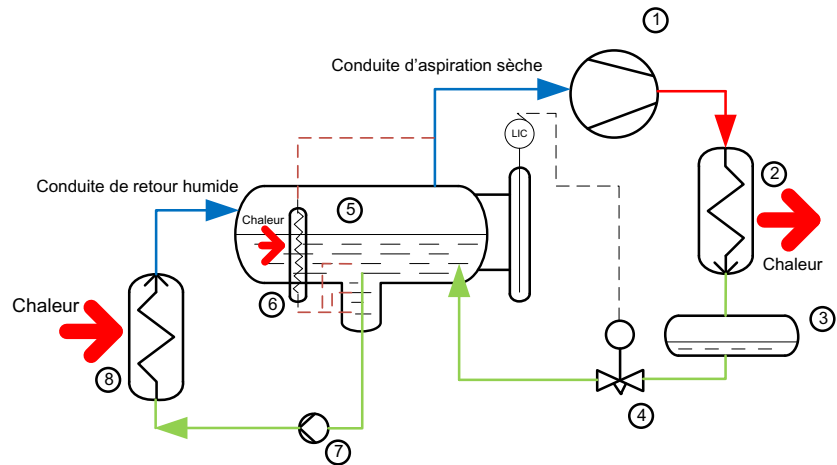
L'huile du compresseur est plus ou moins soluble dans les fluides frigorigènes HFC/HCFC, de sorte qu'elle est transportée en cercle dans le système. La tuyauterie doit être conçue de façon à garantir un retour d'huile correct.



3.3. Installation au HFC/HCFC standard : circulation par pompe, à un étage

L'installation au HFC/HCFC standard comprend les éléments suivants : un compresseur (1), un condenseur (2), un réservoir (3), un détendeur (4), un séparateur de liquide (5) avec retour d'huile (6), une pompe de fluide frigorigène (7) et un ou plusieurs évaporateurs (8).

Cette brochure suppose que le lecteur connaît les principes des systèmes au fluide frigorigène HFC/HCFC. Ils sont similaires aux systèmes à l'ammoniac, de sorte qu'il est possible d'utiliser les mêmes références (ci-dessus) que pour l'ammoniac, en gardant les questions de fluide frigorigène et d'huile à l'esprit. Chaudière au fioul : voir [1] § 6.3 exemple 6.3.2*



Le compresseur aspire le gaz sec (de l'évaporateur et le flash gas) dans le séparateur à la température d'évaporation, le comprime à la température de condensation et envoie le gaz de refoulement surchauffé au condenseur. Le condenseur liquéfie le fluide frigorigène tout en dissipant la chaleur du gaz frigorigène vers le fluide de refroidissement. Le fluide frigorigène liquide est envoyé depuis le condenseur au détendeur à la pression de condensation et quasiment à la température de condensation. Dans le détendeur, le fluide frigorigène est détendu à la température d'évaporation, puis envoyé au séparateur. Dans le séparateur, le liquide et le flash gas sont séparés.

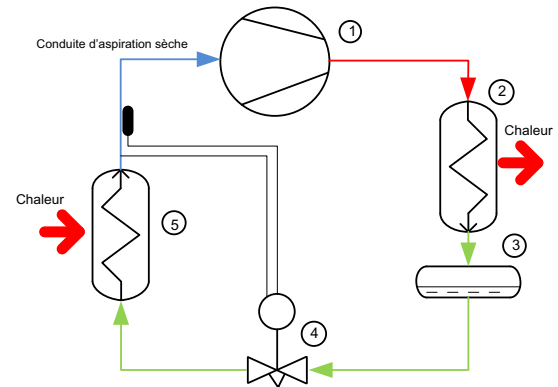
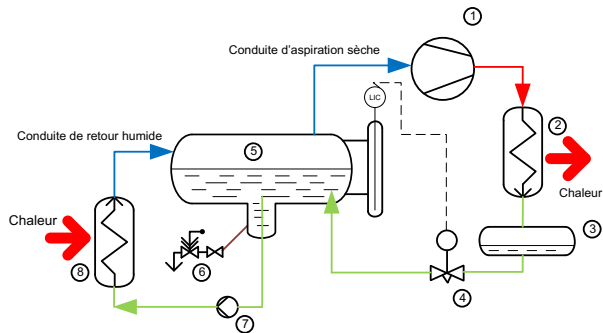
La pompe aspire le fluide frigorigène liquide à la pression et température d'évaporation et le transmet à l'évaporateur. Le débit de circulation est généralement de 1:3. Autrement dit, 1/3 du débit massique s'évapore dans l'évaporateur, absorbant la capacité thermique.

L'échange de chaleur se produit dans l'évaporateur et un mélange de gaz et de liquide est renvoyé au séparateur, à l'intérieur duquel le liquide est séparé du gaz, permettant ainsi au compresseur d'aspirer le gaz sec.

Le circuit est fermé.

La fonction du séparateur est de fournir du gaz d'aspiration sec au compresseur, de façon à ce que les vitesses soient faibles et que l'huile ne puisse pas être renvoyée dans le compresseur avec le gaz d'aspiration. L'huile piégée dans le séparateur devient de plus en plus concentrée à mesure que le système fonctionne, ce qui peut nuire au fonctionnement de la pompe de fluide frigorigène et des évaporateurs. Pour éviter cela, une petite partie du mélange huile-fluide frigorigène est extraite du séparateur et injectée dans un petit échangeur de chaleur (rectificateur d'huile), à l'intérieur duquel le fluide frigorigène est porté à ébullition. Un mélange de gaz frigorigène sec et de vapeur d'huile est renvoyé dans la conduite d'aspiration du compresseur. Ainsi, la concentration d'huile dans le séparateur est maintenue à un niveau acceptable.

