

Climatisation et Conditionnement d'air : Les différents systèmes décentralisés

1. BILAN THERMIQUE DE CLIMATISATION

1.1. Introduction

Le calcul du bilan thermique de climatisation ou de conditionnement d'air permet de déterminer la puissance de l'installation qui pourra répondre aux critères demandés. **Ce calcul s'effectuera à partir des gains réels, c'est à dire au moment où les apports calorifiques atteignent leur maximum dans le local.** On distinguera :

- Les apports internes : ce sont les dégagements de chaleur sensibles et / ou latents ayant leurs sources à l'intérieur du local (occupants, éclairage et autres équipements),
- Les apports externes : ce sont les apports de chaleur sensible dus à l'ensoleillement et à la conduction à travers les parois extérieures et les toits.

1.2. Le bilan thermique

Le calcul précis d'un bilan thermique de climatisation est long et compliqué, car plusieurs facteurs entrent en jeu :

- les charges extérieures varient tout au long d'une journée.
- l'inertie du local
- isolation du local,

1.3. Charges externes

- Apport de chaleur par transmission à travers les parois extérieures (murs, toit, plafond et plancher) et les vitrages .
- Apport de chaleur par rayonnement solaire à travers les parois.
- Apport de chaleur par rayonnement solaire sur les vitrages
- Apport de chaleur par renouvellement d'air et infiltration

1.4. Charges internes

- Apport de chaleur par les occupants
- Apport de chaleur par l'éclairage
- Apport de chaleur par les machines et appareillages

1.5. Les charges thermiques totales

Le bilan thermique total (Q_T) est la somme de toutes les charges externes et internes. Il est plus pratique de faire la somme des charges sensibles (Q_S) et latentes (Q_L). D'où : $Q_T = Q_S + Q_L$

1.6. Puissance du climatiseur et de déshumidification

La puissance frigorifique du climatiseur représente les charges thermiques totales Q_T qu'il faut combattre pour chaque unité de temps.

La puissance du compresseur est généralement déduite à partir des catalogues des constructeurs.

Il est d'usage courant d'appliquer un certain coefficient de sécurité après avoir effectuée le calcul du bilan thermique de climatisation d'un local. La valeur généralement adoptée varie entre 0 à 5% selon que l'on connaît plus ou moins les éléments entrant lors de l'établissement du bilan thermique

Remarque 1 :

Pour le calcul de la puissance de climatisation, il existe des logiciels qui donnent cette puissance en fonction de plusieurs critères.

Remarque 2 :

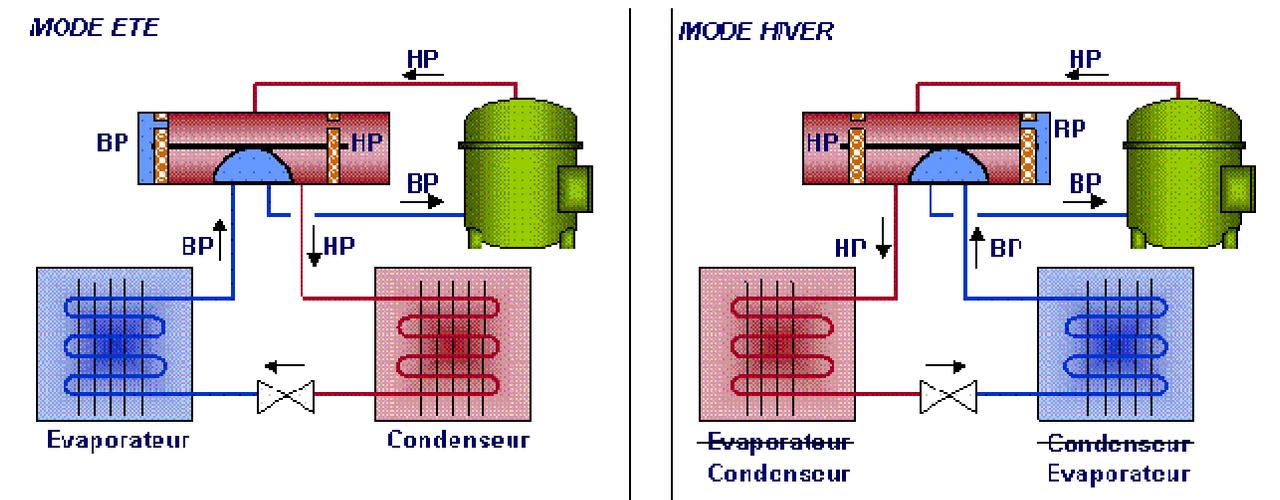
Un dimensionnement simplifié de la puissance de l'appareil par rapport aux besoins de rafraîchissement et de chauffage. Le ratio est de 100 W par m², mais il peut varier en fonction de l'exposition de la pièce, de son isolation, des vitrages

