

3.1.2 Loi de pression saturante

Pour que le changement de phase puisse se réaliser, il est nécessaire de fournir ou de retirer de l'énergie, appelée **chaleur latente de changement d'état**. Au cours de la vaporisation, on observe des variations importantes du volume spécifique, la vapeur étant de l'ordre de 600 à 1000 fois moins dense que le liquide. Cette modification de volume spécifique se fait à **pression et température constantes**.

A titre d'exemple, la figure 3.1.2 présente la loi de pression saturante de l'eau $P_{vs}(T)$, en dessous de 100 °C, température de saturation de l'eau à 1 atm, c'est-à-dire environ 1 bar.

Elle montre que la pression de saturation de l'eau à température ambiante est très basse. Pour 20 °C, elle est de l'ordre de 0,025 bar.

Dans le condenseur d'une centrale à vapeur, on cherche à condenser la vapeur qui sort de la

turbine à la température la plus basse possible afin d'augmenter le rendement du cycle. Le fluide de refroidissement du condenseur est généralement l'air extérieur ou l'eau d'un fleuve, qui sont à des températures basses, proches de 10 °C en demi-saison pour fixer les idées. La température de condensation de l'eau dans le condenseur est donc aussi

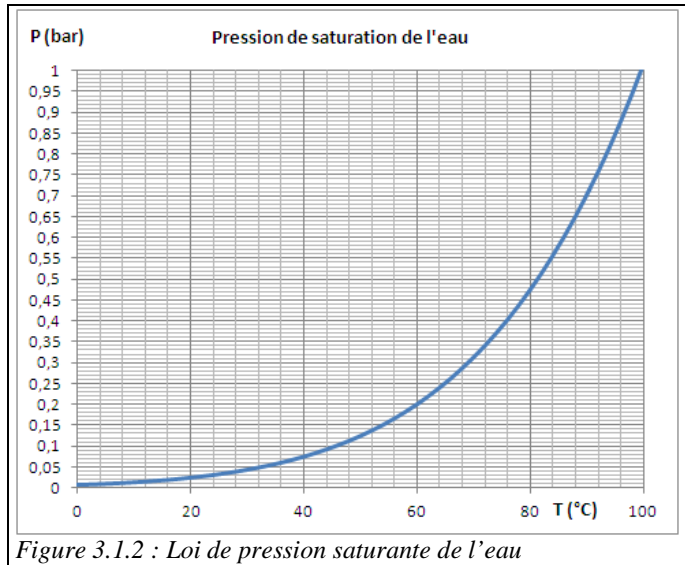


Figure 3.1.2 : Loi de pression saturante de l'eau

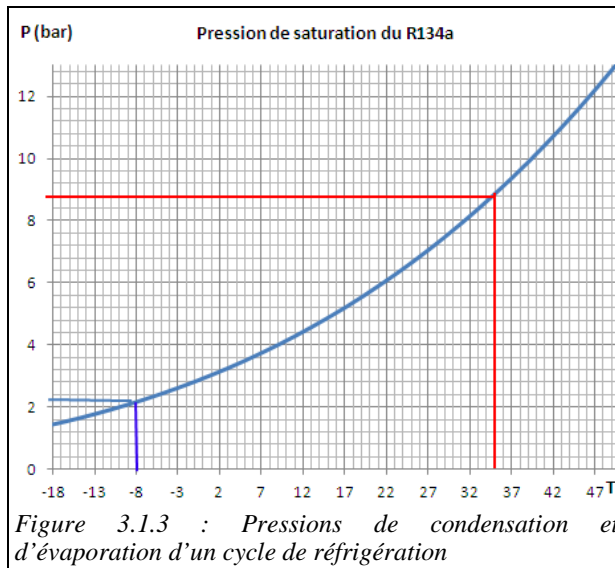


Figure 3.1.3 : Pressions de condensation et d'évaporation d'un cycle de réfrigération

basse que possible, et celui-ci fonctionne à une pression très faible, largement inférieure à l'atmosphérique.

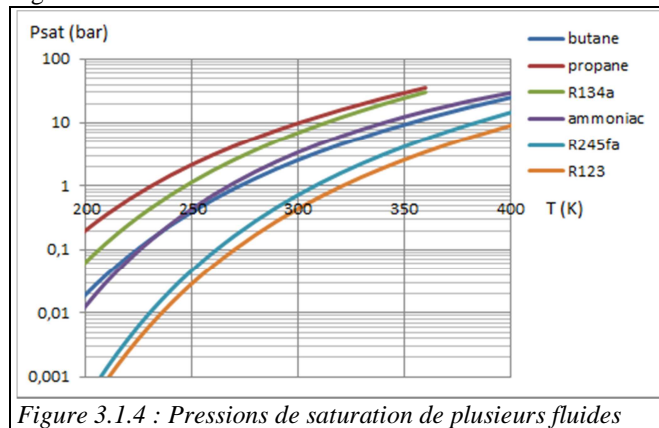
La figure 3.1.3 est un agrandissement de la loi de pression saturante du R134a, entre $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Examinons ses implications en terme de valeur des pressions d'évaporation et de condensation du fluide de travail d'une installation de réfrigération à compression de vapeur où on suppose que l'enceinte froide est à la température $T_{\text{ef}} = -8\text{ }^{\circ}\text{C}$, et l'air extérieur à $T_{\text{a}} = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La courbe de la figure 7.1.3 montre que, si l'on utilise ce fluide comme réfrigérant, la pression d'évaporation doit être inférieure à 2,1 bar environ pour que l'évaporation prenne place à une température T_{evap} inférieure à $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ et que l'enceinte froide puisse céder de la chaleur au fluide. Au condenseur, la pression doit être supérieure à 8,8 bar pour que la température de condensation T_{cond} soit supérieure à $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ et que le cycle puisse être refroidi par échange avec l'air extérieur.

La comparaison des pressions de condensation de l'eau et du R134a, par exemple à la température de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, montre que les pressions de saturation varient beaucoup selon le fluide thermodynamique choisi.

Pour une application donnée, la loi de pression saturante est l'un des critères de sélection du fluide de travail.



Les courbes de la figure 3.1.4 donnent les lois de pression saturante de divers fluides.

En pratique, il faut de surcroît qu'il existe un écart suffisant de température entre le fluide de travail et les sources avec lesquelles il échange de la chaleur, de telle sorte que la pression d'évaporation est encore plus basse, et la pression de condensation plus élevée.