

LE REFROIDISSEMENT DE CONFORT

L'excès de chaleur qui doit être évacué du bâtiment afin de maintenir la température intérieure à un niveau inférieur à la température maximale autorisée, est appelé besoin de refroidissement. Les systèmes de climatisation utilisés pour refroidir activement les bâtiments se répartissent, d'une manière générale, entre les trois types suivants :

- Systèmes de refroidissement par l' air
- Systèmes de refroidissement par l' eau
- Systèmes combinant les deux précédents (air et eau)

Il est important de distinguer le besoin sensible de refroidissement dû à la chaleur sensible et la puissance de refroidissement totale, qui comprend également la chaleur latente. La puissance de refroidissement dû à la chaleur sensible est la puissance qui résulte de la différence de température entre la température souhaitée et la température qu'on aurait sans refroidissement de confort. La puissance de refroidissement totale doit aussi comprendre le besoin de refroidissement dû à la chaleur latente. On entend par là, la différence d'enthalpie qu'il faut produire pour déshumidifier l'air primaire sur la batterie de refroidissement de la centrale de traitement d'air. **Voir figure 16.** Si l'on inclut le besoin de refroidissement latent, le besoin de refroidissement total augmente généralement de plus de 100 %.

Systèmes de refroidissement par l' air

Dans ces systèmes, c'est le besoin de refroidissement qui détermine le débit d'air. Ce sont donc les contraintes thermiques, et non la qualité d'air, qui sont prépondérantes pour le dimensionnement.

Dans les bâtiments existants, il est généralement difficile et coûteux de remplacer le réseau de gaines d'air. S'il n'est pas possible d'apporter le débit d'air suffisant dans les conduites existantes afin de répondre aux besoins de refroidissement, on installe, lors de la rénovation, un système de refroidissement par eau. Le système de refroidissement doit pouvoir s'adapter aux variations du besoin de refroidissement, sur 24 h et sur l'année. Les deux principaux types de systèmes de refroidissement par air sont : le système à débit constant et le système à débit variable. On trouve aussi des combinaisons de ces deux systèmes.

Système à débit d'air constant (CAV)

Les systèmes CAV (Constant Air Volume) se caractérisent par un débit d'air constant. Les locaux ayant le plus grand besoin de refroidissement sont prépondérants pour la température de l'air primaire en sortie de la centrale de traitement d'air. Normalement la température de l'air primaire qui est préparée dans le groupe central de traitement d'air. Dans les autres locaux, l'air peut être réchauffé après coup.

Même si un système CAV apporte de l'air avec un débit constant, on utilise parfois des moteurs à deux vitesses pour les ventilateurs, pour pouvoir diminuer le régime lorsque le besoin de refroidissement du bâtiment le permet. Le débit d'air baisse alors proportionnellement au régime.

Dans un système CAV, la température de l'air primaire peut être constante ou variable. Si la commande de la température est centralisée ou si l'air primaire a une température constan-

te, on effectue, en hiver, une correction de la température dans chaque local, avec des radiateurs par exemple.

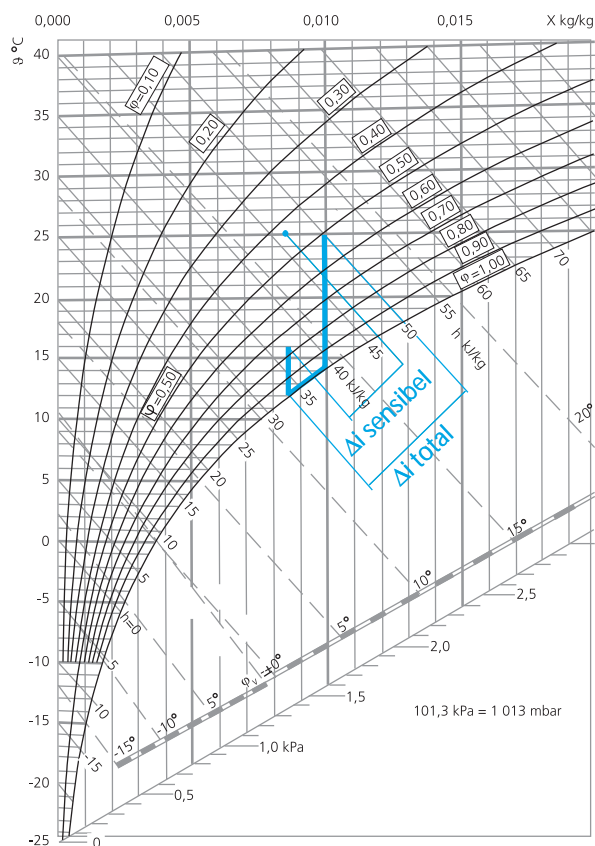


Figure 16. La somme des puissances de refroidissement latente et sensible donne la puissance de refroidissement requise.

