

LES FLUIDES FRIGORIGENES

Composés moléculaires utilisés pur ou en mélange, facilement liquéfiable et vaporisables. La vaporisation est endothermique, donc source de froid et la liquéfaction productrice de chaleur.

I. Rappel sur les gaz parfait

a) Définition

Le gaz parfait est tout d'abord un gaz c'est à dire un milieu fluide qui tend à occuper tout le volume du récipient qui le contient.

Le gaz est défini par son volume V , sa pression P et sa température thermodynamique T .

Loi des gaz parfait

$$P.V/T = \text{constante}$$

$$P.V = n.R.T$$

- ✓ Lorsque la température est constante et que l'on fait varier la pression et le volume on dit que le gaz subit une transformation isotherme. Dans ce cas le gaz échange du travail W et de la chaleur Q avec le milieu extérieur. Le travail est le travail des forces de pression sur les parois du récipient, et la chaleur est la chaleur échangée à travers les parois.

$$W+Q= 0$$

- ✓ Une autre transformation importante du gaz parfait est la transformation adiabatique qui n'échange pas de chaleur avec l'extérieur, mais la température peut alors varier. Si on suppose que la transformation est assez lente pour que, à chaque instant, le gaz reste en équilibre thermodynamique, on peut écrire une simple relation entre P , V , et une constante liée au gaz γ :

Equation de l'adiabatique réversible du gaz parfait:

$$P.V^\gamma = \text{constante}$$

- ✓ La valeur de γ est égale au rapport entre la chaleur molaire à pression constante et la chaleur molaire à volume constant du gaz et dépend du nombre d'atomes contenus dans la molécule du gaz.

$$\gamma = C_p/C_v$$

Exemple: Air $\gamma = 1,4$

II. Critère de choix

a) Critères thermodynamiques

Ces critères concernent principalement le constructeur de machines.

- ✓ La pression d'évaporation est nécessairement supérieure à la pression normale pour éviter les entrées d'air et d'humidité. La température d'ébullition doit se situer à une température de froid désirée, souvent négative.

- ✓ La température de condensation doit être inférieure à la température critique pour que le changement d'état soit possible.
- ✓ L'échauffement à la compression doit être réduit donc le coefficient γ aussi petit que possible.
- ✓ Production frigorifique volumétrique spécifique: c'est la quantité de chaleur absorbée par l'évaporateur rapporté à l'unité de volume de vapeur aspiré au niveau du compresseur: elle doit être aussi grande que possible. Cette valeur est liée à la L_v .
- ✓ La condensation sera d'autant plus aisée que la chaleur massique de la vapeur saturante est faible.

b) Critères techniques des fluides frigorigènes

- ✓ Être de faible activité chimique à l'égard des métaux, alliages et joints du circuit, ainsi que les lubrifiants qui leur sont mélangés et de l'eau (de 0,5 à 3% dans tous les fluides). La présence d'eau pourrait former des acides ou des bases qui sont corrosifs.
- ✓ Avoir une bonne conductibilité thermique

c) Critères de sécurité

- ✓ Bonne stabilité chimique, compte tenu de l'importance des écarts de température auxquels ils sont soumis à chaque cycle.
- ✓ Ininflammabilité et inexplosibilité en cas de mélange avec l'air
- ✓ Sécurité alimentaire: en cas de fuite, inactivité sur les denrées, non nocif pour le personnel, facilement détectable.
- ✓ Non destructeur de la couche d'Ozone stratosphérique.

d) Critères économiques

- ✓ Prix: regain d'intérêt pour l'ammoniac (NH_3) en IAA (pas de réaction avec ozone)
- ✓ Disponibilité: pour la recharge du circuit ou remplacement imposé par la législation.

III. Classification

- ◆ **CFC** --> Chloro fluorocarbones $\text{C}_x\text{F}_y\text{Cl}_z$ ex: CF_2Cl_2 («R12 »)
- ◆ **HCFC**--> hydrogénochlorofluorocarbones $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z\text{F}_u$ ex: CHClF_2
- ◆ **HFC**--> Hydrogénofluorocarbures $\text{C}_x\text{H}_y\text{F}_z$
- ◆ **NH_3** --> ammoniac

IV. réglementation

- ◆ **NH_3** : soumis à autorisation si la masse de mise en oeuvre > 150 Kg, d'où l'intérêt d'installation à froid indirect ($m > 50$ Kg).
- ◆ **CFC**: utilisé mais fabrication interdite depuis 1995 (attaque couche d'ozone PDOS).
- ◆ **HCFC**: substituant de CFC dans les installations, (PDOS < PDOS CFC). Interdit en 2014.