3.4. Système pompé, à un étage, à l'ammoniac vs système DX au HFC/HCFC



3.4.1. Présentation générale

Système de pompe, à un temps, à l'ammoniac

1 + compresseur

2 + condenseur

3 + réservoir

4 + détendeur

5 + séparateur (froid)

+ vidange d'huile requise

+ pompe à ammoniac (froide)

+ station de vannes sur chaque évaporateur

+ conduite de retour humide (froide)

+ conduite d'aspiration sèche (froide)

Système DX au HFC/HCFC

+ compresseur

+ condenseur

+ réservoir

+ détendeur thermostatique pour chaque évaporateur (point de détente à chaque évaporateur)

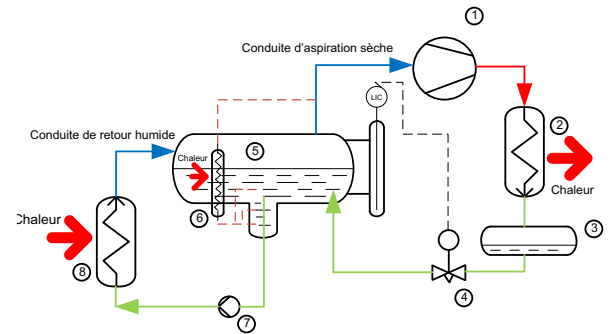
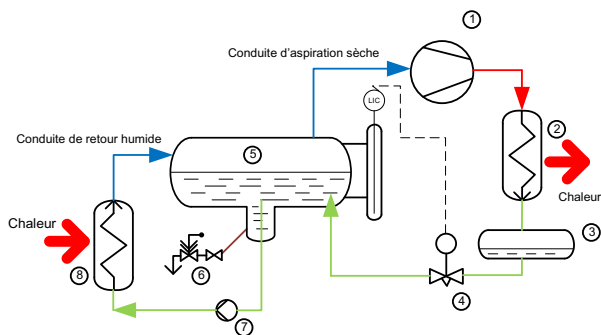
+ évaporateur

+ station de vannes sur chaque évaporateur

+ conduite d'aspiration sèche (froide)
(Il est important de vérifier si une bouteille est nécessaire pour protéger le(s) compresseur(s) du fluide frigorigène liquide.)



3.5. Système pompé, à un étage, à l'ammoniac vs installation au HFC/HCFC standard à circulation par pompe, à un étage



3.5.1. Présentation générale

Système de pompe, à un temps, à l'ammoniac

- 1 + compresseur
- 2 + condenseur
- 3 + réservoir
- 4 + détendeur
- 5 + séparateur (froid)
- 6 + vidange d'huile requise
- 7 + pompe à ammoniac (froide)
- 8 + station de vannes sur chaque évaporateur
- + conduite de retour humide (froide)
- + conduite d'aspiration sèche (froide)

Système de pompe, à un temps, au HFC/HCFC

- + compresseur
- + condenseur
- + réservoir
- + détendeur
- + séparateur (froid)
- + rectificateur d'huile/HFC requis
- + pompe au HFC/HCFC (froide)
- + station de vannes sur chaque évaporateur
- + conduite de retour humide (froide)
- + conduite d'aspiration sèche (froide)

3.6. Résumé 4.5 et 4.6

D'autres systèmes à l'ammoniac existent :

- + Système pompé à deux étages
- + Système en cascade
- + Système fluide frigorigène-saumure
- + Système DX à l'ammoniac

La plupart des installations de réfrigération industrielles sont faites sur mesure, ce qui signifie qu'il existe un grand nombre de configurations d'installation différentes. Toutefois, en comparant les installations à l'ammoniac et au HFC/HCFC, les critères mentionnés ci-avant restent valables et s'appliquent à d'autres configurations.

Les vues d'ensemble sont explicites. Les systèmes à l'ammoniac nécessitent généralement plus de canalisations, de réservoirs, de raccords et de pompes. Mais elles montrent également que les systèmes sont très similaires, à l'exception du système de retour d'huile/vidange d'huile.

4

Installation à l'ammoniac standard : DX

Le système DX à l'ammoniac requiert un investissement moins important et une charge en fluide frigorigène encore moins importante qu'un système de circulation par pompe, ce qui le rend évidemment très intéressant. Si le compresseur est lubrifié à l'aide d'une huile soluble, les systèmes DX à l'ammoniac et au HFC/HCFC ne présentent en théorie aucune différence. Néanmoins, le système DX à l'ammoniac n'a pas fait ses preuves jusqu'à présent, pour les raisons suivantes :

- La chaleur latente élevée de l'ammoniac engendre un débit massique très faible, qui empêche une distribution correcte dans les circuits de l'évaporateur et se traduit par des performances d'évaporateur pires que celles calculées.
- Les légères variations de charge de l'évaporateur entraînent l'apparition de gouttes de liquide à la sortie de l'évaporateur. Aucun dispositif ne peut empêcher les gouttes de liquide de pénétrer dans la conduite d'aspiration et le compresseur, même un détendeur électrique à action rapide.
- La présence d'eau empêche toute surchauffe stable.

Bien que des progrès aient été réalisés dernièrement dans le domaine de la technologie des évaporateurs pour surmonter ces problèmes, ils n'ont pas encore été démontrés dans la pratique.

