

# LE CONTRÔLE DE L'HUMIDITÉ ET DES CONTAMINANTS DANS UN SYSTÈME DE RÉFRIGÉRATION

PAR PIERRE LÉVESQUE

de *Climat-Control LP inc.*

La mise sous vide d'un système frigorifique est l'une des étapes importantes avant sa mise en service. Tous les gaz autres que du réfrigérant doivent être retirés du système avant son chargement. Ces gaz non condensables ainsi que l'humidité sont enlevés à l'aide d'une pompe à vide à haut rendement (*deep vacuum pump*).

## LES NOUVEAUX RÉFRIGÉRANTS

Les méthodes de déshydratation et de mise à vide des systèmes n'ont pas changé depuis l'arrivée des nouveaux réfrigérants (HFC'S). Par contre, ces méthodes doivent être très rigoureusement appliquées puisque les frigorigènes modernes exigent des résultats parfaits. Ce qui s'explique par le type d'huile qu'ils utilisent : l'huile polyol ester. En effet, ce lubrifiant est beaucoup plus vulnérable à la contamination par l'humidité et les gaz non condensables que l'étaient les huiles minérales et synthétiques employées avec les réfrigérants standard. Si la mise à vide est mal exécutée, cette caractéristique technique entraînera une réduction de la durée de vie des compresseurs hermétiques ou semi-hermétiques. L'impact monétaire d'une mauvaise procédure est d'autant plus lourd que croît le nombre de compresseurs de grande puissance en utilisation. Par exemple, il n'est plus rare de voir des compresseurs à vis de 140 HP de type semi-hermétique.

## LES CONTAMINANTS

Trois types de contaminants peuvent être présents :

- air (21 % d'oxygène et 78 % de nitrogène);
- humidité (vapeur ou liquide);
- autres polluants provenant de l'installation ou de l'usure du système apparaissant sous forme d'acide ou de carbone.

Le filtre déshydrateur installé sur un système enlève les contaminants tels que les matériaux de construction, le fondant (*flux*) et les dépôts de brasage ainsi qu'une petite quantité d'humidité accumulée dans l'huile du compresseur.

Ces contaminants s'attaquent rapidement aux fluides du système et les détériorent. Ils causent ainsi de la corrosion, de la formation de carbone et de plaquage cuivre, et autres cocktails chimiques qui peuvent occasionner des problèmes aux compresseurs. Éliminer, ou abaisser le taux de contaminants à un niveau acceptable, prolonge la durée de vie du compresseur.

## IMPORTANCE DE L'INSTALLATION

Une bonne méthode d'installation réduit de 50 % les opérations de déshydratation et de mise sous vide du système. En voici les éléments :

- brasage en présence de circulation de nitrogène;
- isolation du compresseur du reste du système (surtout lorsque l'huile polyol ester est utilisée);
- conservation des composantes dans des conditions normales ambiantes lors de leur manipulation et de leur installation;
- essais d'étanchéité avec du nitrogène ultra-sec ou du CO<sub>2</sub>.

## HUMIDITÉ

Le mouvement moléculaire de la vapeur d'eau augmente lorsque sa température et son différentiel augmente. L'humidité relative détermine la température du point de rosée à laquelle la condensation se formera. Dans les situations qui suivent les risques d'infiltration d'humidité dans un système augmentent :

- ouvrir un évaporateur ou une autre partie du système à l'air (atmosphère) lorsque la température du système est inférieure à la température ambiante;
- laisser un système ouvert sans pressurisation au cours d'une installation ou d'une réparation;
- remplir un compresseur ou une pompe à vide avec de l'huile entreposée dans un endroit froid tel qu'un camion de service en hiver;
- ouvrir les bouchons d'un déshydrateur provenant d'un endroit froid (camion de service).

## POINT D'ÉBULLITION DE L'EAU

La pression atmosphérique est de 14,7 lbs/po.ca au niveau de la mer, ce qui équivaut à une pression exercée par une colonne de mercure de 29.92 po. de hauteur. À cette pression, l'eau s'évapore à 212 °F. Pour exécuter un vide parfait dans un système de réfrigération, la pompe à vide doit abaisser la pression du système à 250 microns ou moins (.25 mm hg). Ainsi à cette pression, l'eau s'évapore à -12 °F et le technicien est assuré que le système a été vidé adéquatement.

Pression absolue			Températures évaporation de l'eau	Pression manomètre (correspondant au niveau de la mer)						
PSIA	In. Hg	Microns Hg		PSIG	In. Vac.	PSIA	In. Hg	Microns Hg	PSIG	In. Vac.
14.7	29.92	759,968	212° F.	0	0	.30	.62	15,748	65° F.	- 29.3
12.24	24.92	632,968	203° F.	- 5	.26	.52	13,208	60° F.	- 29.4	
9.78	19.92	505,968	192° F.	- 10	.21	.42	10,668	54° F.	- 29.5	
7.33	14.92	378,968	179° F.	- 15	.16	.32	8,128	47° F.	- 29.6	
4.88	9.92	251,968	161° F.	- 20	.11	.22	5,588	37° F.	- 29.7	
2.41	4.92	124,968	133° F.	- 25	.06	.12	3,048	23° F.	- 29.8	
.95	1.92	48,768	100° F.	- 28	.04	.08	2,000	15° F.	- 29.84	
.45	.92	23,368	77° F.	- 29	.03	.06	1,500	9° F.	- 29.86	
.41	.82	20,828	74° F.	- 29.1	.02	.04	1,000	1° F.	- 29.88	
.35	.72	18,288	69° F.	- 29.2	.01	.02	500	-12° F.	- 29.90	