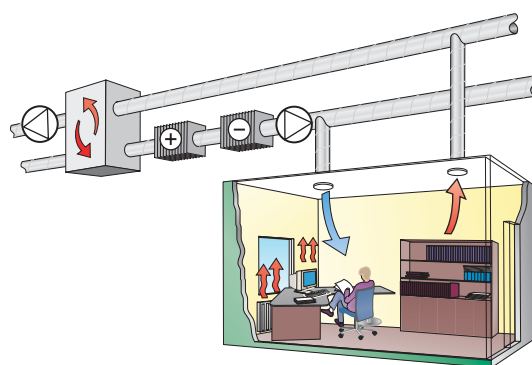


Figure 17. Principe de fonctionnement d'un système CAV.

LE REFROIDISSEMENT DE CONFORT

Systeme à débit d'air variable (VAV)

Dans les systèmes VAV (Variable Air Volume), le débit d'air diffusé dans chaque pièce varie selon les besoins, mais la température de l'air primaire est maintenue constante, autrement dit, la température de l'air primaire ne change pas avec la charge. Par contre, la température de l'air primaire varie normalement avec la saison, en fonction de la température extérieure.

Le débit d'air diffusé dans chaque local est contrôlé par un registre placé en amont de chaque diffuseur placé dans le local, alors que les ventilateurs d'air primaire et d'air extrait sont contrôlés au moyen d'anémomètres ou par des moteurs de ventilateurs à régime variable, généralement fréquentiels. La commande vise normalement à maintenir une pression statique constante dans un des circuits les plus éloignés. Le débit varie entre le maximum le jour le plus chaud et environ 20 % du maximum pendant les jours les plus froids de l'année, où l'air a pour seul rôle de satisfaire aux exigences du renouvellement d'air.

Systemes à refroidissement par l'eau

Ces systèmes fournissent aux différents locaux un refroidissement par eau. Les systèmes à air en place sont utilisés uniquement pour satisfaire aux exigences du renouvellement d'air.

En cas de transformation ou de rénovation, on préfère souvent ce type de refroidissement. Lors de l'installation du système, il reste généralement de la place dans les faux-plafonds pour y installer les tuyaux nécessaires à la distribution d'eau froide dans le bâtiment.

Systemes combinés

La combinaison de refroidissement simultané par de l'air et de l'eau peut revêtir différentes formes. Cela s'avère nécessaire lorsque la puissance amenée par l'air n'est pas suffisante pour les besoins des locaux.

On peut également combiner les systèmes par air en utilisant un système VAV (avec des unités VAV permettant de régler le débit d'air) pour une partie du bâtiment, ou pour certains locaux, et pour le reste, un système CAV.

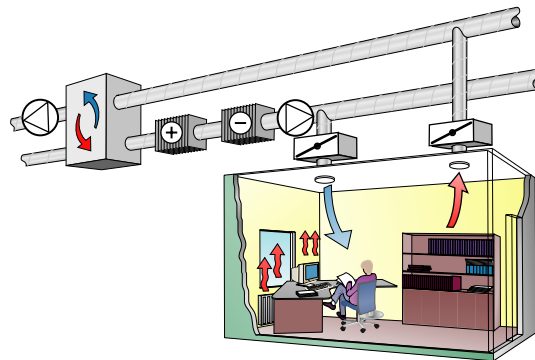


Figure 18. Principe de fonctionnement d'un système VAV.

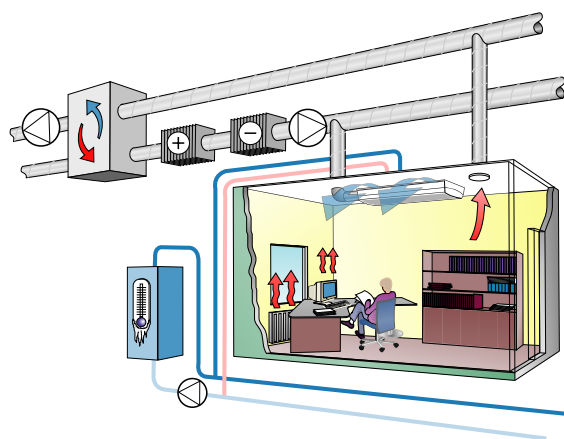


Figure 19. Principe de fonctionnement du refroidissement par eau.