5

Systèmes de saumure et en cascade CO₂/ammoniac standards

Lorsque les conditions locales limitent la quantité d'ammoniac, il est courant de créer un système de travail indirect avec du glycol ou de la saumure. Compte tenu du succès croissant du CO₂ en tant que fluide frigorigène, il est recommandé d'opter pour un système de saumure ammoniac/CO₂ pour les applications de refroidissement et un système en cascade ammoniac/CO₂ pour la congélation. Le CO₂ nécessite des tuyaux plus petits et une énergie de pompage nettement moins importante que les glycols. En raison de la pression de service élevée du CO₂, des composants standard présentant une pression de service maximale de 52 bar sont désormais disponibles sur le marché. [1] § 10.2* Fig 10.2.3

Le système en cascade ammoniac/CO₂ connaît un succès croissant, car la charge d'ammoniac est faible et l'utilisation de l'ammoniac se limite à la salle des machines. En outre, la capacité volumétrique élevée du CO₂ permet de réduire les dimensions des tuyaux, ainsi que du compresseur. Des points de congélation plus bas peuvent également être atteints plus facilement. [1] § 10.2* Fig 10.2.1 et 10.2.2

Éléments à prendre en compte lors du remplacement des HFC/HCFC par l'ammoniac

6.1. Règles de sécurité

En ce qui concerne les installations à l'ammoniac, trois aspects de sécurité doivent être pris en compte :

- La sécurité intrinsèque interne de l'installation mécanique basée sur les règles de conception fournies dans les différentes normes. Pour l'Europe, il s'agit des normes EN 378 et PED (Directive des Équipements sous Pression). Les mêmes règles s'appliquent aux installations au HFC/HCFC.
- La sécurité externe pendant la réparation et la maintenance de l'installation. La norme EN 378 stipule également que seuls des monteurs qualifiés et certifiés sont autorisés à intervenir sur l'installation.
- La sécurité externe en cas d'accident, en tenant compte des ouvriers travaillant dans l'usine et des personnes vivant à proximité de l'usine. L'un des avantages de l'ammoniac est que le nez humain peut le détecter même en très faible concentration. Une concentration plus forte entraîne une irritation des yeux, du nez et de la bouche qui oblige les personnes à s'éloigner de la zone contaminée. Le dispositif de détection de l'ammoniac, prévu par la loi, est censé activer une alarme avant que le niveau d'irritation ait été atteint.

La sécurité des personnes vivant à proximité de l'usine est garantie par les lois locales. Le critère principal est la distance entre la salle des machines et le bâtiment le plus proche ou la limite avec la propriété attenante. La distance minimale dépend du volume d'ammoniac et de la nature des locaux environnants. Une évaluation complète des risques doit être réalisée si le volume d'ammoniac dépasse une certaine limite, qui varie d'un pays à l'autre. L'évaluation des risques est obligatoire pour chaque installation, y compris au HFC/HCFC, et doit être effectuée par des sociétés spécialisées ou des organismes notifiés.

6.2. Réglementations nationales

Dans la plupart des cas, les réglementations peuvent être divisées en trois parties :

- Les règles de conception et de construction de l'installation, prescrites par la norme EN 378 pour l'UE.
- Les règles de conception des réservoirs sous pression, prescrites par certaines normes. En Europe, il s'agit de la directive PED. Les fabricants et fournisseurs de ces réservoirs en garantissent normalement la conformité.
- Les équipements et procédures de sécurité, y compris la ventilation des salles de machines en fonction du volume d'ammoniac et de la construction de l'installation. La plupart de ces procédures sont décrites dans des règles normatives telles que les normes EN 378 et ANSI/ASHRAE/IIAR. Une fois la conception et les conditions de fonctionnement de l'installation connues, il est important d'établir une liste pour déterminer les équipements à installer et les procédures à suivre. Les critères à prendre en considération incluent la distance entre l'installation et le voisin le plus proche, en fonction du volume d'ammoniac, la construction de l'installation et la localisation (à l'intérieur/l'extérieur) des composants de l'ammoniac liquide. Les règles concernant cet aspect de la sécurité diffèrent d'un pays à l'autre et il est extrêmement important de les connaître parfaitement.

6.3. Risques d'explosion, inflammabilité, toxicité

Les effets de la concentration en ppm sont les suivants :

1 - 5 ppm :	Odeur détectable par une personne ordinaire
20 ppm :	valeur CMA (Europe ; 25 ppm aux États-Unis)
50 ppm :	valeur CMA pour une courte période (15 minutes)
100 - 200 ppm :	Légère irritation des yeux au bout d'une minute. Pas d'altération de la vision, ni de difficultés respiratoires
400 ppm :	Les yeux pleurent immédiatement et la vision est troublée. Les problèmes de nez ou de gorge ne sont pas graves tant que l'exposition dure moins d'une heure
1 000 ppm :	Les yeux coulent en permanence, plus aucune vision et de grandes difficultés respiratoires
2 500 - 4 000 ppm :	Extrêmement dangereuse dans les 30 minutes
5 000 - 10 000 ppm :	Rapidement mortelle

6.3.1. Toxicité

Le niveau de toxicité des substances est connu sous le nom de concentration maximale admissible (CMA). Exprimée en parties par million (ppm), il s'agit de la valeur de concentration moyenne pondérée dans le temps inoffensive pour l'homme pour une exposition de huit heures par jour et de 40 heures par semaine. Pour l'ammoniac, la CMA est de 20 ppm en Europe et de 25 ppm aux États-Unis.

Les substances sont considérées comme très toxiques dès lors que leur CMA se trouve au-dessous de 400 ppm. Quelle que soit la CMA utilisée, européenne ou américaine, l'ammoniac doit toujours être manipulé comme un fluide frigorigène très toxique.

La plupart des gens auront déjà quitté la zone à un niveau de 100 ppm et personne ne restera volontairement à un niveau de plus de 200 ppm sans une aide respiratoire et un masque de protection pour les yeux. Au-dessus de 400 ppm, la seule protection fiable est une combinaison étanche aux gaz, identique à celles utilisées par les pompiers.

6.3.2. Inflammabilité

L'inflammabilité de l'ammoniac est faible. Un bassin ouvert rempli d'ammoniac à basse température ne prendra pas feu spontanément. L'inflammation nécessite une source de chaleur externe. Une fois que cette source est retirée, la combustion s'arrête. Cela est dû au faible niveau de chaleur rayonné par les flammes vers le bassin.

