

OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail

DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE N°: CLIMATISATION A DETENTE DIRECTE

SECTEUR : FROID ET GENIE THERMIQUE

SPECIALITE : TSGC/TMGC

NIVEAU : TS/T

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : www.marocetude.com

Pour cela visiter notre site www.marocetude.com et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's interface. At the top, a navigation bar contains the following links: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below the navigation bar is the site's logo, "Maroc Etude.Com", and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". A secondary navigation bar includes links for "Annonces Google", "Emploi Maroc", "Messagerie", "Telecharger Un Jeu", and "Maroc Annonces". A search bar is located on the right side of the page.

The main content area features a central advertisement for MacKeeper. The ad includes the text "Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement", a large "-20%" discount badge, and the text "Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code". Below this is a button that says "Apply Discount Automatically". At the bottom of the ad, there is a quote: "On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis].

On the left side of the page, there is a login section titled "Connexion" with fields for "Identifiant" (containing "sniper") and "Mot de passe", and a "Connexion" button. Below the login section are links for "Mot de passe oublié ?" and "Identifiant oublié ?".

On the right side, there is a sidebar with a search bar and a list of links under the heading "Annonces Google": "Jeu De Jeux", "Jeux Sur Internet", "Ecole Ingénieur", "Dépanner et configurer votre réseau à domicile", "(Outil de Diagnostic)", "Wi-Fi / Ethernet", "Console de jeu", "Imprimante", and "Messagerie".

Document élaboré par :

Nom et prénom	EFP	DR
<i>OUZGHIRI OMAR</i>	<i>ISGTF</i>	<i>DRGC</i>

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

	Page
Résumé de théorie	
I.	
I.2.	
I.3.	
II.	
II.1.	
II.2.	
II.3.	
Guide de travaux pratique	
I. TP1.....	
I.1.	
I.2.	
I.3.	
I.4.	
I.5.	
II. TP2.....	
II.1.	
II.2.	
II.3.	
II.4.	
II.5.	
III. TP3.....	
III.1.	
III.2.	
III.3.	
III.4.	
III.5.	
Evaluation de fin de module	
Liste bibliographique	

MODULE N°-10 : Climatisation à détente directe

Durée :72 H

40% : théorique

60% : pratique

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit monter dépanner et maintenir des systèmes à détente directe , selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent

CONDITIONS D'EVALUATION

- *A partir des consigne des formateurs*
- *l'aide d'installation des outils et des équipements nécessaires*
- *a partir des documents techniques*
- *individuel*

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- *Montage adéquat des appareils de climatisation à D.D*
- *Respect du performance des règles de sécurités des installations à détente directe*
- *Qualité de travail.*

**OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT**

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

**CRITERES PARTICULIERS DE
PERFORMANCE**

A. . monter et modifier une installation frigorifique à détente directe

- identification des équipements frigorifique d'un système à détente directe
- utilisation appropriée des outils de travail pour le montage

- respect des règle de sécurité

B. câbler une armoire éléatique

- identification des équipements électriques d'un système à détente directe
- établir un schéma électrique et frigorifique
- respect des règles de sécurité
-

C. dépanner une installation frigorifique à détente directe

- interpréter un schéma électrique et frigorifique
- identification juste des pannes
- utilisation appropriée des outils de dépannage
- remédier la panne

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

LE STAGIAIRE DOIT MAITRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR-PERCEVOIR OU SAVOIR-VIVRE JUGES PREALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :

Avant d'apprendre à monter une installation frigorifique) le stagiaire doit :

1. Connaître le fonctionnement et l'emplacement des organes frigorifiques
2. Faire le tracé du montage du climatiseur à installer
3. Confectionner correctement le tube de cuivre et utiliser le poste O.A
4. Etablir le bilan thermique des locaux à climatiseur
5. Faire la sélection des équipements frigorifiques .

Avant d'apprendre à câbler une armoire électrique , le stagiaire doit :

6. . Connaître le fonctionnement et le branchement des principaux équipements électriques
7. Connaître le fonctionnement le branchement et le réglage des matériels de sécurité et régulation
8. Sélectionner le matériels électriques nécessaire pour le fonctionnement d'une installation frigorifique à détente directe
- .
- .

Avant d'apprendre à dépanner une installation à détente directe), le stagiaire doit :

9. Savoir les méthodes de chargement en F.F
10. Savoir les méthodes de chargement en huile de lubrification
11. Savoir utiliser les instruments de mesures
12. Analyser les pannes frigorifiques et électriques
13. Connaître la méthodologie de dépannage des climatiseurs à détente directe
14. Savoir remplir les feuilles d'attache et faire un rapport d'intervention .

PRESENTATION DU MODULE

Ce module se situe parmi les modules qualifiants des formations « TSGC et TMGC ».

Cet outil pédagogique permet au formateur de préparer convenablement ses cours pour atteindre facilement les objectifs visés par le contenu de ce module

Le contenu de ce module porte sur les parties suivantes :

- Le bilan thermique simplifié
- la sélection des équipements approprié
- le montage et le dépannage d'un climatiseur à détente directe
- le câblage d'une armoire électrique .

La durée de ce module est de 72 H dont 60% pratique et 40% théorique .

Module N°-10:

CLIMATISATION A DETENTE DIRECTE

RESUME THEORIQUE

LES APPAREILS ANNEXES DU CIRCUIT FRIGORIFIQUE

Les appareils annexes du circuit frigorifique assurent un rôle important pour le bon fonctionnement des climatiseurs. Ils sont les compléments indispensables des quatre éléments principaux : compresseur, condenseur, détendeur, évaporateur.