2. CLIMATISEURS A DETENTE DIRECTE / PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les climatiseurs à détente directe sont des appareils qui assurent le refroidissement de l'air comportant un **circuit frigorifique** dans lequel circule le **fluide frigorigène (Echange thermique entre l'air et le fluide frigorigène)**.

La régulation s'effectue par contrôle de la température de l'air à l'entrée de l'évaporateur. Elle agit sur la mise en route et l'arrêt du climatiseur. L'air refroidit par l'évaporateur est pulsé par un ventilateur généralement à 3 vitesses. La sélection de la vitesse du ventilateur reste à la disposition de l'utilisateur.

Il existe des modèles réversibles qui fonctionnent l'hiver en mode **pompe à chaleur**. C'est alors l'air extérieur qui est refroidit. Cette énergie sera ensuite restituée à l'intérieur du local : Une vanne d'inversion de cycle permet le passage du mode été au mode hiver



Sur l'évaporateur, le refroidissement de l'air amène la formation de condensats. Leur évacuation est nécessaire. Elle peut se faire par gravité lorsque l'évaporateur se trouve au dessus d'un point d'évacuation, si non on prévoira un siphon. A défaut, certains climatiseurs sont équipés d'une mini- pompe de relevage.

Dans le cas des systèmes non réversibles, le réchauffement de l'air est assuré par une résistance électrique.

Remarque 1 :

Dans le cas ou la batterie froide n'est pas à détente directe, on parle d'une batterie à eau glacée (**Echange thermique entre l'eau et l'air**).

Remarque 2 :

Il n'est pas simple de distinguer une unité terminale alimentée en eau glacée telle qu'un ventilo-convecteur, d'une unité terminale alimentée en fluide frigorigène (climatiseur). Une astuce consistera à observer les diamètres d'alimentation de la batterie froide. S'il s'agit de 2 diamètres identiques c'est qu'il s'agit d'une batterie à eau glacée. L'alimentation d'un évaporateur s'effectue par 2 tubes de diamètres différents :

- Gros diamètre : sortie gaz
- Petit diamètre : entrée liquide

3. LES CLIMATISEURS MONOBLOCS APPARENTS :

3.1 Les climatiseurs mobiles :

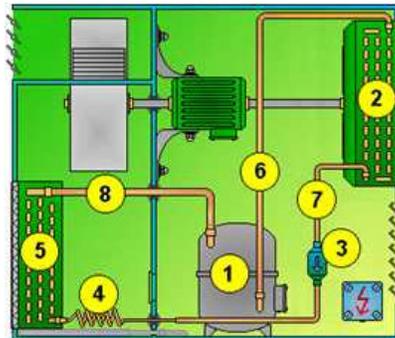
Il s'agit d'un simple refroidisseur d'air à détente directe.
Ces appareils imposent de laisser une porte ou une fenêtre entre ouverte pour évacuer le flux de chaleur du condenseur.



Ce sont des appareils à puissance frigorifique limitée, principalement destinés à un usage privé.

3.2 Les climatiseurs type WINDOWS :

1 Compresseur
2 Condenseur
3 Déshydrateur
4 Capillaire détenteur
5 Evaporateur
6 Tuyauterie HP
7 Tuyauterie liquide
8 Tuyauterie BP



"Windows" en Anglais, parce qu'ils s'installent généralement au droit d'une fenêtre, dans un trou percé dans une paroi. Ils sont également faciles à installer.