6.3.3. Risques d'explosion

Les mélanges d'ammoniac et d'air sec 15-28 % par volume d'ammoniac sont explosifs. L'énergie d'inflammation nécessaire pour démarrer une explosion est élevée et l'ammoniac liquide sous pression atmosphérique ne peut pas s'enflammer. La concentration en ppm au moment de l'explosion serait largement supérieure à 100 000 ppm, si bien qu'aucun humain ne pourrait vivre dans un environnement où l'ammoniac pourrait exploser. L'humidité élevée de l'air, ainsi que tout mélange d'air, d'ammoniac et de vapeur d'huile, abaisseront la limite de concentration ; par conséquent, la limite d'explosion, utilisée pour calculer la capacité de ventilation d'urgence, devra être ajustée.

6.4. Huile

L'huile doit être vidangée, car les huiles couramment utilisées dans les installations à l'ammoniac ne sont pas solubles dans l'ammoniac. [1] § 6.3*



6.5. Acier

L'ammoniac pur n'a pas d'effet sur les métaux s'ils sont parfaitement secs, mais il attaque et détruit le cuivre et les alliages de cuivre s'ils contiennent même une toute petite quantité d'eau. Par conséquent, les installations à l'ammoniac utilisent des tuyaux et équipements en acier ou acier inoxydable. Les tuyaux en acier sont spécifiés selon différentes normes, généralement DIN ou ANSI, en fonction de la région géographique. Le diamètre externe pour les deux normes est identique. Elles se différencient par l'épaisseur de la paroi. La norme ANSI comporte trois catégories d'épaisseur de paroi pour le même diamètre externe : Schedule 80, Schedule 40 et Schedule 20. Schedule 80 correspond à une paroi épaisse et Schedule 40 à la version plus ou moins standard. Schedule 20 est uniquement disponible pour les tailles de tuyau supérieures ou égales à 200 mm. Le choix de l'épaisseur de la paroi est basé sur la résistance mécanique et l'impact prévu de la corrosion. Toutes ces catégories conviennent à une pression de service maximale standard de 25 bars pour les installations à l'ammoniac.

Les tuyaux en acier sont raccordés par des soudures qui doivent être soumises à une inspection aux rayons X. Pour la soudure bout à bout (tuyau à tuyau), les épaisseurs de paroi doivent être les mêmes, ou presque les mêmes, pour créer une bonne image radiographique. Dans les installations à l'ammoniac, DN15 (1/2") est la dimension de tuyau la plus petite la plus utilisée. Des dimensions plus petites pour les conduites de commande peuvent être réalisées dans un acier inoxydable à paroi fine, dans les dimensions 6, 8 ou 12 mm.

Les tuyaux peuvent également être raccordés entre eux, ainsi qu'aux composants, par filetage interne/externe. Cette méthode est principalement utilisée aux États-Unis et uniquement pour les raccords jusqu'à la dimension DN32. Il s'agit principalement d'un problème de coût, car cela peut être évité en employant des soudeurs agréés pour effectuer les raccords. La norme EN 378 limite le filetage NPT au raccordement des dispositifs de commande, de sécurité et de signalisation aux composants. (6.2.3.2.3.4)

6.6. Concentration en eau dans l'ammoniac

Les installations de réfrigération à l'ammoniac ne contiennent aucun filtre déshydrateur. Les dimensions moléculaires de l'ammoniac (NH_3) et de l'eau (H_2O) sont trop semblables pour créer une préférence pour l'absorption de l'un ou de l'autre. Heureusement, l'eau et l'ammoniac sont miscibles en fonction de la température. L'installation de réfrigération par absorption ammoniac-eau en est la preuve. Dans le passé, il était même recommandé d'ajouter une petite quantité d'eau aux systèmes à l'ammoniac pour éviter la corrosion mécanique des réservoirs en acier sous pression. La qualité de l'acier dans les réservoirs actuels rend cet ajout inutile. La présence d'eau dans les systèmes de réfrigération à l'ammoniac est-elle pour autant inoffensive ? Absolument pas. Même s'il n'y aura pas de corrosion interne en l'absence d'oxygène, l'eau peut entraîner la formation de boue avec l'huile et modifier la relation température/pression, ce qui signifie qu'une pression plus faible sera nécessaire pour une température d'évaporation donnée. Cela pourrait compromettre l'efficacité de l'installation. Dans un système de circulation par pompe, l'eau contenue dans l'ammoniac permet de réduire le débit d'ammoniac et d'augmenter la puissance de la pompe. L'eau peut être éliminée dans un réservoir de dérivation, à l'intérieur duquel l'ammoniac contaminé est chauffé et l'ammoniac propre est envoyé au côté aspiration. L'eau résiduelle peut être éliminée manuellement ou automatiquement. Lorsque la teneur en eau est très élevée, il peut se révéler moins onéreux de remplacer tout l'ammoniac. [1] § 9.2*



6.7. Actions à entreprendre en cas de fuite

En cas de fuite d'ammoniac, il est important de noter que toute action doit être entreprise par un personnel autorisé et qualifié, équipé de vêtements de protection appropriés, de masques à gaz, de gants et de bottes. Les fuites peuvent être provoquées par l'usure, les vibrations, une erreur humaine ou un accident externe. Le débit de fuite peut varier d'une simple odeur d'ammoniac à un jet d'ammoniac liquide.

Petite fuite, pas d'alarme activée

En cas de petite fuite, il suffit de « se fier à son odorat » pour rechercher la concentration la plus élevée, tout en gardant un masque de protection à portée de main. Ces fuites sont généralement causées par des fuites au niveau des joints (brides, raccords filetés, couvercles des dispositifs de régulation, presse étoupe des vannes d'arrêt, etc.). Inspectez les emplacements des vannes d'arrêt en amont et en aval de la zone suspectée lorsque la fuite s'aggrave. L'utilisation d'un papier de tournesol humide au niveau de chaque joint permet de déterminer l'emplacement précis de la fuite. La couleur passe du rouge au bleu en présence d'ammoniac. Le resserrage suffit à arrêter la fuite dans la plupart des cas. Si ce n'est pas le cas, la pièce en cause doit être inspectée conformément aux procédures d'entretien standard.