## CONCEPT DE LA PRESSION

L'impact des molécules sur les parois des tubes crée une force enregistrée sur différents types de cadran. La pompe à vide enlève les molécules et réduit la pression dans le système. La progression du vide continue tant qu'il existe une différence de pression entre la pompe et le système. Dans les cas où cette différence est nulle et que la pompe

# UMIDITÉ ET DES S UN SYSTÈME FRIGORIFIQUE

n'atteint pas les microns désirés, il faut soupçonner la présence de fuites dans le système ou une saturation d'humidité de l'huile de la pompe. Cette huile doit être remplacée.

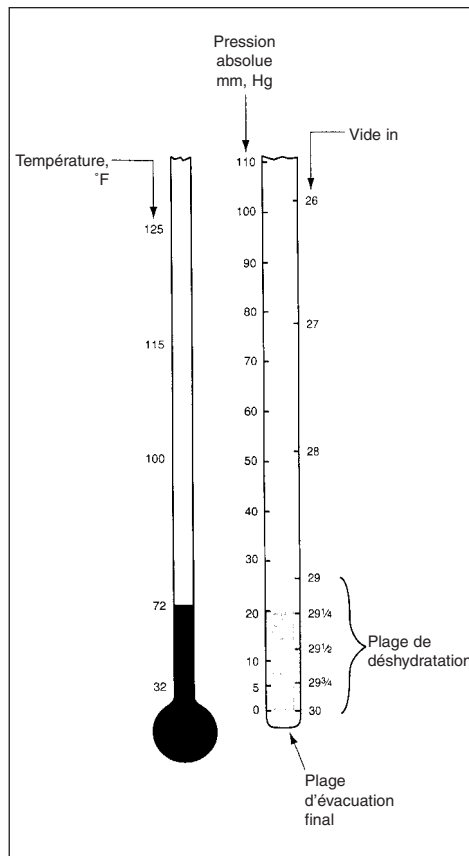
## MISE SOUS VIDE PAR LA MÉTHODE « TRIPLE VACUUM »

Normalement, 98 % des contaminants seront éliminés par la pompe à vide lors de la première mise sous vide du système. Les 2 % résiduels seront éliminés progressivement par la seconde et la troisième mise sous vide car chacune enlèvera 98 % du 2 % restant.

On procède ainsi :

- faire le premier vide à 1 500 microns. Cette étape est la plus longue. Elle dépend de la grosseur du système et de la quantité des contaminants en présence;
- briser le vide à 2 psig avec de l'azote ultra-sec et laisser l'azote absorber les contaminants pendant plusieurs minutes;
- changer l'huile de la pompe et évacuer le système encore à 1 500 microns;
- briser le vide à 2 psig avec le réfrigérant employé dans le système;
- installer les filtres déshydrateurs et serrer les garnitures (*packings*) de valve sur tout le système;
- changer l'huile de la pompe et évacuer le système à 250 microns ou moins;

Le système est maintenant prêt au chargement.



Dans la mesure du possible, le compresseur doit toujours être traité séparément du reste du système. L'huile du compresseur agit comme une éponge à l'humidité : l'huile n'a pas la même pression de vapeur que celle de la pompe à vide et elle peut contenir un certain niveau d'humidité. Normalement ce niveau est acceptable à partir de 1 500 microns et moins; plus haut que ce niveau, il faut remplacer l'huile du compresseur.

Le manomètre électronique à vacuum doit être raccordé dans la partie la plus éloignée du système. Par exemple, si le vide se fait par la ligne de décharge et d'aspiration alors le manomètre sera branché sur la ligne de liquide.

**Ces méthodes doivent être très rigoureusement appliquées puisque les frigorigènes modernes exigent des résultats parfaits.**

## POMPE À VIDE

Voici quelques précautions à prendre pour obtenir un bon fonctionnement de la pompe à vide :

- toujours utiliser une huile avec une pression de vapeur inférieure à 0,1 micron. Cette huile peut être de l'huile hydraulique avec un additif pour prolonger la vie de la pompe;
- vidanger la pompe après chaque usage;
- toujours ouvrir le purgeur (*bleeder*) lors des premières minutes d'utilisation (pour empêcher l'humidité de se condenser dans l'huile lorsque le débit massique de la pompe est à son niveau le plus élevé);
- utiliser des tubes en cuivre ou des boyaux spécialement conçus pour les vides (les boyaux de manomètres conventionnels respirent sous vide);
- utiliser des tubes de 3/8 po. OD minimum pour les petites installations et de 1/2 po. OD pour les installations de plus grande puissance;
- entreposer la pompe dans des conditions ambiantes normales.

## TEMPÉRATURE DE MISE SOUS VIDE

La mise sous vide d'un système doit se faire dans des conditions de température normale, préférablement à plus de 70 °F. À cette température, l'eau s'évapore lorsque la pompe atteint 20 mm de pouce de mercure. Il n'est pas recommandé de procéder à une mise sous vide lorsque la température est inférieure à 50 °F, à moins de chauffer les différentes parties du système.