3.3 Les consoles à eau apparentes :

Les consoles EAU / AIR sont des systèmes à détente directe, ils nécessitent une alimentation en eau perdue pour refroidir le condenseur. Ces appareils sont assez bruyant et n'existe pas en version réversible. Le chauffage, lorsqu'il existe, est obtenu par une résistance électrique.

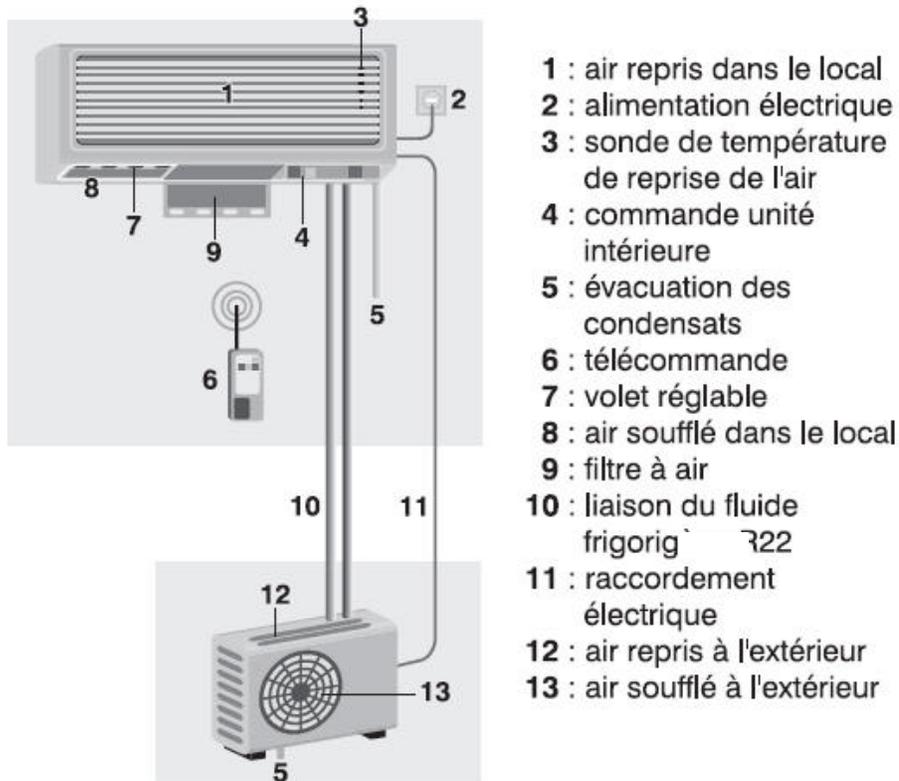


4. LES CLIMATISEURS DIT «MONO SPLIT»

Un Mono Split est composé de 2 parties raccordées par des tubes de liaison frigorifique. L'évaporateur et son ventilateur sont installés dans le local à climatiser (unité intérieure). Le compresseur, le condenseur, le détendeur et les accessoires sont installés à l'extérieur du local à refroidir (unité extérieure). Les modèles de type Split sont donc moins bruyants que les climatiseurs monobloc. On trouve des modèles de puissance frigorifique de 2 à 10 [kW].

Les unités intérieures sont disponibles en plusieurs versions selon leur emplacement.

4.1. Installation murale :



4.2 Installation plafonnière apparente ou encastrée



4.3 Modèles encastrés en faux plafond (cassettes)



5.4 Modèles consoles : Le module intérieur est posé au sol ou accroché au mur (comme un radiateur), ou bien accroché horizontalement au plafond.