Fuite due à une erreur humaine, alarme basse activée

Ces fuites involontaires peuvent être causées au cours de l'entretien/la maintenance par le desserrage soudain de certaines pièces. C'est la raison pour laquelle il est recommandé de toujours travailler en binôme, afin que la deuxième personne ferme les vannes d'arrêt.

Fuite catastrophique, alarme haute activée

La rupture d'un tuyau provoquée par une cause externe ou interne est un exemple de catastrophe pouvant libérer de grandes quantités d'ammoniac. La procédure d'alarme standard est suivie dans ce cas. Si la fuite s'est produite dans la salle des machines, la ventilation d'urgence est utilisée pour évacuer les gaz d'ammoniac. En fonction de la taille de l'installation, d'autres actions de sécurité sont entreprises automatiquement, telles que l'isolation des pièces qui utilisent des vannes à fermeture automatique. Dès lors que l'ammoniac dans l'installation a atteint la pression atmosphérique, la température chute à -33 °C et l'évaporation devient très lente. Une inspection locale dans une combinaison étanche aux gaz est recommandée. Si ce n'est pas possible, la seule solution consiste à ventiler jusqu'à ce que tout l'ammoniac se soit évaporé.

6.8. Durée de vie des composants

La conception en acier robuste des composants pour l'ammoniac contribue à leur durée de vie très longue. En outre, la plupart des composants peuvent être ouverts pour le nettoyage et les réparations. Le remplacement de pièces internes après 20 ans n'a rien d'exceptionnel et permet la remise à neuf des composants. Des packs de révision et d'entretien complets sont disponibles pour les vannes d'arrêt et de régulation Danfoss. Ils permettent d'allonger la durée de vie opérationnelle de l'installation à l'ammoniac et ainsi d'augmenter sa rentabilité.

7.1. D'un point de vue technique

Sur le plan thermodynamique, l'ammoniac surpasse les fluides frigorigènes HFC/HCFC puisqu'il produit le même effort de refroidissement en consommant moins d'électricité et en limitant les coûts de fonctionnement. Le coefficient de transfert de chaleur à l'intérieur des évaporateurs et des tubes du condenseur pour l'ammoniac est environ deux fois supérieur à celui du R22. Un delta T opérationnel plus faible est possible avec la même surface d'échange de chaleur, ce qui contribue également à la réduction des coûts de fonctionnement et de la déshydratation des aliments. La chaleur latente élevée de l'ammoniac permet l'installation de conduites de liquide de petite taille, réduisant ainsi le volume de fluide frigorigène dans le système. La taille des conduites d'aspiration sèche et humide peut être plus petite avec l'ammoniac pour la même chute de pression dans la conduite d'aspiration. Dans les systèmes de pompes de recirculation, le débit massique de l'ammoniac équivaut à un septième de celui du R22. Une pompe plus petite peut donc être utilisée avec une consommation d'énergie beaucoup plus faible, contribuant une fois de plus à la réduction des coûts de fonctionnement.

La meilleure fiabilité et les coûts de maintenance plus faibles des systèmes à l'ammoniac sont dus à l'utilisation de tuyaux en acier plutôt qu'en cuivre, au choix du soudage plutôt que du brasage, et à l'utilisation de brides boulonnées plutôt que de raccords flare. Les systèmes à l'ammoniac tolèrent mieux l'eau dans le cas où celle-ci pénètre dans le système.

Pour résumer, en se basant sur les conceptions et les technologies actuelles, l'ammoniac doit être privilégié pour les installations de 100 kW et plus, sauf si cela est interdit ou déconseillé. Les dernières avancées démontrent même que l'ammoniac serait un fluide frigorigène intéressant pour les installations à l'ammoniac de plus petite taille.

7.2. D'un point de vue législatif

Incités à prendre des mesures pour réduire leur impact sur l'environnement, les gouvernements s'intéressent de plus en plus aux protocoles de Montréal et de Kyoto. Les pays doivent mettre en œuvre des mesures impopulaires pour réaliser leurs objectifs et réduire l'impact du réchauffement climatique. Deux solutions de base seront ou sont déjà utilisées : l'interdiction complète des fluides frigorigènes HFC/HCFC ou la mise en place de taxes. L'utilisation de l'ammoniac, dont le PRG est de zéro, deviendra alors très attrayante. La pression exercée sur les organisations gouvernementales les incitera à créer des règles claires concernant les installations de réfrigération à l'ammoniac sans pour autant négliger la sécurité.

7.3. D'un point de vue économique

L'avantage considérable de l'ammoniac par rapport aux HFC/HCFC réside dans son prix au kg très bas : l'ammoniac est jusqu'à 90 % moins cher que les HFC. En outre, le faible poids de l'ammoniac signifie que seule la moitié du poids est nécessaire pour le même volume en comparaison avec les HFC/HCFC. Le contenu d'un système de réfrigération est mesuré en volume, de sorte que seule la moitié du fluide frigorigène en poids est nécessaire lorsque l'ammoniac est utilisé. Le prix de l'ammoniac ne sera pas influencé par des décisions politiques/commerciales telles que la mise en place de taxes écologiques. Les installations à circulation par pompe au HFC/HCFC peuvent perdre une partie importante de leur charge de façon inaperçue, ce qui rend le réapprovisionnement potentiellement très coûteux. Une fuite d'ammoniac est détectée immédiatement et réparée rapidement, ce qui réduit le coût de réapprovisionnement.