- ◆ **HFC**: pas de chlore, PDOS = 0. Seuls fluides autorisés à terme. Utilisés dans les installations neuves. Par contre on en peut que rarement les substituer dans des installations au CFC.-> problème de changement de fluide->> changement d'installation.

Exemple de substitution

R12 (CFC) par R134 a (HFC)
 R114 (CFC) par R124 (HCFC)
 R22 (HCFC) par R125 + R32 (HFC)

V. Diagramme enthalpique

A chaque fluide frigorigène correspond un diagramme Pression-enthalpie

Exemple:

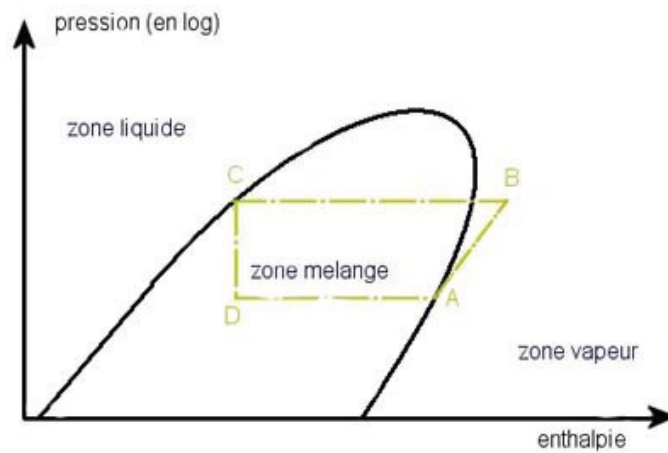
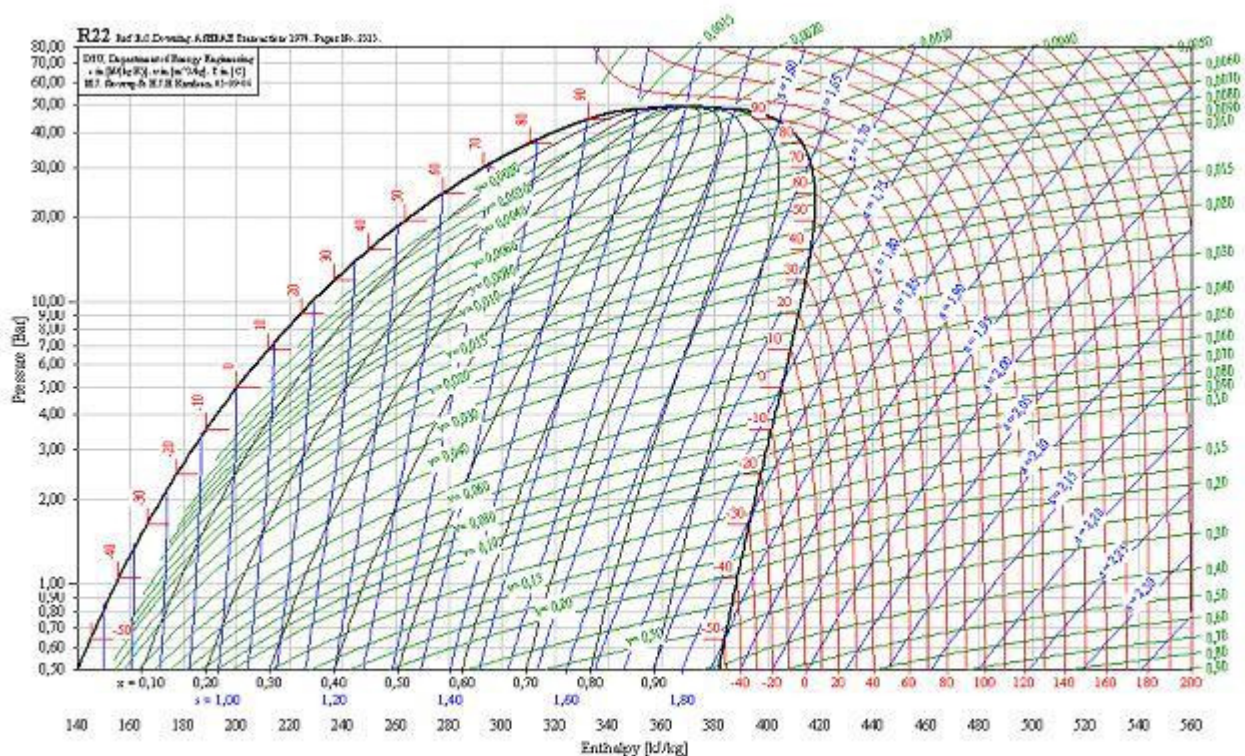


Diagramme Pression Enthalpie du R22



VI. L'AMMONIAC EN IAA

24.43

IV La percée de l'ammoniac(NH₃)

L'ammoniac n'a aucun effet pollueur sur la couche d'ozone, pas plus qu'il n'en a sur l'effet de serre.