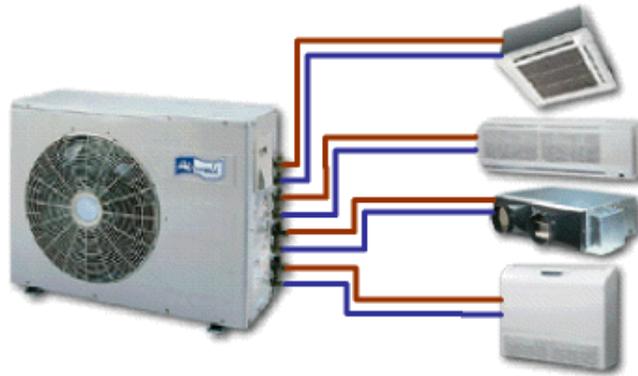
5.5 Installation en faux plafond, modèles gainables.



Remarque : il est recommandé de bien respecter les préconisations des constructeurs concernant les longueurs des tuyauteries entre l'unité extérieure et l'unité intérieure.

5. LES MULTISPLITS

L'unité extérieure permet l'alimentation de plusieurs unités intérieures de tous types. Chaque unité intérieure dispose de sa propre liaison frigorifique bitube avec l'unité extérieure. Ils peuvent être réversibles, les unités intérieures fonctionnent alors toutes simultanément en mode chaud ou froid. Certains modèles permettent cependant le fonctionnement indépendant de chaque unité, certaines fonctionnant en mode froid, d'autres en mode chaud.

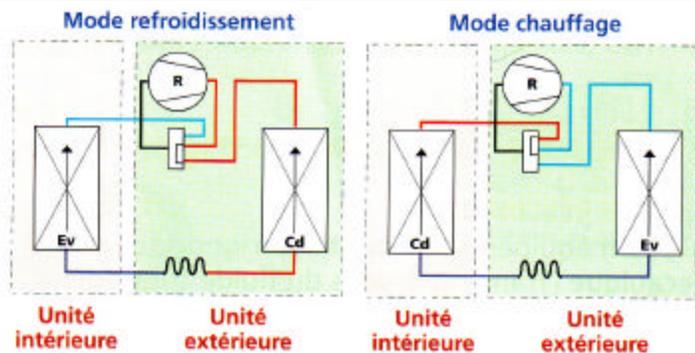


6. INVERSION DE CYCLE

La climatisation réversible est techniquement fiable et reconnue, avec un rendement important pouvant atteindre 3 (**COP = 3**).

Dans un cycle frigorifique normal, l'écoulement du fluide frigorigène s'effectue toujours dans un même sens bien déterminé, à savoir : compresseur (refoulement) - condenseur (liquéfaction) - détendeur (détente) - évaporateur (vaporisation) - compresseur (aspiration).

Il est possible d'inverser une partie de ce circuit (au moyen d'une vanne 4 voies) de telle sorte que le compresseur, au lieu de refouler dans le condenseur, puisse refouler les vapeurs surchauffées dans l'évaporateur (ce dernier devenant ainsi condenseur) pour ensuite, après la liquéfaction des vapeurs, provoquer la détente (et la vaporisation) dans le condenseur (devenu évaporateur).



On s'aperçoit qu'il s'agit d'une inversion thermodynamique, non mécanique car le compresseur continue de tourner dans le même sens et de refouler et d'aspirer exactement dans les mêmes directions.

Remarque 1 : Le dimensionnement d'un climatiseur s'effectue toujours en fonction du rafraîchissement.

Remarque 2 : Il est important de signaler que plus la température extérieure est basse, plus le rendement du climatiseur réversible est faible, donc, fournit moins de chaleur.

Remarque 3 : Certaines marques de climatiseur proposent également des résistances additionnelles dans les unités intérieures, permettant de fournir un chauffage complémentaire même par très basse température.

7. CLIMATISEURS / TECHNOLOGIE ET ASPECTS PRATIQUES

7.1. DES SYSTEMES PLUS COMPLEXES

Il existe également des systèmes plus complexes permettant de traiter la climatisation des bâtiments plus importants, en conservant une technique de pose similaire à celle des « split system ». On peut citer entre autre les :

- VRV et VRV Heat recovery (DAIKIN)
- Super multi flex (TOSHIBA)
- Multi – Set Free system (HITACHI)
- Ou le système R2 (MITSUBISHI ELECTRIC)

Ces systèmes sont basés sur le même principe que les split – system (à savoir une unité extérieure pour plusieurs unités intérieures : multi – splits), mais ils ont des performances bien supérieures :

- Les compresseurs des unités extérieures sont en majorité de type scroll avec régulation inverter.
- Le nombre d'unités intérieures reliées à une unité extérieure varie de 5 à 8.
- Les longueurs de canalisations frigorifiques plus importantes.
- Certains de ces systèmes permettent le fonctionnement simultané d'unités intérieures en mode chauffage et d'unités intérieures en mode rafraîchissement, pour une seule unité extérieur raccordée.