7.4. D'un point de vue environnemental

D'un point de vue environnemental, l'ammoniac doit être privilégié non seulement en raison de son impact nul sur le réchauffement climatique, mais également en raison de sa très grande efficacité, qui se traduit par une empreinte CO₂ indirecte très faible.

Résumé des principales différences entre l'ammoniac et les HFC/HCFC

L'ammoniac n'est pas un fluide frigorigène universel. Il convient principalement aux applications industrielles et commerciales lourdes. La toxicité, la corrosivité, l'inflammabilité et la compatibilité de l'ammoniac avec d'autres matériaux doivent être prises en compte. Dans le même temps, de nombreux systèmes à l'ammoniac dans le monde entier ont relevé ces défis avec succès.

Les différences techniques entre les installations de réfrigération qui utilisent l'ammoniac et celles utilisant les HFC/HCFC sont bien connues. Ces différences concernent les matériaux, le système de gestion d'huile, la salle des machines, la taille des composants et, bien entendu, l'instauration de règles spéciales en raison de la toxicité, de la corrosivité et de l'inflammabilité modérée de l'ammoniac. L'ammoniac pour les installations de réfrigération fait partie de la Classe B2 (EN 378) et du Groupe de fluides 1 (PED).

Les connaissances sur l'ammoniac, les propriétés de l'huile et les besoins en installations à l'ammoniac permettront de trouver le format d'application approprié. La différence principale réside dans les préparatifs pour les plus grandes installations, qui dépendent de la charge en ammoniac, réalisés conjointement avec les autorités locales.

Le propriétaire de l'installation nécessite l'autorisation des autorités pour faire fonctionner l'installation de réfrigération en raison de sa taille. Cette autorisation se base sur la directive PED, la norme EN 378 et les réglementations locales et nationales en ce qui concerne l'environnement, la situation géographique, l'hygiène, le travail, la sécurité, etc. La sécurité représente la seule différence dans l'obtention d'une autorisation pour une installation à l'ammoniac, car l'ammoniac est toxique, corrosif et modérément inflammable. Dès lors que les réglementations nationales et locales sont connues et respectées, la création d'une installation à l'ammoniac plutôt que d'une installation au HFC/HCFC ne pose normalement pas problème.

Enfin, il est évident que le coût initial d'une installation à l'ammoniac est plus élevé que celui d'une installation au HFC/HCFC avec des tuyaux en cuivre. Cependant, la durée de vie plus longue de l'installation à l'ammoniac et sa consommation d'énergie plus faible signifient que son coût total d'exploitation durant toute sa durée de vie sera le plus bas.

8.1. Avantages de l'ammoniac :

- PRG = 0
- PACO = 0
- Capacité volumétrique élevée
- Moins cher que les HFC/HCFC
- Coût total sur la durée de vie le plus bas
- Plus efficace que les HFC/HCFC
- Rien ne laisse penser aujourd'hui que l'ammoniac pourrait être éliminé ; vous pouvez croire en l'avenir de l'ammoniac
- Dimensions réduites des tuyaux
- Connu depuis des siècles comme un fluide frigorigène
- Classé parmi les substances inflammables, mais aucune exigence ATEX en ce qui concerne les installations à l'ammoniac normales, à l'exception d'un système de ventilation pour la salle des machines dans certains cas

8.2. Défis

- Classé dans le Groupe de fluides 1 de la directive PED (toxique, corrosif et modérément inflammable) donc des exigences légales spécifiques doivent être respectées
- Le cuivre et ses alliages ne sont pas autorisés (matériau non compatible)
- Vidange d'huile

Les produits Danfoss pour l'ammoniac

Fort de plus de 60 années d'expérience avec l'ammoniac en réfrigération, Danfoss propose une grande variété de vannes et de solutions de régulation conçues pour la réfrigération industrielle utilisant l'ammoniac comme fluide frigorigène. Danfoss vous permet de bénéficier d'un fournisseur unique qui simplifie tout le processus d'installation.

En utilisant les produits de notre concept Flexline™, vous optez pour une solution modulaire économique et intelligente. Elle vous assure une simplicité d'utilisation, une efficacité accrue et une meilleure flexibilité. Notre gamme Flexline™ comprend les composants de conduite SVL, les stations de vannes ICF, la plate-forme de régulation ICV et les électrovannes ICS, ICM et ICLX. D'après le concept de conception à l'origine des produits Flexline™, tous ces produits sont élaborés selon une même conception modulaire et sont basés sur un boîtier dépourvu de toute fonctionnalité. Cette configuration permet de réduire la complexité depuis la phase de conception jusqu'à l'installation, la mise en service et l'entretien. Tous ces facteurs sont déterminants pour la réduction des coûts d'entretien, et permettent de réaliser d'importantes économies.

Voici une vue d'ensemble des produits que nous proposons pour la réfrigération à l'ammoniac :

Vannes de régulation

Vannes de régulation ICV Flexline™

- ICS, vanne servocommandée
- ICM, vanne motorisée
- ICAD, actuateur, pour vanne motorisée ICM

Autres vannes de régulation

- Vannes pilotes
- KDC

Stations de vannes

- ICF Flexline™

Composants de ligne

Vannes SVL Flexline™

- SVA-S, vanne d'arrêt
- SVA-L, vanne d'arrêt
- REG-SA, vanne de régulation
- REG-SB, vanne de régulation
- CHV-X, clapet anti-retour
- SCA-X, vanne d'arrêt/clapet
- FIA, filtres

Autres composants de conduite

- SNV-ST/SS, vannes d'arrêt à pointeau
- FA, filtres
- NRVA, clapets anti-retour, pour l'ammoniac et les fluides fluorés
- NRVs, clapets anti-retour

