

# LES AVANTAGES DU SOUS-REFROIDIS



PAR PIERRE LÉVESQUE  
de Climat-Control PL inc.

Le terme « sous-refroidissement » est défini comme un réfrigérant liquide pur dont la température est inférieure à sa température de saturation à une pression constante. Le sous-refroidissement peut se faire par moyen naturel ou mécanique. La figure A montre un système dont le sous-refroidissement est effectué par moyen naturel. Le phénomène se produit dans la dernière partie du condenseur. Il peut atteindre 10 °F pour un condenseur à l'air et 15 °F pour un condenseur évaporatif. Un condenseur à air sélectionné à 15 °FTD peut fournir du liquide à 90 °F lorsque la température extérieure est à 85 °F. La figure B montre quant à elle un système dont le sous-refroidissement est obtenu par moyen mécanique. Ce genre d'installation est le plus souvent utilisé sur des systèmes à basse température d'évaporation.

## ÉCHANGEUR DE CHALEUR

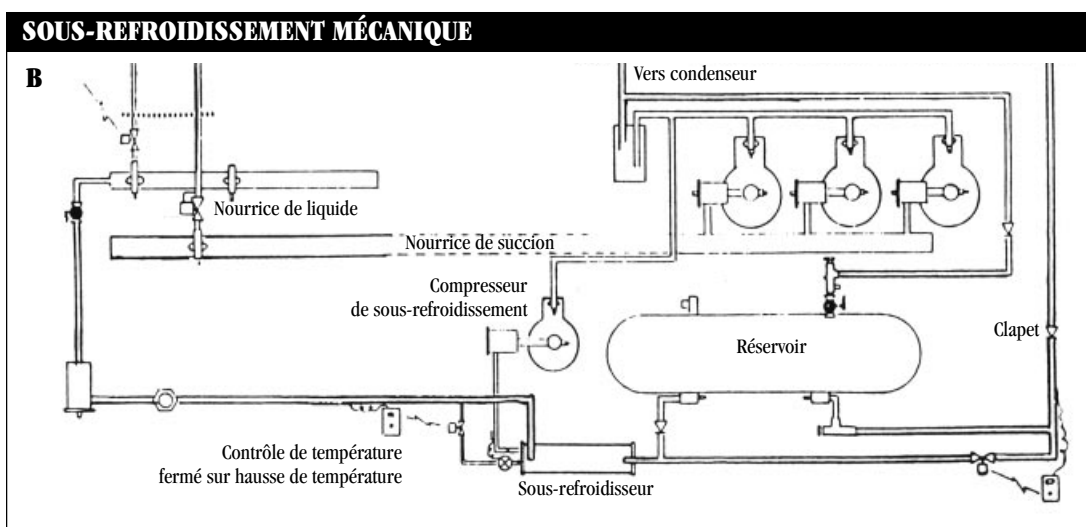
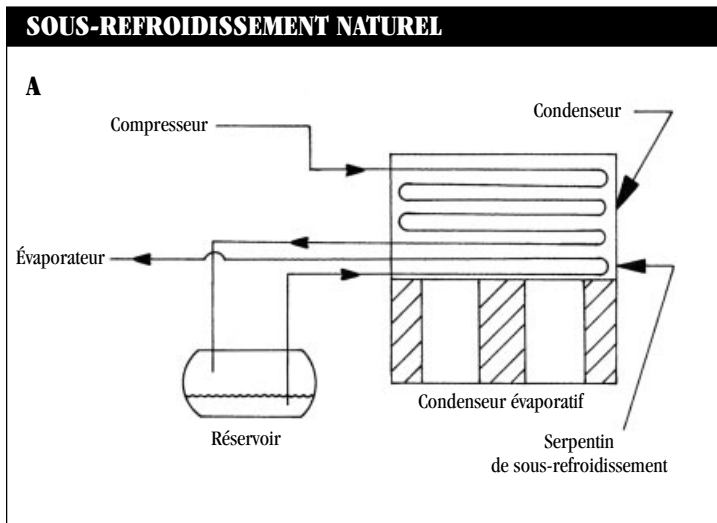
Un moyen simple pour produire quelques degrés de réduction de chaleur dans la ligne de liquide est l'installation d'un échangeur de chaleur entre la ligne d'aspiration et celle du liquide.