1. BOUTEILLE ANTI COUP DE LIQUIDE

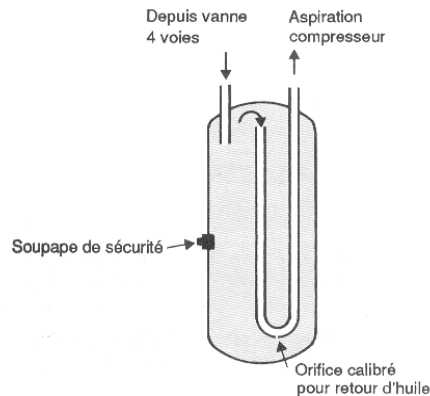


Figure 1 : bouteille anti coup de liquide

Pour les systèmes réversibles, au moment de l'inversion de cycles, le compresseur aspire dans l'échangeur qui était utilisé comme condenseur ; il risque alors d'aspirer du fluide frigorigène en état liquide. Son incompressibilité peut entraîner la détérioration complète du compresseur, c'est « le coup de liquide ». La bouteille anti coup de liquide placée avant l'aspiration du compresseur, permet de recevoir le fluide frigorigène liquide qui pourrait arriver au compresseur, (figure 1) on remarquera les précautions prises pour assurer le retour d'huile au compresseur à partir d'un orifice calibré sans cet orifice, la bouteille fermerait un piège à huile.

2 . DESHYDRATEUR

Le déshydrateur (figure2) permet d'absorber l'eau qui peut être contenue dans le circuit frigorifique ou dans le fluide frigorigène. L'eau est dangereuse pour un circuit frigorifique pour diverses raisons :

- Risques de gel au détendeur ;
- Formation d'hydrates ;
- Bouchage de circuits ;
- Formation d'acides par hydrolyse du fluide frigorigène, avec risque de détériorer le bobinage du moteur électrique.

Le filtre déshydrateur s'installe sur la tuyauterie de départ liquide haute pression avant le détendeur ou avant liquide le cas échéant. L'appareil comporte un filtre qui permet l'arrêt des impuretés physiques et une substance fixant l'eau (silicatiser, alumine activée ou tamis moléculaire). Certaines substances sont également étudiées pour fixer les acides éventuellement formés. Les corps absorbants peuvent se présenter sous forme de grains libres ou d'un ensemble fritté, ce qui est préférable.



Figure 2 : déshydrateur

3. VOYANT LIQUIDE

Il permet de contrôler l'état du fluide frigorigène liquide. Dans la plupart des cas les voyants comportent également un produit actif dont la coloration décelle la présence d'humidité dans le circuit. Le voyant liquide (figure 3) s'installe sur la tuyauterie de départ liquide haute pression. La présence de vapeur de fluide frigorigène à cet endroit du circuit peut être due à une mauvaise charge en fluide ou à une mauvaise condensation.

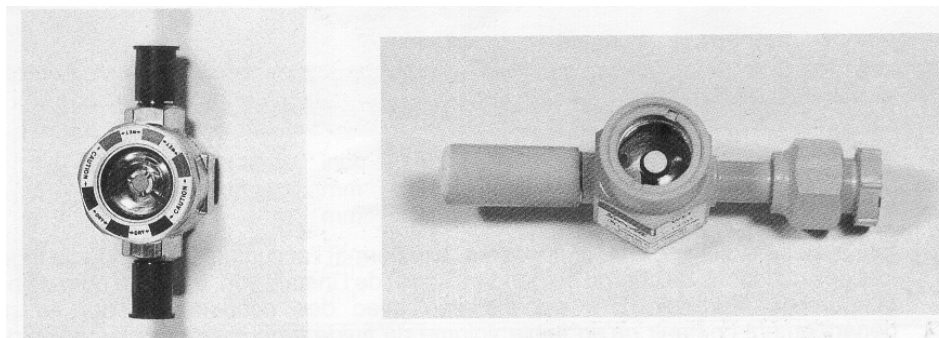


Figure : voyant liquide

4. CLAPETS DE RETENUE

Le rôle des clapets de retenue est de n'autoriser le passage du fluide frigorigène que dans un seul sens. Ils sont nécessaires pour les climatiseurs. Réversibles. Ils sont généralement utilisés pour court-circuiter le détendeur inutilisé du cycle chauffage lorsque le climatiseur est en cycle refroidissement et vice versa. Ils se composent d'un corps dans lequel se trouve de retenue sont généralement à une voie.

5. RESISTANCE DE CARTER

Elles ont pour rôle de maintenir l'huile de lubrification à une température suffisante pour que celle-ci reste fluide et pour éviter que le fluide frigorigène ne vienne se mélanger en forte quantité à l'huile de carter pendant l'arrêt du compresseur. Sur les compresseurs hermétiques les résistances de carter sont périphériques et appliquées en bas de la cloche ou, fixées sous le compresseur.

6. VANNE SOLENOÏDE

La vanne solénoïde (figure 4) permet de fermer le circuit liquide lors de l'arrêt du compresseur pour éviter que l'évaporateur ne se remplisse de liquide frigorigène. Elle est particulièrement nécessaire lorsque la charge en fluide frigorigène est importante relativement au volume intérieur de l'évaporateur. Elle s'installe sur la tuyauterie de départ liquide en amont du détendeur sur les armoires de climatisation éventuellement.

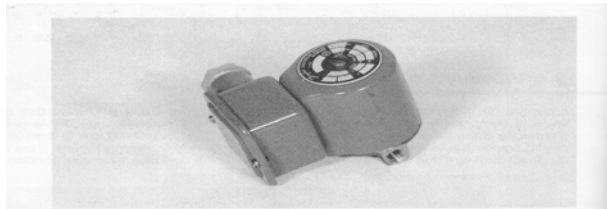


Figure 4 : vanne solénoïde

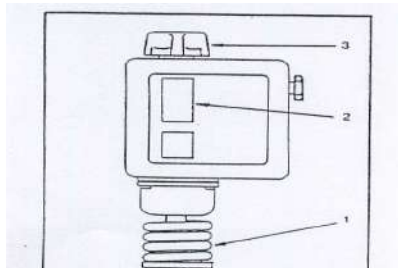
7. BOUTEILLE DE LIQUIDE

Ils sont situés à la sortie du condenser, elle permet l'accumulation du liquide frigorigène lors des variations de charge ou pendant l'arrêt de l'installation, d'où son nom de bouteille tampon ou réservoir. Elle est installée avec des condenseurs qui ne peuvent généralement contenir qu'un faible volume de fluide frigorigène en phase liquide.