Électrovannes

Électrovanne ICV Flexline™

- ICLX

Autres électrovannes

- EVRS/EVRST, acier inoxydable
- EVRA, servocommandée, normalement fermée (NF)
- EVRAT, à ouverture assistée, normalement fermée (NF)

Sondes

- AKS 32, signal de sortie 1-6 V CC, 9-30 V CC
- AKS 3000, alimentation 24 V CC, sortie 4-20 mA
- AKS 38, contacteur de niveau
- AKS 4100 (U), transmetteur de niveau électronique
- GD, détecteurs de gaz

Vannes à flotteur

- HFI, vannes à flotteur, haute pression
- SV 4, 5 et 6, vanne à flotteur, basse pression
- PMFH/PMFHE, côté condenseur, contrôlée par SV
- PMFL/PMFLE, côté évaporateur, contrôlée par SV

Soupape de sécurité

- SFA, vannes de sécurité, dépendantes de la contre-pression, réglage de pression standard
- SFV 20-25 T, soupapes de sécurité, dépendantes de la contre-pression, réglage de pression standard
- DSV, vannes d'arrêt doubles, pour soupapes de sécurité

Vannes à gaz

- GPLX, vannes d'arrêt
- à gaz

Danfoss compte également de nombreuses années d'expérience avec le CO₂ comme fluide frigorigène et peut fournir une large gamme de vannes et de solutions de régulation pour le CO₂. N'hésitez pas à nous contacter.



Le savoir-faire et les outils de support Danfoss

En choisissant Danfoss, vous bénéficiez non seulement de notre savoir-faire mondial, disponible via notre assistance locale, mais également des nombreux outils que nous proposons afin de vous assister dans votre travail au quotidien dans la réfrigération.

10.1. Manuel d'application de la réfrigération industrielle

Le guide d'application Danfoss a été conçu pour être utilisé comme document de référence par toutes les personnes concernées par les systèmes de réfrigération industriels. Il apporte des réponses aux différentes questions relatives à la régulation des systèmes de réfrigération industriels : Pourquoi utiliser cette méthode de régulation pour tel ou tel système de réfrigération ? Pourquoi doit-elle être conçue de cette façon ? Quel type de composants peut-on utiliser ? Comment choisir les méthodes de régulation en fonction des différents systèmes de réfrigération ? Pour répondre à ces questions, les principes des différentes méthodes de régulation sont présentés avec des exemples ayant recours à des produits Danfoss Industrial Refrigeration. **Il ne prend pas en compte la capacité et les performances. Les paramètres de fonctionnement de chaque application doivent donc être pris en considération avant d'adopter une configuration particulière.**

En ligne : cliquez ici

Hors ligne : rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools

Les principales caractéristiques techniques des composants sont également indiquées. Enfin, des comparaisons sont effectuées entre les différentes solutions pour chaque méthode de régulation de façon à ce que le lecteur puisse effectuer son choix.

10.2. Outil IR application tool

Nous avons développé un outil interactif simple, mais extrêmement efficace, qui vous aidera à diviser le système à l'ammoniac parfois compliqué en sections facilement compréhensibles. Cette présentation PowerPoint interactive vous permet d'explorer en détail une installation à l'ammoniac à deux étages. Cet outil comprend une fonction de zoom avant et d'agrandissement et affiche des informations adaptées à votre demande.

Le concept de la présentation est une infographie complète d'une installation à l'ammoniac. Il vous suffit de cliquer sur certaines zones de l'installation pour obtenir plus d'informations sur ces zones. Le schéma détaillé vous indique les vannes et la tuyauterie nécessaires pour la zone concernée. En cliquant sur la désignation du type de vanne, vous découvrirez des illustrations en coupe détaillées et des explications sur cette vanne en particulier. La présentation interactive vous fournit également des liens utiles vers la documentation technique, des animations et des vidéos sur les produits. Et il est facile de revenir au début ou aux informations précédentes.

En ligne : cliquez ici

Hors ligne : rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools

Les principales caractéristiques techniques des composants sont également indiquées. Enfin, des comparaisons sont effectuées entre les différentes solutions pour chaque méthode de régulation de façon à ce que le lecteur puisse effectuer son choix.

10.3. Coolselector® 2

Coolselector® 2 est votre tout nouveau logiciel de calcul et de sélection Danfoss conçu pour faciliter et accélérer la sélection de processus pour tous les projets de réfrigération industrielle. Coolselector® 2 est un outil de calcul et d'assistance exclusif destiné aux entrepreneurs et aux concepteurs de systèmes qui permet de réaliser des calculs complets de chutes de pression, d'analyser des conceptions de vannes et de tuyaux et de générer des rapports de performances. Il remplace le célèbre logiciel DIRcalc™ et offre plusieurs nouvelles fonctionnalités.

En ligne : cliquez ici

Hors ligne : rendez-vous sur le site www.danfoss.com/IR-Tools

10.4. Symboles CAO pour les vannes Danfoss

Les symboles CAO en 3D sont indispensables lorsque vous concevez des installations de réfrigération industrielles. Pour faciliter votre travail, ces symboles CAO en 3D sont disponibles gratuitement sur le site Web de Danfoss. Tous les symboles CAO sont uniques pour chaque n° de code, de sorte qu'ils peuvent être trouvés facilement dans notre catalogue de produits en ligne en recherchant le n° de code.