7.2. EMLACEMENT DE L'UNITE EXTERIEURE

L'emplacement du condenseur jouera un rôle non seulement sur l'aspect extérieur du bâtiment mais aussi sur l'efficacité énergétique du climatiseur. La position du condenseur conditionnera la consommation énergétique du climatiseur, ainsi que sa fiabilité et son longévité.

Le condenseur ne doit pas être placé dans une zone fortement ensoleillée, plus la température de l'air extérieur est élevée, plus le condenseur aura des difficultés pour évacuer la chaleur.

7.3. LA REGULATION DU COMPRESSEUR

Un climatiseur, dimensionné pour vaincre les apports thermiques maximum (solaire, par exemple) fonctionne très souvent à charge partielle. Le contrôle traditionnel par mode MARCHE/ARRET du climatiseur entraîne des fluctuations inconfortables de la température du local et des mauvaises conditions de rendement du compresseur. Les climatiseurs équipés de compresseurs à vitesse variable peuvent adapter leur puissance frigorifique à la charge thermique du local. Quand l'écart mesuré entre le point de consigne et la température du local augmente, le système de régulation agit sur la vitesse de rotation du compresseur qui voit sa puissance frigorifique augmenter. Ce mode de régulation est appelé « INVERTER ». Il permet une variation de vitesse du compresseur sans pertes importantes de rendement. Notons que le démarrage du compresseur se fait toujours à basse vitesse, contrairement au fonctionnement MARCHE/ARRET. La pointe de courant nécessaire au démarrage est ainsi fortement réduite. Lorsqu'une unité extérieure alimente plusieurs unités intérieures (système multi-split), l'ambiance de chaque local doit pouvoir être réglée séparément (y compris la coupure en cas d'inoccupation). Dans ce cas, une régulation en vitesse variable du compresseur permettra d'adapter la puissance de production de froid en fonction des besoins totaux réels.

7.4. LA REGULATION DU CONDENSEUR

Certains locaux à charges internes importantes (par exemple, les salles informatiques) doivent être climatisés en période sèche, mais aussi en période plus froide. Dans ce cas, lorsque la température de l'air extérieur diminue, la capacité de refroidissement du condenseur augmente. Cette situation perturbe le fonctionnement correct de l'évaporateur et entraîne une perte de puissance de ce dernier. Le confort dans le local n'est alors plus assuré. A l'extrême, le pressostat basse pression de sécurité de l'appareil peut commander l'arrêt de l'installation. Pour remédier à ce problème, il faut que la puissance du condenseur soit régulée en fonction de la température extérieure. Si la température de l'air diminue, le débit d'air doit aussi diminuer afin de conserver un échange constant.

Ainsi un climatiseur devant fonctionner pour des températures extérieures inférieures à 17 °C doit être équipé d'une variation de la vitesse du ventilateur de condenseur : au minimum, le fonctionnement du ventilateur sera commandé en tout ou rien. Idéalement la vitesse sera modulée, soit en continu, soit par paliers.