La capacité des compresseurs est habituellement fournie avec des conditions de vapeur à 65 °F à l'entrée du compresseur. Pour certains types de réfrigérant, la différence entre les gains de

## APPLICATION

Pour un système fonctionnant à 0 °F de température d'évaporation avec du réfrigérant R-22 (HCFC), la chaleur contenue dans le liquide à 90 °F (à l'entrée du détendeur thermostatique) est de 36,15 Btu/lbs et de 10,4 Btu/lbs dans le liquide à 0 °F (à la sortie du détendeur thermostatique). La différence de 25,75 Btu/lbs (36,15 Btu - 10,4 Btu) et les gains absorbés par chaque livre de réfrigérant passant au travers l'évaporateur est l'effet net de réfrigération. Cet effet net est diminué lorsque la température du liquide est augmentée (sous-refroidissement faible) et lorsque la surchauffe des gaz à la sortie de l'évaporateur est augmentée (surchauffe élevée).

Dans cette application, pour chaque livre de réfrigérant sortant du détendeur thermostatique 27 % de liquide s'évapore (*flash gas*) avant même d'absorber la chaleur du procédé. La chaleur latente requise pour vaporiser du R-22 à 0 °F étant de 94,05 Btu/lbs, la quantité de liquide non évaporé



## AVANTAGES DU SOUS-REFROIDISSEMENT

Les avantages du sous-refroidissement sont nombreux :

- augmentation de l'efficacité nette de réfrigération pour les réfrigérants ayant une chaleur latente faible et une densité élevée;
- élimination de la vapeur instantanée dans une ligne de liquide où la perte de pression et la pression statique sont élevées;
- diminution de la puissance consommée par le compresseur (kW/t);
- augmentation de la capacité de 25 % d'un système frigorifique de faible rendement;
- le sous-refroidissement est presque gratuit sur les systèmes opérant avec un compresseur à vis muni d'un économiseur.

chaleur (sensible) absorbée par l'échangeur et la perte de chaleur dans la ligne de liquide peut augmenter l'efficacité du système. Pour d'autres réfrigérants, cette différence est négligeable ou peut nuire au système.

à la sortie du détendeur thermostatique multipliée par la chaleur latente de vaporisation aux conditions de température à l'évaporateur est l'effet net de refroidissement (soit 73 % x 94,05 Btu/lbs = 68,65 Btu/lbs,

# SEMENT

58 lbs-min pour un système de 20 tonnes). L'effet net de refroidissement est toujours inférieur à la chaleur latente de vaporisation du réfrigérant.

Reprenons cette application, cette fois avec un liquide refroidi à 40 °F. L'effet net de refroidissement est augmenté de 68,65 Btu/lbs à 83,70 Btu/lbs, 47 lbs/min pour ce même système, une augmentation de 20 % sur l'efficacité nette de l'évaporateur.

La densité d'un liquide augmente lorsqu'il est refroidi, le débit massique dans l'évaporateur est diminué pour absorber les mêmes gains. Le volume des gaz (PCM) pompé par le compresseur reste identique, donc la teneur en huile circulant dans le système reste la même. Le ratio frigorigène – huile peut augmenter dans l'évaporateur; il faut donc s'assurer d'une bonne vélocité dans les distributeurs et dans les tubes de l'évaporateur pour permettre un bon retour d'huile vers le compresseur. Il est donc

recommandé d'effectuer certaines vérifications avant de faire l'installation de ce type d'installation sur des systèmes existants. Il est également important de vérifier la capacité du détendeur thermostatique. Un liquide sous-refroidi à 40 °F demande un orifice plus petit par rapport à un détendeur thermostatique dimensionné pour une température de liquide à 90 °F.

Le sous-refroidissement mécanique est surtout employé avec des systèmes à basse température d'évaporation. Le rapport btu/watt est normalement toujours plus élevé lorsque la pression d'aspiration est faible et lorsque le ratio du compresseur est augmenté. Il est avantageux d'avoir un système de réfrigération séparé pour sous-refroidir le liquide. Ce système fonctionne à des températures de saturation plus élevées 35 °F de température d'évaporation et possède une température d'approche faible nécessitant moins de watt/btu. Ainsi, la différence entre l'énergie consommée par le circuit du sous-refroidisseur et l'efficacité nette de réfrigération du système principal peut atteindre plus de 20 % sur l'énergie consommée pour le procédé.

## UN DOUBLE AVANTAGE

En plus de permettre le fonctionnement du système avec moins de réfrigérant, il est très avantageux d'installer un sous-refroidisseur, surtout sur les systèmes à basse température et de grandes puissances, car le retour sur l'investissement est très court. Pour un système de 100 HP (75 kW) qui fonctionne 16 h/jours, l'économie peut facilement atteindre 6 000 dollars annuellement sans compter le refroidissement naturel en hiver. ☺

## DIAGRAMME ENTHALPIE