Le refroidissement conventionnel par compresseur frigorifique

Produire du froid avec un appareil réfrigérant à compresseur est la manière « classique ». Quand on parle de produire du froid pour le confort avec une machine frigorifique, on pense généralement à cette solution.

Avec un groupe frigorifique à compresseur, on dispose d'une grande flexibilité en ce qui concerne la manière de fournir du froid au bâtiment. Comme il a été dit auparavant, il est possible d'alimenter en eau froide, soit la batterie de refroidissement d'une centrale de traitement d'air, soit les terminaux de refroidissement situés dans le local même, par exemple des poutres ou des ventilo-convecteurs.

Le refroidissement évaporatif

Le refroidissement évaporatif de l'air utilise le fait que la température de l'air baisse quand on le fait passer sur une surface humide. Le refroidissement est possible tant que l'air n'est pas saturé de vapeur d'eau. La température la plus basse que l'air peut atteindre avec ce type de refroidissement est limitée par la température humide de l'air.

Par refroidissement évaporatif direct, on entend un processus au cours duquel l'air primaire est humidifié et sa température abaissée. En même temps, le taux d'humidité de l'air primaire augmente. Lors d'un refroidissement évaporatif indirect, l'air extrait est humidifié, ce qui abaisse sa température. Ensuite, il se produit un échange de chaleur (sans transfert d'humidité) depuis l'air primaire vers l'air extrait.

La possibilité de refroidir dépend en grande partie des conditions de l'air extérieur. Plus il contient d'humidité (plus la quantité d'eau est élevée), moins bonne sera sa capacité de refroidir. On considère donc que la méthode est d'une utilité limitée pour les bureaux et autres locaux à usage commercial.

Le refroidissement par absorption

Pour pouvoir abaisser au maximum la température, il vaut mieux que l'air soit aussi sec que possible quand l'humidification commence. Dans le processus de refroidissement par absorption, l'humidification (procédé évaporatif) est complétée par une séchage de l'air primaire avant son humidification, voir **figure 22**.

Un groupe de refroidissement par absorption se compose par conséquent d'une partie qui déshumidifie l'air et d'une autre qui le refroidit (la partie évaporative). L'air primaire est déshumidifié par un rotor absorbeur d'humidité. Du côté air extrait, l'eau absorbée est expulsée du rotor. Cela demande de la chaleur. Par conséquent, un groupe de refroidissement par absorption a aussi besoin de chaleur.

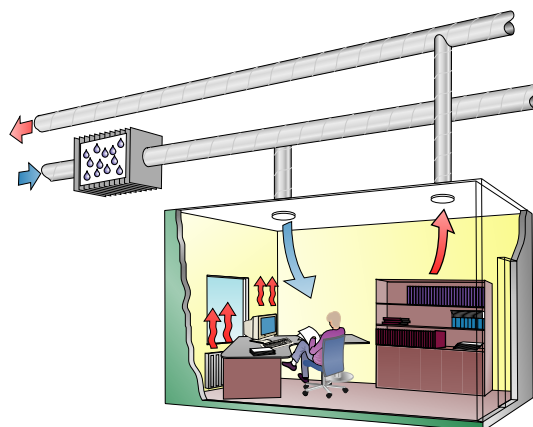


Figure 20. Principe de fonctionnement du refroidissement direct par évaporation.

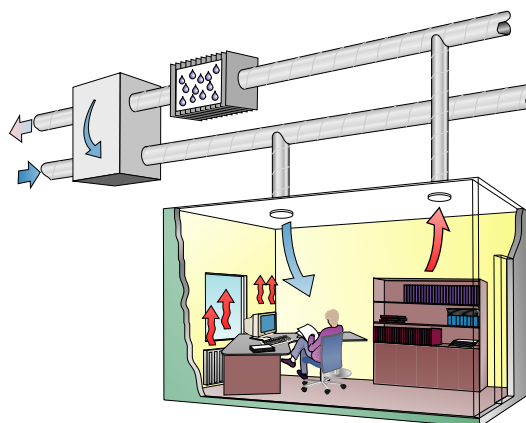


Figure 21. Principe de fonctionnement du refroidissement indirect par évaporation.

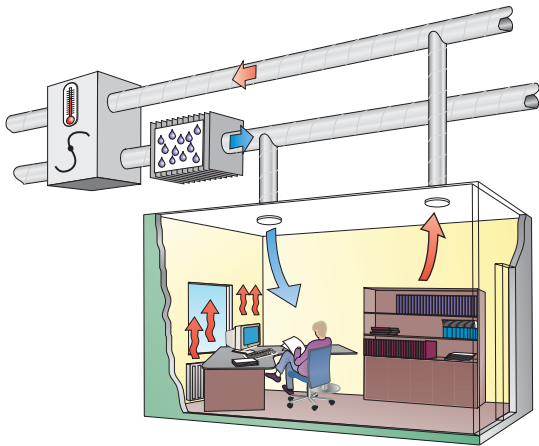


Figure 22. Principe de fonctionnement du refroidissement par absorption.