8. ORGANES DE SECURITE ET DE CONTRÔLE

8-1 Thermostats

Le thermostat a pour rôle de commander l'enclenchement et l'arrêt du moteur du compresseur dans la fourchette de température sélectionnée.



L'élément sensible 1 permet le contrôle de la température ambiante ; lorsqu'elle devient supérieure à la température affichée sur l'échelle graduée (2) au moyen de la molette de réglage(3) un contact électrique de l'appareil se ferme et enclenche le moteur du compresseur ; la température dans l'enceinte descend, la température sélectionnée le contact électrique s'ouvre et arrête le moteur du compresseur

8-2 Pressostats

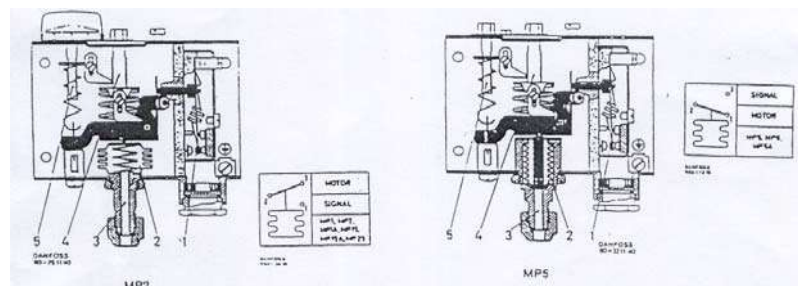
Le pressostat est un organe de régulation destiné à ouvrir ou fermer un circuit électrique commandé par une variation de pression

- pressostat B.P. : (basse pression)
- pressostat H.P. : (haute pression)
- pressostat combiné H.B.P. :
- pressostat différentiel : (huile)

Pressostat BP

Il est raccordé au circuit basse pression souvent à la vanne aspiration du compresseur. Il doit être installé à un niveau supérieur à celui du compresseur, afin que l'huile ne puisse pas se stocker dans le soufflet ou le tube de raccordement. (voir croquis ci-après) Le pressostat basse pression, type MP2 est doté d'un système de contact unipolaire(1). Lequel décroissante dans l'élément de soufflet(2), c'est à dire à une pression d'aspiration décroissante, la tubulure de raccordement (3) devant être reliée à l'aspiration du compresseur.

En tournant la tige de réglage (4) vers droite. l'appareil est réglé pour déclencher entre bornes 2 et 3 à une pression plus élevée ; En tournant la tige (5) vers la droite, l'appareil est réglé pour réenclencher (enclencher entre les bornes 2 et 3) avec différentiel inférieur. (Pression d'enclenchement « pression de déclenchement » différentiel).



Pressostat Haute Pression

Le pressostat H.P. est raccordé au circuit haute pression, souvent à la vanne de refoulement du compresseur.

Les conseils d'installation sont les mêmes que pour le pressostat B.P.

Le pressostat H.B. peut être utilisé en sécurité ou en régulation.

Le pressostat haute pression type MP 5 est pourvu d'un système de contact inverseur unipolaire (1) qui ouvre le circuit entre les bornes 1 et 2 à une pression croissante dans l'élément du soufflet haute pression (2) , c'est-à-dire à une pression de condensation croissante. La tuyauterie de raccordement (3) doit être reliée d'une façon incommutable au refoulement du compresseur de sorte que l'installation s'arrête si, par inadvertance, la vanne d'arrêt côté refoulement a été fermée lors de la mise en route. En tournant la tige de réglage. (4) vers la droite, l'appareil est réglé pour ouvrir le circuit entre les bornes 1 et 2 pour une pression plus élevée : en tournant la tige de réglage (5) vers le droite, l'appareil est réglé pour réenclencher (fermer le circuit entre 1 et 2) pour une différence plus faible. (Pression de coupure = pression d'enclenchement + différentiel)

PRESSOSTAT BASSE-PRESSION

● **Pressostat BP en régulation**

Le pressostat est aussi utilisé pour réguler la température d'une chambre froide, pour contrôler la mise en service ou la fin du dégivrage, pour réguler la puissance certains compresseurs....

● **Pressostat BP en Sécurité**

Le pressostat BP est chargé d'arrêter le compresseur si la pression d'aspiration descend en dessous de la normale.

C'est le cas d'un manque de charge en fluide frigorigène, d'un détendeur bloqué en position fermée d'un évaporateur pris dans la glace.....

Le B.P de sécurité peut être à réarmement automatique, mais le plus souvent il est à réarmement manuel.

REGLAGE

En règle générale, le pressostat BP est réglé pour couper à une pression correspondant de 5 à 10°C en dessous de la température normale d'évaporation, tout en évitant la coupure en dessous de la pression atmosphérique.

Le pressostat BP évite au compresseur d'aspirer des gaz à une pression inférieure à la pression atmosphérique, et ainsi l'entrée d'air dans le circuit en cas de défaut d'étanchéité.

Aussi, le départ d'huile du compresseur est d'autant plus important que la BP est faible, un fonctionnement trop prolongé dans ces conditions pourrait lui causer des dommages sérieux.

Les moteurs des compresseurs hermétiques sont refroidis par les gaz venant de l'évaporateur.

Si la BP est trop basse, le débit des gaz diminue et le refroidissement est mal assuré.

Le pressostat BP doit arrêter le compresseur si l'on arrive à la limite d'utilisation du compresseur indiquée par le fabricant

PRESSOSTAT HAUTE-PRESSION

● **Pressostat HP en régulation**

Une des principales utilisations dans ce domaine consiste à commander les ventilateurs du condenseur afin de réguler la pression de condensation.