7.5. DONNEES DE REFERENCE E T TECHNIQUES DE DIAGNOSTIC

Evaporateur air/condenseur air	CONDENSEUR	
	Ecart t° entrée air -sortie air	5-10°C
	Ecart t° condensation - entrée air	11-15°C
	EVAPORATEUR	
	Ecart t° entrée air -sortie air	6-10°C
	Ecart t° entrée air - T° évaporation	15 -20°C
	Surchauffe	5-8°C
Sous-refroidissement	4-7°C	
Evaporateur air/condenseur eau perdue	CONDENSEUR	
	Ecart t° entrée eau -sortie eau	10-15°C
	Ecart t° condensation - sortie eau	5 -7°C
	EVAPORATEUR	
	Ecart t° entrée air -sortie air	6 -10°C
	Ecart t° entrée air - T° évaporation	15-20°C
	Surchauffe	5-8°C
Sous-refroidissement	4-7°C	
Evaporateur air / condenseur tour de refroidissement	CONDENSEUR	
	Ecart t° entrée eau -sortie eau	5-7°C
	Ecart t° condensation - sortie eau	5-7 °C
	EVAPORATEUR	
	Ecart t° entrée air -sortie air	6-10°C
	Ecart t° entrée air - T° évaporation	15-20°C
	Surchauffe	5-8°C
Sous-refroidissement	4-7°C	

8. LE CLIMATISEUR «GAINABLE» :

Un « gainable » se compose d'une unité intérieure associée à un groupe extérieur, il se place dans un faux plafond ou dans les combles, et d'un réseau de gaines permettant la diffusion de l'air dans différentes pièces. C'est donc, un réseau de gaines totalement dissimulées sous un faux plafond qui permet la circulation de l'air entre l'unité extérieure et les différents points de diffusion.

Le principal avantage de ce système est la discrétion : l'équipement est dissimulé sous le faux - plafond, seules les grilles restent visibles. La variété de dimensions et de possibilités d'emplacement des grilles, facilite leur intégration dans des intérieurs de style différent. Ces caractéristiques expliquent que la climatisation par conduits soit la solution favorite des architectes.

En outre, c'est la solution la plus silencieuse, puisque le seul élément qui produit du bruit, c'est-à-dire le compresseur, est situé en dehors du local.

Cet appareil est d'une grande discrétion au niveau esthétique puisque seules les grilles de diffusion et d'aspiration sont visibles. C'est en outre l'appareil le plus silencieux parmi les climatiseurs.



9. LES ARMOIRES DE CLIMATISATION :

La puissance frigorifique des armoires est généralement supérieure à 10 kW. Elles ont les mêmes caractéristiques que les climatiseurs individuels.

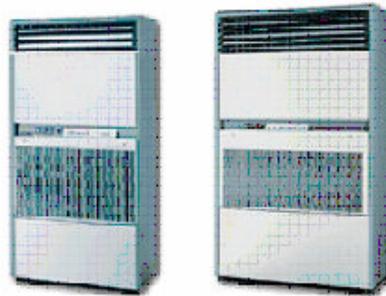
On peut distinguer entre deux types d'armoires : à détente directe ou à eau glacée. Ces armoires possèdent une régulation sophistiquée.

Elles peuvent être monoblocs à condensation à eau ou bi-blocs à condensation par air. Elles sont conçues pour répondre aux impératifs de climatisation des magasins, restaurants, ateliers et bureaux. Elles assurent la reprise et la diffusion d'air traité soit directement par grille de reprise et plénum de soufflage, soit par l'intermédiaire de gaines de reprise et/ou de soufflage.

Les armoires de climatisation à condensation eau peuvent être équipées d'une batterie de chauffage par électrique ou d'une batterie à eau chaude afin d'assurer la fonction chauffage en hiver.

Les armoires de climatisation à détente directe et à condensation par air peuvent être réversibles pour assurer un chauffage d'appoint.

Les armoires de climatisation à eau glacée peuvent être équipées d'une batterie à eau chaude ou une résistance électrique pour assurer le réchauffement de l'air.



10. LES SYSTEMES A DEBIT DE REFRIGERANT VARIABLE (DRV) OU VOLUME DE REFRIGERANT VARIABLE (VRV)

C'est un système de conditionnement d'air polyvalent. Le principe consiste à faire varier le débit du fluide frigorigène en circulation en fonction des charges thermiques du local.

Ces systèmes peuvent fonctionner en mode :

- froid
- froid ou chaud
- froid et chaud simultanément.

La longueur de la tuyauterie peut atteindre des centaines de mètres, avec un dénivelé de 90 m. Le système est capable de charger automatiquement l'installation en fonction des besoins.