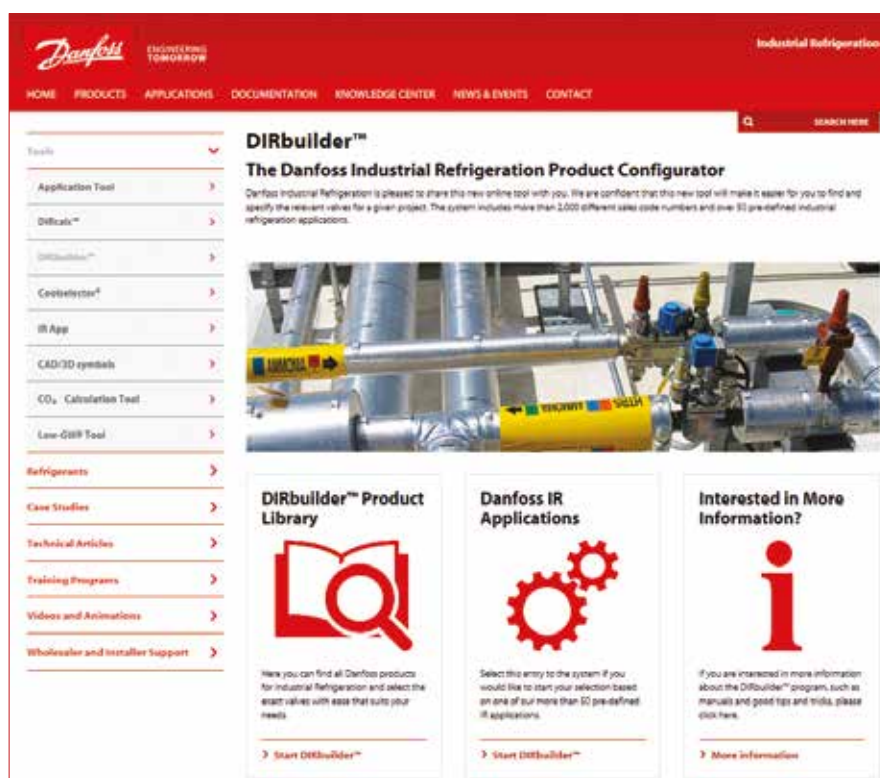
10.5 DIRbuilder™

DIRbuilder™ est un nouvel outil en ligne IR conçu pour faciliter et accélérer la sélection de processus pour tous les projets de réfrigération industrielle. Il vous permet de sélectionner les vannes dont vous avez besoin, qu'elles soient standard ou sur mesure, parmi une très grande variété d'options de configuration. La bibliothèque comprend l'ensemble de nos vannes, ce qui représente plus de 2 000 numéros de code différents, et plus de 50 applications de réfrigération industrielle prédéfinies.

Pour en savoir plus sur DIRbuilder™, rendez-vous simplement sur le site et découvrez tous les avantages par vous-même : www.danfoss.com/DIRbuilder

En ligne : cliquez ici

Hors ligne : rendez-vous sur le site
www.danfoss.com/DIRbuilder



DIRbuilder™
The Danfoss Industrial Refrigeration Product Configurator

Danfoss Industrial Refrigeration is pleased to share this new online tool with you. We are confident that this new tool will make it easier for you to find and specify the relevant valves for a given project. The system includes more than 2,000 different sales code numbers and over 50 pre-defined industrial refrigeration applications.

DIRbuilder™ Product Library

Here you can find all Danfoss products for industrial refrigeration and select the exact valves with ease that suits your needs.

Danfoss IR Applications

Select this entry to the system if you would like to start your selection based on one of our more than 50 pre-defined IR applications.

Interested in More Information?

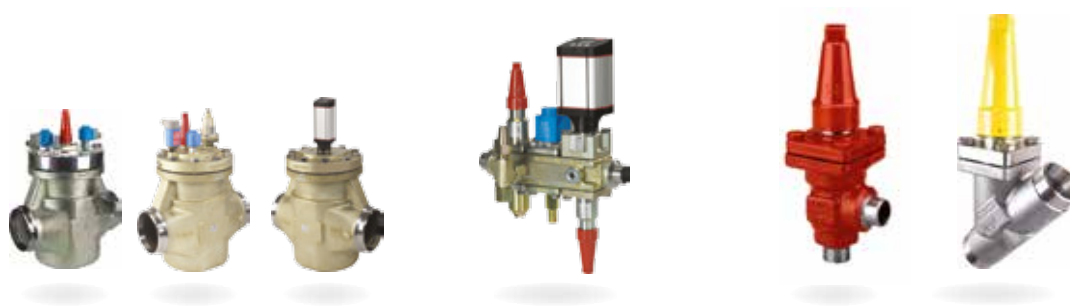
If you are interested in more information about the DIRbuilder™ program, such as manuals and good tips and tricks, please click here.

Tous les outils de support ci-dessus sont disponibles sur notre site Web www.danfoss.com/IR-tools et peuvent être téléchargés gratuitement.

Dans tout ce que nous entreprenons, nous nous efforçons de vous rendre la vie plus facile, en vous permettant d'appliquer notre expertise dans votre entreprise.

Danfoss Flexline™ **Simple. Efficace. Flexible.**

Conçus pour une simplicité d'utilisation, une efficacité accrue et une flexibilité avancée, les produits de la gamme Flexline™ sont répartis en trois grandes catégories :



ICV Flexline™
– Vannes de régulation

ICF Flexline™
– Stations de vannes complètes

SVL Flexline™
– Composants de ligne

Tous ces produits sont élaborés selon une même conception modulaire et sont basés sur un corps dépourvu de toute fonctionnalité. Cette configuration permet de réduire la complexité depuis la phase de conception jusqu'à l'installation, la mise en service et la maintenance. Tous ces facteurs sont déterminants pour la réduction des coûts d'entretien, et permettent de réaliser d'importantes économies.

Pour plus d'informations sur la plate-forme Flexline™, visitez notre site www.danfoss.com/flexline.

Un savoir-faire mondial Un support local

Fort de plus de 60 années d'expérience dans la production de vannes et de régulateurs pour les applications de réfrigération industrielle, Danfoss est le partenaire idéal pour les clients qui sont à la recherche de composants de qualité.

Nos connaissances globales, associées à un support local, nous permettent de vous offrir des produits et des services de première qualité.