● **Pressostat HP en Sécurité**

Dans cette utilisation le pressostat HP arrête le compresseur si la pression de refoulement devient excessive.

Les causes principales de HP trop élevée sont : Excès de charge en fluide frigorigène, présence d'incondensables dans le circuit, débit d'air ou d'eau insuffisant au condenseur, condenseur à eau entartré.....

Quelle que soit la cause, une HP trop élevée se traduit toujours par une consommation en énergie excessive et une production frigorifique réduite. Donc échauffement anormal du compresseur et du moteur, sans parler de la carbonisation de l'huile et du risque de décomposition du fluide dû à une température de refoulement excessive, et dans les cas extrêmes détérioration du compresseur et rupture du circuit HP.

Les pressostats HP sont à réarmement automatiquement ou manuel.

REGLAGE

Ils doivent couper pour une pression correspondante de condensation normale.

Pour les condenseurs à air, il faut tenir compte de la température maximum de l'air à l'entrée du condenseur, en règle générale la coupure se fait 20°C au d'entrée d'air.

9- LA VANNE D'INVERSION DE CYCLE

Appelée vanne 4 voies ou vanne réversible, elle contient un tiroir mobile solidaire de deux pistons. sous l'effet d'une pression agissant sur les pistons, le tiroir se déplacé et inverse le sens de passage du fluide dans les échangeurs (figure 5)



figure 5 . vanne 4 voies (document RANCO)

A l'inversion de cycle, la vanne pilote met le capillaire droit en communication avec le capillaire commun (BP), le capillaire gauche est isolé. Une dépression **est créée dans le** volume droit, le volume gauche est mis en suppression par l'évent du piston gauche. Le tiroir se déplace

La vanne d'inversion de cycle est un des éléments sensibles du climatiseur réversible. Au montage de l'installation aucune (bavure de cuivre) ne doit polluer le circuit. Ces particules endommageraient la vanne par une destruction du joint téflon assurant l'étanchéité entre le piston et le corps de la vanne ou elles obstrueraient les événements.

Les soudures doivent être effectuées avec un chiffon mouillé pour ne doit pas porter la vanne à une température supérieure à 110°C, le nylon du corps serait alors détérioré. A la mise en marche et lors des opérations de maintenance, il faut attendre la mise en régime de l'installation (HP, BP) avant d'actionner la vanne. Le tiroir risque

de ne par ranchir assez vite le point milieu, les 3 orifices seraient en communication (figure 7)b.

Avant de remplacer une vanne, vérifier :

- Si cette dernière est en position « froid » ou « chaud » quand l'électrovanne est excitée,
- L'aspect extérieur de la vanne(capillaire écrasé)
- Le circuit électrique,
- Le circuit frigorifique (excès, Manque de fluide frigorigène).

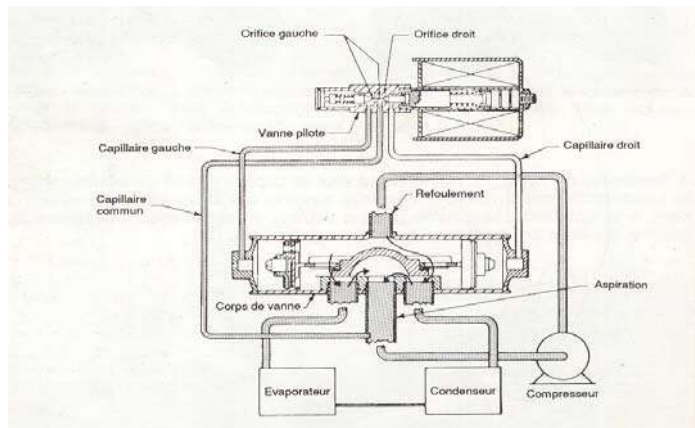
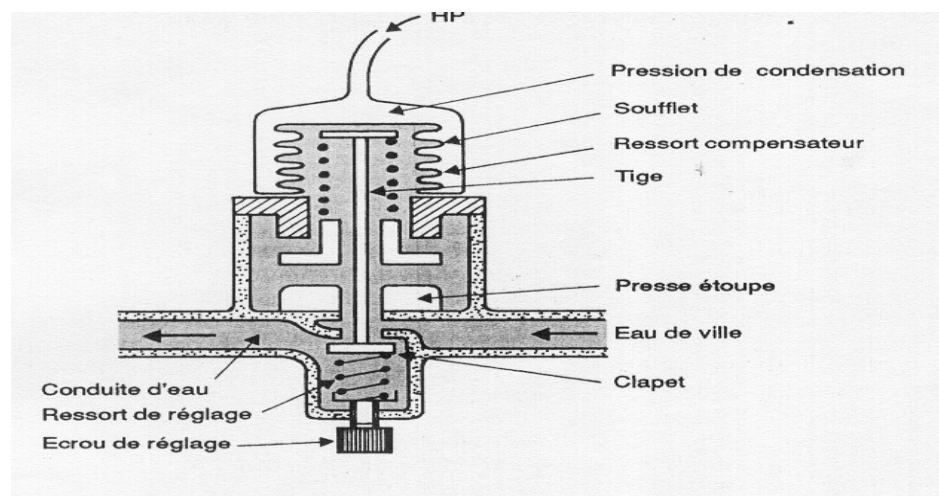


Figure 7 : vanne 4 vois bloquée (document RANCO)

