

ÉTUDE

LES ÉCHANGEURS DE COMME SOUS-REFROI

Les échangeurs de chaleur à air ont, en général, une fonction bien précise, telle que refroidissement d'air ou évacuation de la chaleur de rejet. Il existe une fonction moins connue qui est le sous-refroidissement du liquide après condensation. Explications.

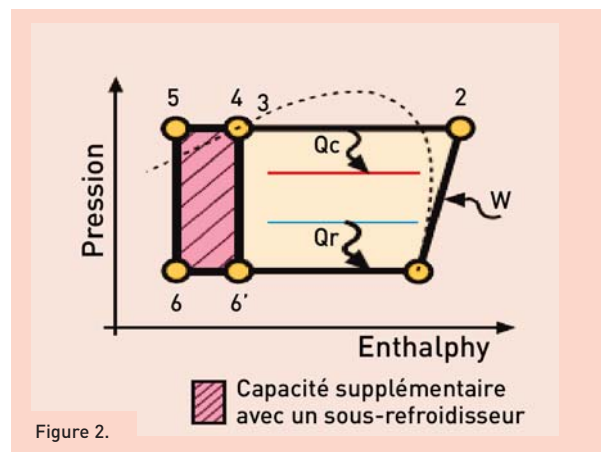
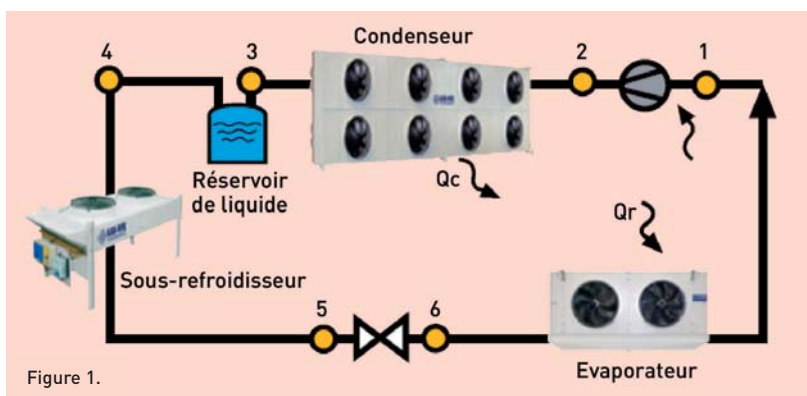
Par
Jean-Michel Degoulet,
gérant Lu-Ve
Contardo
France

Le sous-refroidissement liquide est plus généralement utilisé sur les centrales de production de températures négatives. Ce sous-refroidissement est produit par la centrale positive à travers un échangeur à plaques ou bien par un échangeur liquide vapeur directement sur l'évaporateur. L'adjonction d'un refroidisseur de liquide utilisant l'air comme source froide permet d'améliorer considérablement le rendement de l'installation.

Le fluide réfrigérant, en sortie d'un condenseur, est généralement recueilli dans un réservoir de liquide, dans lequel coexistent les phases liquide et vapeur. Par conséquent, la température du fluide à la sortie du réservoir de liquide coïncide avec la température de condensation moins les pertes de charge subies par le réfrigérant lorsqu'il traverse le condenseur (qui réduisent la température de valeurs normalement inférieures au degré).

ment est réintroduite dans le cycle de refroidissement comme effet utile (aucune consommation énergétique) pendant la phase d'évaporation (voir figure 2).

Un autre avantage du sous-refroidissement, appréciable en installation, est d'éviter la vaporisation due aux pertes de charge trop importantes dans la ligne liquide.



