

Zoom

Les sous-refroidisseurs de liquide, une technologie intéressante

Augmentation
du coefficient de performance
Une technologie économique

Jean-Michel DEGOULET,
gérant Luve Contardo

Les échangeurs de chaleur à air ont en général une fonction bien visible, telle que le refroidissement de l'air ou l'évacuation de la chaleur de rejet. Mais ils peuvent également jouer un rôle moins connu : le sous-refroidissement du liquide après condensation.

Le sous-refroidissement liquide est 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 est égale à la température de condensation moins les pertes de charge subies par le réfrigérant lorsqu'il traverse le condenseur (celles-ci réduisent la température de valeurs normalement inférieures au degré).

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 schématise le positionnement d'un sous-refroidisseur dans une installation frigorifique : cela 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-refroidissement est réintroduite dans le cycle de refroidissement comme effet utile (aucune consommation énergétique) pendant la phase d'évaporation. > Figure 2

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

Augmentation du coefficient de performance

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 conden-

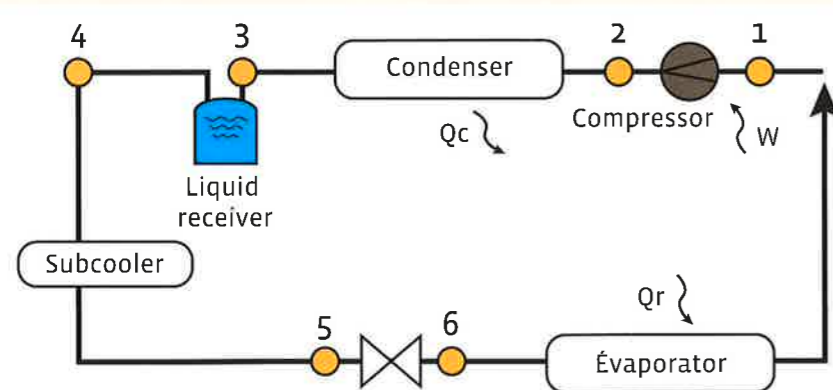


Figure 1 Positionnement du sous-refroidisseur dans la boucle.

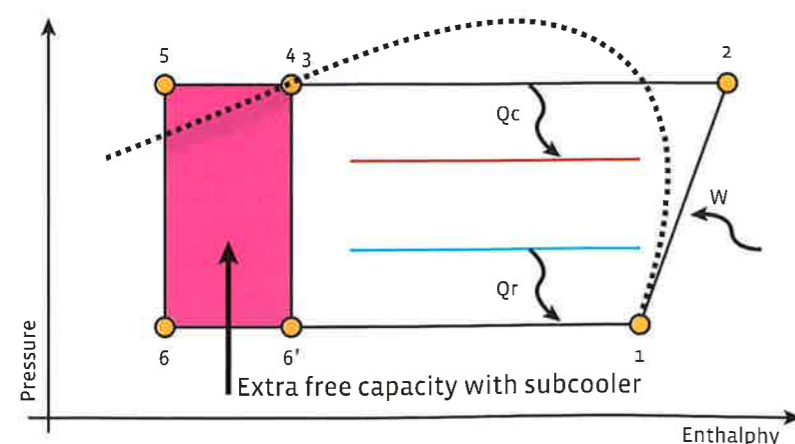


Figure 2 Augmentation de la puissance frigorifique due au sous-refroidisseur.

seur (qui reste donc dans sa configuration optimale), présente l'avantage de déconnecter la logique de régulation du condenseur à air de celle du sous-refroidisseur de liquide, 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, on doit 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 donc fournit le sous-refroidissement de température maximum.

Les graphiques de la Figure 3 illustrent, pour deux applications différentes (évaporation à -8°C et à -31°C), l'augmentation en pourcentage du coefficient de performance en 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 standards et ont une valeur indicative.

Trois cas sont alors possibles. Dans le premier, il n'y a pas de sous-refroidissement : l'augmentation du COP est due à la seule diminution de la température de condensation, contrôlée par la régulation de la vitesse des ventilateurs du condenseur. Dans le deuxième, le sous-refroidissement est 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. Enfin, dans le dernier, le sous-refroidissement est séparé et 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 ou 40 %, par rapport

au COP nominal pour une température extérieure de 15°C .

Une technologie économique

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 permis par le 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 pour un sous-refroidisseur est amorti sur une période de trois à six mois.

L'adjonction d'un sous-refroidisseur sur une installation existante augmente la puissance disponible. Cela permet de redonner de la puissance sur des installations vieillissantes ou sous-dimensionnées suite à 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 proches de la valeur du ΔT de condensation (90 % du ΔT).

La puissance de la ventilation sur les sous-refroidisseurs est de l'ordre de quelques pourcents (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 désormais économique et le temps de retour sur investissement compris, lui aussi, entre trois et six mois. Une application qui a de l'avenir... ■ 33-811

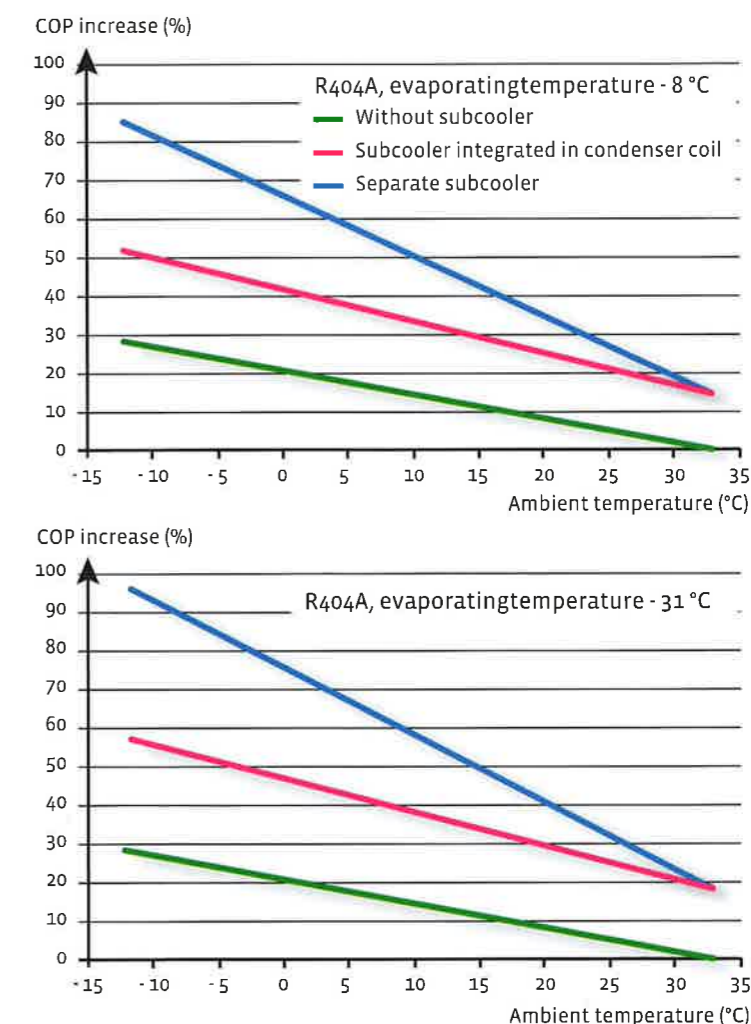


Figure 3 Comparaison du coefficient de performance avec ou sans sous-refroidisseur.