10- VANNES PRESSOSTATIQUE A EAU

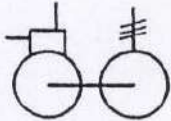
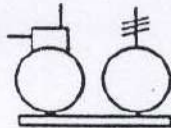
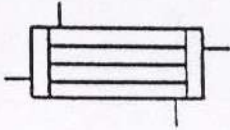
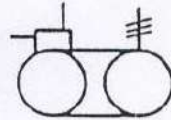
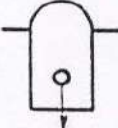
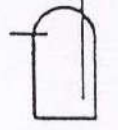
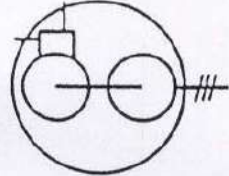
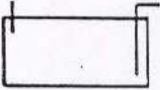
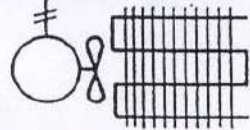
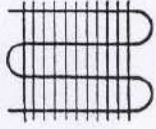
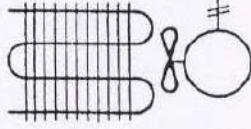
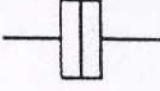
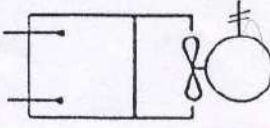
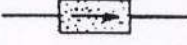

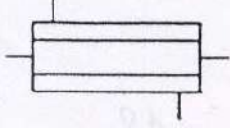

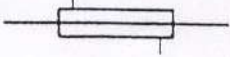

Elle ajuste le débit d'eau en fonction de la charge à évacuer. Son principe de fonctionnement est simple, la variation du débit d'eau est asservie à la variation de la haute pression. A l'arrêt de l'installation, la haute pression chute, la vanne coupe alors le débit d'eau au condenseur (figure 8) .

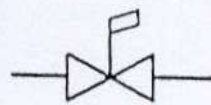
Pour l'alimentation en eau du condenseur, certains constructeurs proposent une électrovanne asservie à la mise en fonctionnement du compresseur. Elle est d'un coût plus faible que la vanne à eau pressostatique.



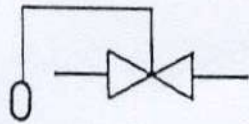
LES SYMBOLES FRIGORIFIQUES

Symboles frigorifiques

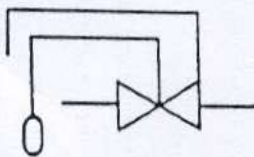
	Groupe ouvert entraînement direct		Groupe ouvert entraînement par courroies		Condenseur ou évaporateur multitubulaire horizontal
	Groupe hermétique accessible		Séparateur d'huile		Réservoir de liquide vertical
	Groupe hermétique		Réservoir de liquide horizontal		Condenseur d'air ventilé
	Évaporateur refroidisseur d'air statique		Évaporateur à air ventilé		Filter
	Évaporateur platonnier		Déshydrateur		Voyant de liquide
	Condenseur ou évaporateur double tube		Voyant de liquide indicateur d'humidité		Echangeur de chaleur
			Tube capillaire		



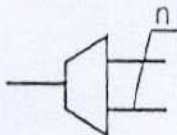
Detendeur automatique



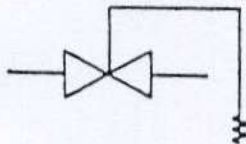
Detendeur thermostatique



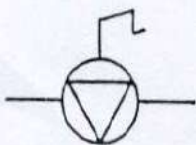
Detendeur thermostatique à égalisation externe de pression



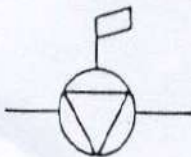
Distributeur de liquide (*n* départs)



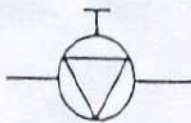
Detendeur thermostatique d'injection



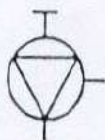
Robinet magnétique



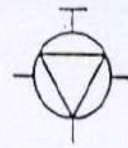
Robinet régulateur de pression à commande par le fluide lui-même



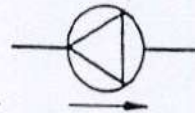
Robinet manuel



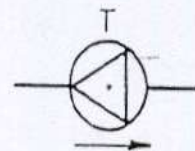
Robinet à passage d'équerre



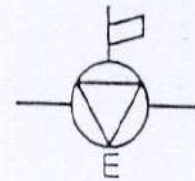
Robinet à main à trois voies ou robinet de compresseur à prise manométrique



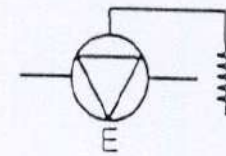
Clapet de retenue (de non retour)



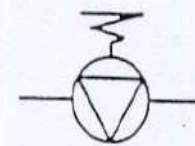
Clapet à tire



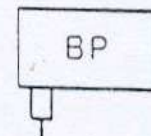
Robinet à eau pressostatique



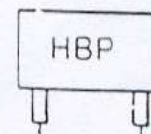
Robinet à eau thermostatique



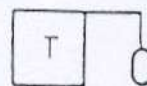
Soufflage de sûreté



Pressostat (préciser basse ou haute tension)



Pressostat combiné haute et basse tension



Thermostat

**LES DIFFERENTS SYSTEMES DE CLIMATISATION A
DETENTE DIRECTE ET LEUR IMPLANTATION**

LES SYSTEMES A DETENTE DIRECTE

Les systèmes à détente directe sont ceux qui produisent directement le froid dans l'unité de climatisation placée à l'intérieur du local à climatiser.

Nous distinguerons les climatiseurs individuels d'une puissance frigorifique comprise entre 2 et 7KW et les armoires de climatisations dont la puissance es supérieure à 7KW. Cette terminologie n'est pas absolue et il est bon de se référer aux documents constructeurs, chacun ayant sa propre dénomination.

1 - CLIMATISEURS INDIVIDUELS

Les climatiseurs individuels sont des appareils monoblocs ou bi-blocs(split-system) à condensations par air ou par eau. Ils ventilent, rafraîchissent, déshumidifient, et peuvent également assurer le chauffage, soit par résistances électriques, si par inversion du cycle frigorifique (climatiseur réversible)

1- 1 split-system

La gamme des climatiseurs individuels du type « split-system » offre une climatisation de confort pour un faible coût d'installation.

