

## Systemes de rafraichissement :

### Climatisation électrique avec condensation à eau/à air

La majorité des systèmes de production de froid (groupes frigorifiques) fonctionnent à l'électricité. Le transfert d'énergie se fait sur une boucle d'eau froide vers le milieu extérieur.

Pour évacuer la chaleur absorbée dans la zone climatisée, on peut soit utiliser l'air extérieur (condensation à air), soit utiliser de l'eau (condensation à eau). Les deux technologies présentent des efficacités différentes. De plus, suivant la nature du compresseur (à vis, à piston ou centrifuge), les groupes ont des performances différentes :

Type d'équipement	Condensation	Efficacité frigorifique
Groupe de production d'eau glacée à piston	Air	2,8
	Eau	3,6
Groupe de production d'eau glacée à vis	Air	3,5
	Eau	4,6
Groupe de production d'eau glacée centrifuge	Air	3,0
	Eau	4,2

Attention : la condensation à eau nécessite des débits d'eau importants (de l'ordre de 1m<sup>3</sup>/h pour une puissance de 10 à 15 kW frigorifique), cette solution est à retenir uniquement lorsqu'on dispose d'une source d'eau suffisante à proximité (rivière, nappe phréatique). Il convient dans tous les cas de procéder à une étude hydrogéologique pour connaître les débits maximaux pouvant être exploités et définir l'emplacement des points de puisage et de rejet.

### Climatisation au gaz

La climatisation au gaz naturel est un cycle à absorption, où le fluide frigorigène est entraîné par une solution qui est capable de l'absorber à l'état gazeux. L'ébullition est obtenue grâce à un brûleur au gaz naturel.

Par rapport à la climatisation électrique, ce procédé se distingue en particulier sur deux points :

- Efficacité frigorifique plus faible, de 0,8 à 1,2 suivant la technologie des machines, ce qui entraîne des puissances plus élevées rejetées à la source chaude pour la même puissance frigorifique délivrée,
- Nécessité d'une source chaude à température aussi basse que possible, d'où le recours à des tours de refroidissement lorsqu'on ne dispose pas d'eau de rivière ou de nappe.

Ces caractéristiques font que les applications sont plus intéressantes lorsque des besoins de froid existent en tarification électrique d'hiver.

[Fiche OX « Climatisation à absorption »]

### Climatisation individuelle : splits, multisplits :

Les climatiseurs individuels sont destinés à rafraîchir des locaux divisibles, leur puissance est généralement comprise entre 1 et 10 kW. Ils intègrent leur propre circuit frigorifique et fonctionnent donc de manière autonome.

Généralement, ces appareils fonctionnent en recyclage d'air total sans apport d'air neuf. On distingue principalement deux types de systèmes : les splits (ou monosplits) et les multisplits. Les monosplits sont constitués d'une unité extérieure de production et d'une seule unité intérieure. Alors que les multisplits associent plusieurs unités intérieures sur une unité de condensation comprenant le compresseur et le condenseur.

Ces systèmes sont privilégiés dans les petits locaux, de par la simplicité de l'installation et du fonctionnement.

### Pompes à chaleur à capteurs enterrés :

Ces systèmes, généralement réversibles, puisent la chaleur ou le froid dans le sol, pour les restituer dans les locaux. L'échange de chaleur dans les locaux peut se faire de façon directe (fluide circulant dans le plancher) ou indirecte (échangeur, et circulation d'eau dans le plancher). Il faut faire attention aux problèmes de condensations dans le cas de la détente directe (à cause des températures basses du fluide). Ces techniques sont aujourd'hui en fort développement dans le secteur résidentiel ; les coefficients de performance sont intéressants (2 à 3 suivant la saison). On rencontre des systèmes avec capteurs enterrés horizontalement dans le sol et, plus récemment, des capteurs enterrés verticalement dans le sol (gain de place).

[Fiche OX « PAC à capteurs enterrés verticaux »]

### Distribution et émission

Ce paragraphe s'intéresse aux systèmes de climatisation centralisée, électrique ou au gaz.

En fonction de critères de base (type de traitement d'air, transfert de l'énergie), on peut adopter la classification suivante :

- les systèmes de rafraîchissement "tout air",
- les systèmes de rafraîchissement "tout eau",
- les systèmes de rafraîchissement mixtes, à air et à eau.

### **Les systèmes de climatisation "tout air"**

Dans ce type d'installations l'air est traité dans une centrale puis distribué via un réseau de conduits aérauliques.

#### **Systèmes à débit constant**

On distingue les systèmes unizones et les systèmes multizones. Pour le premier type, l'air est distribué à un ou plusieurs locaux avec des caractéristiques identiques. Pour le second, on peut avoir des batteries de réchauffage par zone ou des registres de mélange terminaux.

#### **Systèmes à débit variable**

Dans les installations précédentes, le débit d'air était constant et la température de l'air soufflé dans les locaux était variable. Ici, c'est le débit d'air qui change et la température qui est constante.