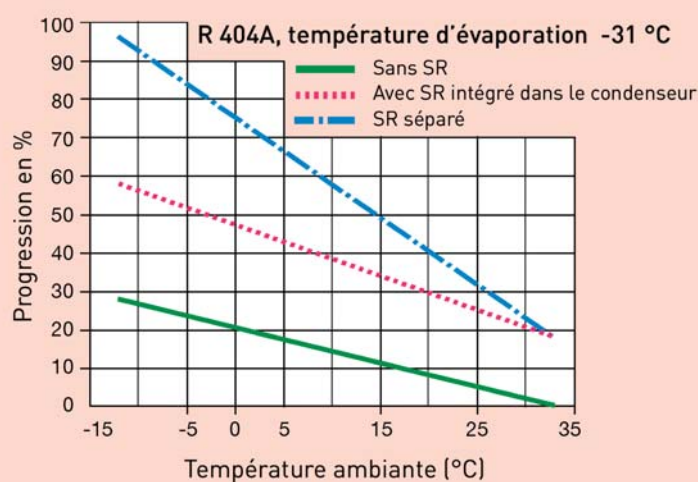
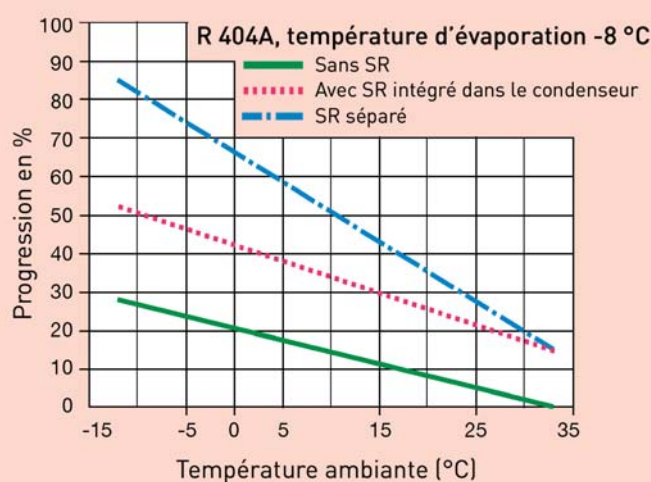
Le sous-refroidissement peut se faire dans une partie spécifique d'un condenseur, ou dans un appareil indépendant affecté à cette fonction. Cette seconde option, en plus de préserver le potentiel du condenseur (qui reste donc dans sa configuration optimale), présente l'avantage de déconnecter la logique de régulation du condenseur à air et celle du sous-refroidisseur de liquide. Ceci alors que la pression (et donc la température) du condenseur à air doit être maintenue à un niveau acceptable pour garantir une alimentation correcte du détendeur. Aussi doit-on intervenir en régulant la ventilation aux faibles températures ambiantes et/ou aux faibles charges thermiques. L'échangeur affecté au sous-refroidissement a une ventilation constante et fournit donc le sous-refroidissement de température maximum.

Les graphiques ci-dessous illustrent pour deux applications différentes (évaporation à -8 °C et -31 °C) l'augmentation en pourcentage du COP (coefficient de performance) en

Sous-refroidir le liquide condensé avant détente dans l'évaporateur présente l'avantage thermodynamique d'augmenter l'écart d'enthalpie obtenu par le réfrigérant dans l'évaporateur. La figure 1 représente schématiquement le positionnement d'un sous-refroidisseur dans une installation frigorifique. Ceci se traduit par une augmentation de la puissance frigorifique et de l'efficacité énergétique. En pratique, toute la chaleur rejetée pendant la phase de sous-refroidisse-

CHALEUR À AIR

DISSEURS DE LIQUIDE



fonction de la température ambiante et, à partir de là, la condition nominale de 33 °C. Le COP est le rapport entre la puissance frigorifique et la puissance électrique absorbée du compresseur. Une augmentation du COP entraîne, à énergie frigorifique utile identique, une réduction de la consommation d'énergie électrique du compresseur. Les graphiques se réfèrent à des installations standard et ont une valeur indicative.

Trois cas sont possibles.

1. Pas de sous-refroidissement : l'augmentation du COP est due à la seule diminution de la température de condensation, contrôlée par la régulation de vitesse des ventilateurs du condenseur.

2. Avec un sous-refroidissement intégré dans le condenseur : l'augmentation du COP est importante dans les conditions nominales (avec 7°K de sous-refroidissement) et reste constante (en pourcentage) lorsque la température ambiante varie.

3. Avec un sous-refroidissement séparé, dans lequel le débit d'air n'est pas régulé : la quantité de sous-refroidissement (supposée identique à celle du cas précédent dans la condition nominale de 7°K) augmente au contraire considérablement quand la température ambiante diminue. Il est évident que la solution de sous-refroidissement séparé permet une amélioration bien plus significative des performances de l'installation frigorifique, égale à 30-40 %, par rapport au COP nominal pour une température extérieure de 15 °C.

La régulation sur le condenseur agit sur la hauteur du cycle et la ventilation sur le sous-refroidisseur agit sur la largeur du cycle. Cette séparation des fonctions optimise le gain acquis au sous-refroidisseur.

La présence d'un sous-refroidisseur séparé sur une installation neuve permet un dimensionnement plus faible des compresseurs. Cet avantage est décisif, car l'investissement d'un sous-refroidisseur est amorti sur une période de 3 à 6 mois.

L'adjonction d'un sous-refroidisseur sur une installation existante « booste » la puissance disponible. Cela permet de redonner de la puissance à des installations un peu vieillissantes ou à des installations devenues sous-dimensionnées par l'évolution du nombre des postes de froid. Le remplacement du R 22 engendre en général des pertes de puissance qui peuvent être compensées par cet artifice.

Les échangeurs à air actuels permettent d'obtenir des valeurs de sous-refroidissement très proche de la valeur du delta T de condensation (90 % du ΔT).

La puissance de la ventilation sur les sous-refroidisseurs est de l'ordre de quelques % (en moyenne 5 %) de la puissance récupérée, ce qui est négligeable.

Grâce aux échangeurs à air ayant une grande densité de tubes, le dimensionnement des sous-refroidisseurs est devenu très économique et le temps de retour sur investissement compris entre 3 et 6 mois.

Cette application est appelée à un grand avenir ; c'est pour cette raison que Lu-ve a développé la gamme SUB, qui est déclinée avec différents niveaux sonores.