Ces appareils conviennent à toutes les installations décentralisées de petites et moyennes puissances.

- Ils sont constitués de traitement d'air regroupant l'évaporateur, le détendeur, la ventilation et un filtre. L'unité peut être placée au mur, au plafond ou au sol,
- Une unité extérieure de condensation regroupant le compresseur frigorifique, le condenseur et la commande électrique.

Les liaisons frigorifiques entre les deux unités sont assurées par des canalisations frigorifiques généralement pré chargées en usine, munies de coupleurs auto-obturbateurs ou de canalisation non pré chargées, mises en œuvre par l'installateur (voir chapitre sur la mise en service et l'entretien des climatiseurs).

1-1-1 split-system air /air

ils sont composés d'une unité de traitement d'air avec un évaporateur à air et une unité extérieure regroupant un compresseur hermétique, un condenseur à air à tubes ailettés et ventilateur hélicoïde (figure 1)

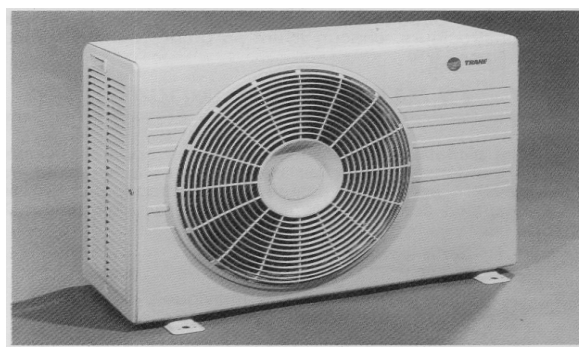


Figure 1 : split-system air/air TRANE (cassette)

Ces split-system peuvent être utilisés pour des températures sèches extérieurs variant de 20 à 50 °C

Pour des températures extérieures inférieures à 20 °C des options « toutes saisons » sont proposées par les fournisseurs.

Ils peuvent être équipés d'un chauffage électrique pour assurer le chauffage l'hiver.

Les split-system air /air peuvent également être réversibles(figure 2)

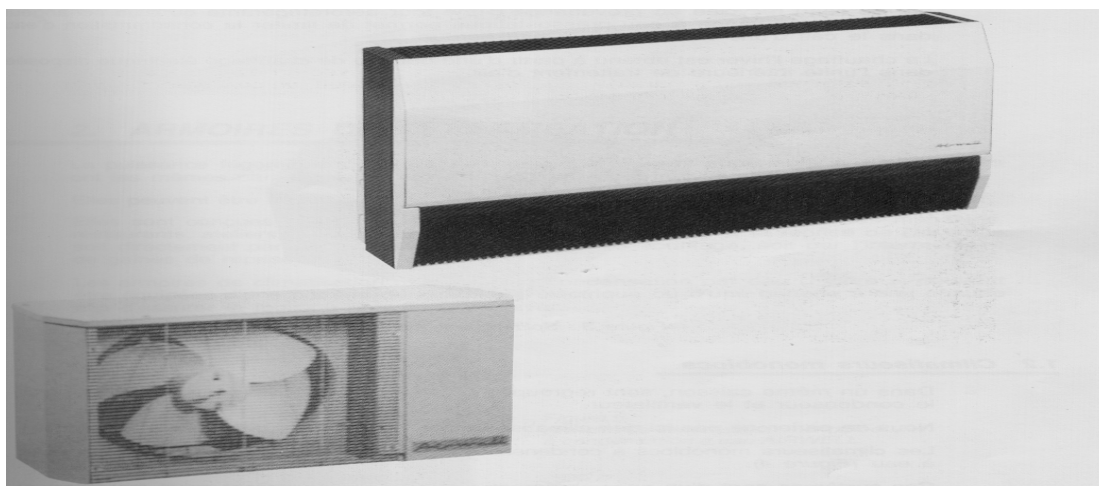


Figure 2 : split-system air/air réversible AIRWELL

Une vanne 4 voies permet d'inverser le cycle frigorifique. Ces climatiseurs permettent un rafraîchissement l'été pour des températures sèches extérieures variant de 20 à 50°C, et un chauffage l'hiver pour des températures extérieures comprises entre 0 et 25 °C

Le chauffage produit par l'inversion du cycle assure généralement un chauffage des locaux en mi-saison. Une batterie de chauffage électrique intégrée dans l'unité intérieure permet d'assurer le chauffage durant tout l'hiver.

1-1-1 Split-system air/eau

ces appareils sont composés d'une unité intérieure avec un évaporateur à air et d'une unité de condensation regroupant un compresseur hermétique et un condenseur à eau à double tubes coaxiaux à contre-courant (figure 3)

Ces systèmes sont surtout installés lorsqu'il n'est pas possible d'implanter à l'extérieur un groupe de condensation à air.

Le refroidissement du condenseur peut être assuré, soit par de l'eau perdue, soit par de l'eau recyclée en provenance d'une tour aéroréfrigérante ou d'un échangeur extérieur. Une vanne à eau pressostatique permet de limiter la consommation d'eau dans le cas d'une alimentation à eau perdue.

Le chauffage l'hiver est obtenu à partir d'une batterie de chauffage électrique disposée dans l'unité intérieure de traitement d'air.



Figure 3 : 1-1-1 split-system air /air CARRIER

1-2 CLIMATISEURS MONOBLOCS

Dans un même caisson, sont regroupés le détendeur, l'évaporateur, le compresseur, le condenseur et le ventilateur.