En définitive, les systèmes à air sont plutôt adaptés au traitement des grands volumes "monozones": centre commerciaux, auditoriums, salles polyvalentes?. La distribution multizone pose des problèmes de régulation terminale.

#### Complément sur la diffusion d'air

La diffusion de l'air dans les locaux doit toujours être optimisée afin d'être efficace et confortable. Différentes techniques sont envisageables suivant les usages (froid seul, froid et chaud) et les configurations de locaux [11]. Dans les locaux de grand volume ou de grande hauteur, la diffusion d'air par déplacement (soufflage d'air frais à faible vitesse, en partie basse) permet à la fois des économies d'énergie (on ne traite que la zone d'occupation) et une meilleure efficacité de ventilation (entraînement des polluants vers le haut) ; elle limite également les risques de courants d'air (en raison des faibles vitesses de soufflage).

#### Remarque sur le free-cooling

Avec les systèmes « tout air », le free-cooling doit être exploité au maximum, afin de limiter les consommations d'énergie.

### **Les systèmes de climatisation "tout eau"**

Ces systèmes sont caractérisés par le fait que les apports en air par zone ou locaux assurent uniquement une fonction hygiénique, et n'assurent pas de fonction énergétique. La production d'eau glacée est centralisée et dessert des réseaux de distribution hydraulique, l'émission de froid étant assurée par des unités terminales fonctionnant sur un régime d'eau glacée 7 - 12°C. De par ces températures réfrigérées, une certaine déshumidification de l'air traité se produit au passage dans les unités terminales. Ce qui nécessite en conséquence de surdimensionner la production frigorifique, et de prévoir un réseau de drains d'évacuation des condensats.

On distingue les unités de traitement d'air (UTA) et les ventilo-convecteurs (VCV). Les UTA peuvent desservir plusieurs locaux via un mini réseau de distribution, leur avantage principal est qu'ils peuvent être regroupés dans des locaux techniques facilitant ainsi les opérations de maintenance. Selon la nature du bâtiment, les UTA sont implantés dans les circulations communes près des locaux à traiter ou ils sont regroupés par étage dans un local technique.

Les appareils (UTA ou VCV) comprennent une ou deux batteries à eau, éventuellement une batterie électrique, un ventilateur à plusieurs vitesses. Le ventilateur de l'appareil aspire l'air ambiant, qui circule sur la batterie d'eau glacée et est rejeté dans le local ou dans un min réseau.

Les différentes installations se caractérisent par les différents modes de distribution qui leurs sont attachés (2 tubes, 2 tubes/2 fils, 4 tubes).

En définitive, les systèmes "tout eau" sont plutôt adaptés au traitement de petits locaux divisés "multizone", et notamment les bureaux, les hôtels?

### **Les systèmes de climatisation mixtes à air et à eau**

Une alternative aux ventilo-convecteurs consiste à prévoir des émetteurs froids capables de travailler à des températures d'eau plus élevées (15 -18°C au lieu de 7-12°C), sans ventilateur de brassage, et sans condensation d'air humide. Il peut s'agir par exemple de d'émetteurs surfaciques (planchers ou plafonds). Malheureusement, la puissance frigorifique est le plus souvent limitée, ce qui oblige de traiter partiellement les apports thermiques au niveau du traitement d'air, d'où le concept de systèmes mixtes à air et à eau.

### Les panneaux rayonnants

Le principe consiste à faire circuler de l'eau froide, soit dans des tubes noyés en dalle (plancher rafraîchissant), soit dans serpentins intégrés dans le faux plafond (plafond rafraîchissant). Une importance particulière doit être accordée à la régulation, qui doit tenir compte de la température de surface du panneau rayonnant, qui doit toujours être inférieure à la température de rosée de l'air ambiant afin d'éviter tout risque de condensation.

Les planchers rafraîchissants trouvent des applications dans le traitement de grands volumes. Les plafonds froids sont une alternative aux ventilo-convecteurs dans les espaces divisés (bureaux?), à condition de bien maîtriser le traitement d'air neuf.

### Les poutres froides

Les poutres froides sont constituées d'une batterie à eau à travers laquelle circule l'air ambiant qui sera refroidi, et un conduit d'apport d'air neuf (air primaire) équipé de buses. L'air primaire est injecté à grande vitesse, ce qui par effet d'induction, entraîne l'air ambiant qui est amené à passer sur la batterie froide.

Ces systèmes sont d'autant plus intéressants que les besoins d'air hygiéniques sont élevés, ce qui limite le surinvestissement propre au fonctionnement.

Avec les systèmes à eau précédents (panneaux rayonnants, planchers et plafonds froids, ?), l'exploitation de conditions favorables sur l'air extérieur pourra être optimisée via l'utilisation de dispositifs comme les tours de refroidissement.