C'est un produit naturel, aussi banal que l'eau sur notre planète. D'ailleurs, il a provoqué un véritable engouement, sans doute un peu exagéré, chez nos voisins nordiques où il est porté aux nues pour remplacer le R 22.

En France, l'ammoniac dans les installations frigorifiques passe tour à tour, selon les termes de Michel Barth, Président de l'Association Française du Froid « pour bénéfique, écologique, miraculeux, universel, inacceptable, effrayant ». Des contradictions qui révèlent tout simplement que l'ammoniac est encore mal connu. L'ammoniac a été jugé dangereux par le Ministère de l'Environnement qui a placé les installations de réfrigération au NH₃ dans la réglementation des installations classées. Les seuils d'application de cette réglementation :

installation soumise à déclaration : à partir de 150 kg.
à autorisation : à partir de 1,5 t...

DOSSIER : LE FROID DANS LES INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

PROPRIETES PHYSIQUES DE L'AMMONIAC

Température de fusion	- 77,7°C à 1,013 bar
Température d'ébullition / <i>Dégénération</i>	- 33,4°C à 1,013 bar
Densité (-33,4°C)	0,682 kg/l liquide à 1,013 bar
(-33,4°C)	0,889 kg/m ³ gaz à 1,013 bar
(0°C)	0,771 kg/m ³ gaz à 1,013 bar
Température d'inflammation	651°C (selon norme DIN 51794)
Température de décomposition	au delà de 450°C
Produit décomposé dangereux	Hydrogène
Concentration combustible dans l'air	15% - 28% (pourcentage en volume)
Réaction dangereuse	En contact avec les acides, neutralisation violente et fort dégagement de chaleur
Autres dangers	Attaque le cuivre, le zinc et leurs alliages
Poids moléculaire	17,032
Température critique	133°C
Pression critique	11,42 MPa
Chaleur d'évaporation à 33,4°C et 1,013 bar	1,370 kJ/kg
Densité relative du gaz en comparaison avec l'air sec à 0°C et 1,013 bar	0,6
Solubilité avec les huiles classiques	Faible

* L'ammoniac ne peut pas brûler à l'air libre si le feu n'est pas entretenu par une flamme ou un catalyseur. L'ammoniac peut brûler seulement dans un espace clos.

Source AFF - Avril 1995

INFLUENCES PHYSIOLOGIQUES DE L'AMMONIAC SUR L'ETRE HUMAIN

		Durée d'exposition autorisée
25	L'odeur est sentie par la plupart des personnes. Les concentrations faibles, environ 5 ppm, sont plus facilement détectées à basse température (<0°C).	Journée de 8 heures autorisée.
50	Odeur caractéristique. Le personnel expérimenté veut s'enfuir.	Valeur VLE journée de 8 heures autorisée.
100	Aucune influence dangereuse sur les personnes en bonne santé. Impression désagréable pouvant créer l'anxiété ou la panique.	Ne pas rester plus longtemps que nécessaire.
400-700	Irritation immédiate des yeux, du nez et des voies respiratoires. Les personnes habituées ne peuvent pas supporter cette concentration.	Aucun dommage corporel sérieux durant la 1ère heure.
1700	Toux, irritation violentes dans le nez, les yeux et les voies respiratoires.	Dommages corporels graves en une demi-heure.
2000 - 5000	Toux, contractions et irritations violentes dans le nez, les yeux et les voies respiratoires.	Décès en moins d'une demi-heure.
7000	Paralysie, asphyxie.	Décès en quelques minutes.

Une concentration de 2-5 ppm est détectable à l'odeur, suivant l'odorat de l'individu, la température ambiante et l'humidité relative de l'air. L'avantage de l'ammoniac réside dans sa détection à l'odeur à partir de concentrations faibles, ce qui est un signal d'alerte permettant aux personnes de s'éloigner rapidement. L'ammoniac forme un brouillard dans l'air, ce qui est un excellent avertissement. Si l'ammoniac forme un brouillard blanc dans un espace clos, la mauvaise visibilité indique que la concentration dépasse 4%. Si la visibilité est acceptable, cela signifie que la limite de combustion est très loin d'être atteinte.

Volatilité - souvent utilisé dans les frigos. en i.a.a. son usage est avec effet de refroidissement dans les pompes à chaleur.

9

- Fin -