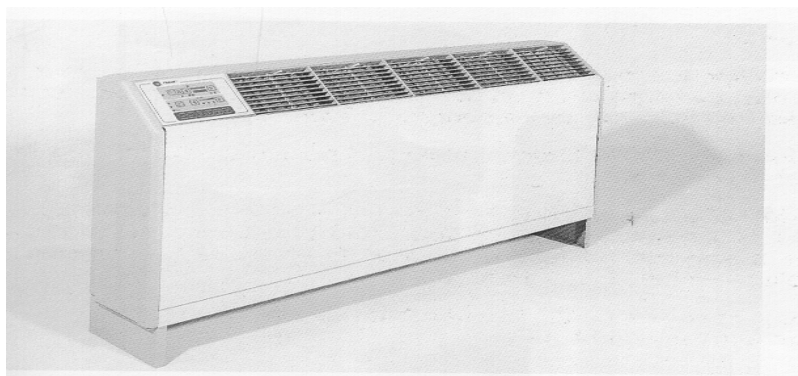
Nous ne parlerons pas ici des climatiseurs monoblocs à condensation à air(window).

Les climatiseurs monoblocs à condensation à eau sont fréquemment appelés consoles à eau (figure 4)

Ces systèmes sont d'un encombrement réduit et ne nécessitent qu'un raccordement électrique et un raccordement en eau. Ils sont toutefois un peu plus bruyants que les split-system.

Ils sont conçus pour fonctionner soit avec de l'eau perdue, soit avec de l'eau recyclée fournie par une tour de refroidissement.

La consommation en eau est limitée à l'aide d'une vanne pressostatique dans le cas d'un fonctionnement à eau perdue.



2- ARMOIRES DE CLIMATISATION

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

Elles peuvent être monoblocs à condensations à eau ou biblocs à condensation à air.

Elles sont conçues pour répondre aux impératifs des climatisations des magasins, restaurants, ateliers et bureaux. Elles assurent la diffusion et la reprise de l'air traité de gaines de reprise de l'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 monoblocs à condensation par eau (figure 5) peuvent être équipées d'une batterie de chauffage électrique ou d'une batterie à eau chaude afin d'assurer la fonction chauffage en hiver.



Figure 5 :
Armoire de climatisation monoblocs condensation à eau AIRELLE

Les armoires de climatisation split-system à condensation à air (figure 6) peuvent être réversibles pour assurer un chauffage d'appoint. Une batterie de chauffage électrique ou une batterie chaude peut également être installée afin d'assurer le chauffage durant toute la saison froide ou une batterie de résistance électrique.

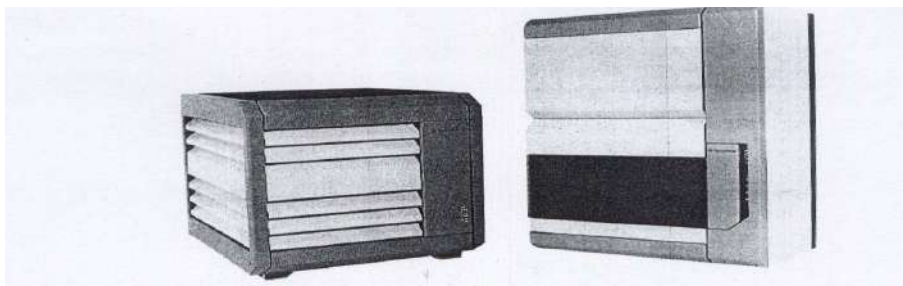


Figure 6 : armoire de climatisations split-system à condensation air TECHNIBEL

3- MULTISPLIT-SYSTEM

Sous ce terme sont regroupés tous les systèmes permettant de raccorder plusieurs unités intérieures à une seule unité extérieure.

Le principe et la technologie de ces systèmes sont très variables, ils dépendent de chaque constructeur.

Le plus simple est un système permettant de raccorder 2 unités intérieures à une unité extérieure comprenant 2 compresseurs (figure 7). Il permet de climatiser de façon indépendante 2 locaux. Les unités intérieures peuvent être commandées à distance par télécommande.

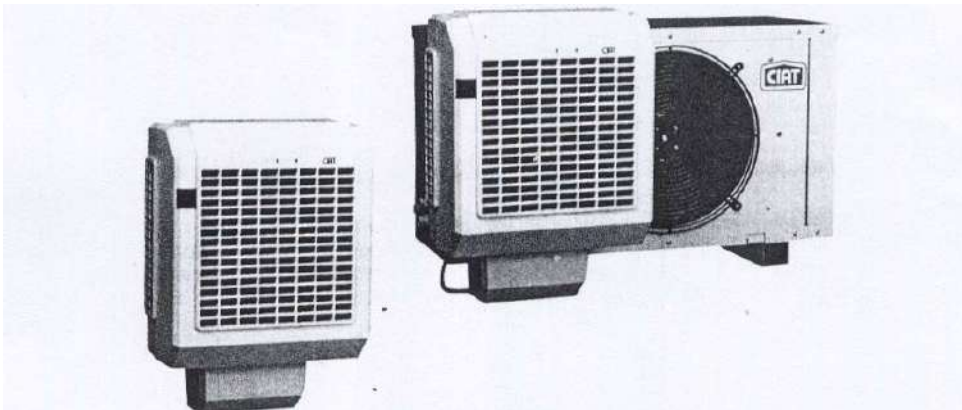


Figure 7 : multisplit CIAT

Par l'intermédiaire d'un coffret multisplit, il est possible de raccorder 4 unités intérieures à une unité extérieure (figure 8). Les 4 unités intérieures peuvent fonctionner simultanément.

Ce système permet à partir d'un seul groupe de condensation, de climatiser 4 locaux indépendamment.