Le refroidissement urbain centralisé

On voit de plus en plus des producteurs d'énergie proposer à leurs clients le « refroidissement urbain centralisé ». Suivant les conditions d'exploitation, la composition et la densité de la clientèle, le froid est produit et distribué de différentes manières d'un lieu à un autre. Dans un système de refroidissement urbain, les unités de production peuvent être des sources de refroidissement libre (l'eau froide d'un lac, par exemple, utilisable directement pour refroidir), des machines frigorifiques à compresseur ou qui fonctionnent grâce à la chaleur.

Il est relativement courant d'exploiter le froid des pompes à chaleur existantes qui sont déjà utilisées pour alimenter le réseau de chauffage urbain. Auparavant, les clients qui se raccordaient à un réseau de refroidissement urbain avaient le plus souvent des besoins de refroidissement relativement importants. Ce pouvait être par exemple un ensemble hospitalier ou un centre commercial. Mais, de plus en plus, on propose à des maisons individuelles et à des immeubles de se raccorder.

Le client reçoit de « l'eau froide » dans une sous-station, selon le même principe que l'abonnement au chauffage urbain. De là, de l'eau secondaire est distribuée au(x) bâtiment(s) à refroidir, comme l'illustre la **figure 23**.

Comme pour le chauffage urbain, il est important de connaître les conditions de distribution du refroidissement urbain. Il est habituel que le fournisseur pose les conditions suivantes :

- Températures : par exemple, $t_{\text{amenée}} - t_{\text{retour}} = 6-16$ ou $7-17$, autrement dit : $\Delta t = 10$ K.
- Tarif débit : qui augmente si la différence de température diminue par rapport à celle convenue.

Le « free-cooling »

Pour les systèmes de refroidissement à eau, il y a la possibilité d'employer ce qu'on a coutume d'appeler le « free-cooling ». Dans ce cas de figure, il faut installer un aéro réfrigérant. Il est souvent intégré au système de refroidissement, voir **figure 24**. L'aéro réfrigérant est installé entre le groupe frigorifique et la distribution d'eau froide.

Quand on utilise la technique du « free-cooling » avec un système de refroidissement par eau, il est courant qu'à une température déterminée à l'avance, on laisse toute l'eau se refroidir directement par l'aéro réfrigérant. Par conséquent, en dessous de cette température, la machine frigorifique n'est pas utilisée. La température extérieure à laquelle le basculement intervient se situe normalement autour de 10 °C.

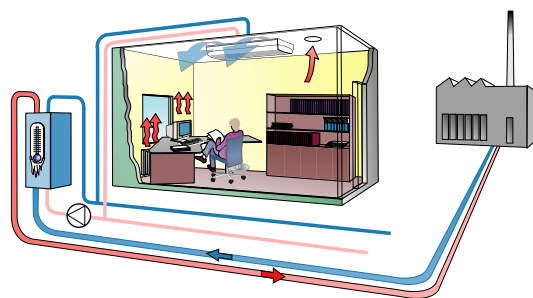


Figure 23. Le principe de fonctionnement du refroidissement urbain centralisé.

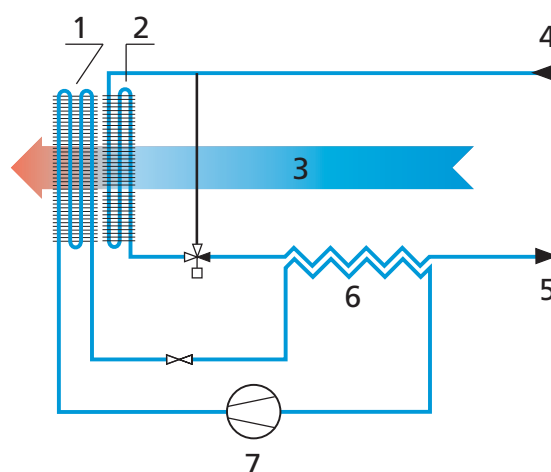


Figure 24. Un appareil frigorifique avec « free-cooling ».

1. Condenseur
2. Aéro réfrigérant
3. Air extérieur
4. Retour eau froide
5. Arrivée eau froide
6. Évaporateur
7. Compresseur