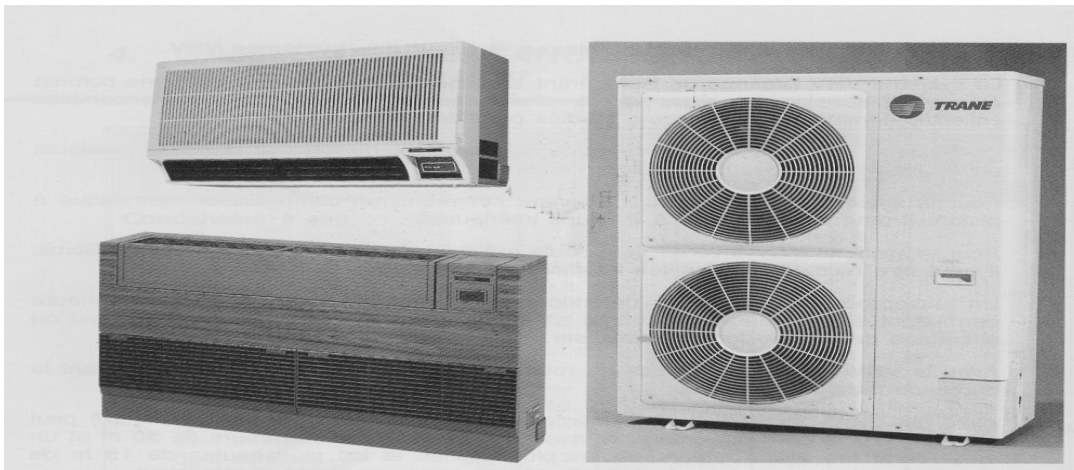


Figure 8 : multisplit TRANE

Il existe également un multisplit intégrant le système de régulation « inverter) (figure9)

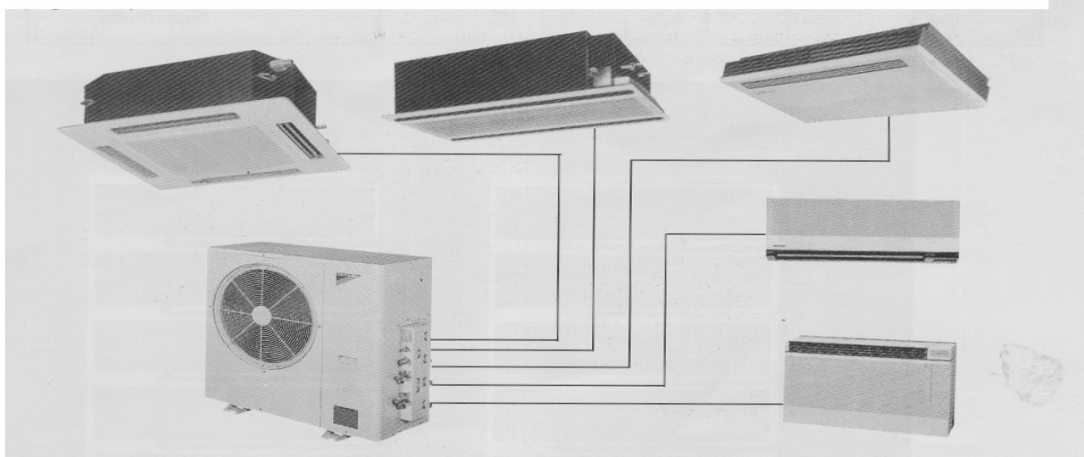


Figure 9 : multisplit inverter DAIKIN

Par l'intermédiaire d'un kit de raccordement, il est possible de raccorder 4 unités intérieures à une seule unité extérieure comprenant un compresseur rotatif, pour un fonctionnement simultané de 2 unités intérieures. Le système de régulation « inverter » agit directement sur la vitesse du compresseur en fonction des besoins de froid ou de chauffage de chaque local.

L'IMPLANTATION DES SYSTEMES A DETENTE DIRECTE

1 - DIFFUSION DE L'AIR

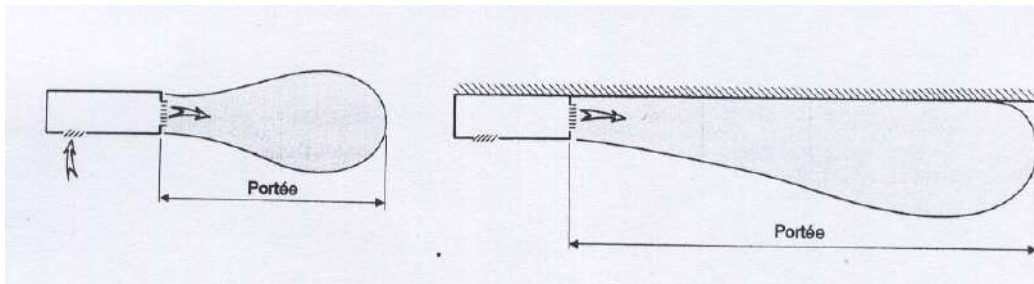
En climatisation, cet aspect de la distribution d'air est important. C'est en effet la diffusion de l'air qui assure la stabilité des conditions climatiques des locaux sans créer de gêne pour les occupants.

● Effet coanda

Le jet d'air soufflé dans un local est caractérisé par sa portée et sa chute. L'air ainsi soufflé est en contact avec ambiant sur « ses » quatre faces.

Le même jet d'air projeté le long d'un plafond ou d'une paroi ne sera en contact avec l'air ambiant que sur trois faces, la quatrième venant « lécher » le plafond ou la paroi. L'air soufflé rencontre une plus faible résistance que précédemment.

Sa portée est donc améliorée. Ce phénomène est appelé effet coanda. Il favorise une meilleure diffusion de l'air dans le local.



● Taux de brassage

il représente le débit volume balayé par l'unité intérieure divisé par le volume du local climatisé.

Volume balayé M^3 / h

$$T_x = \frac{\text{Volume balayé } M^3 / h}{\text{Volume local } m^3}$$

Pour un T_x important, le volume d'air balayé augmente dans le local, entraînant des vitesses d'air importantes et un niveau de gêne des occupants dû à la ventilation élevée.

L'expérience montre que pour un $T_x < 10$, l'inconfort dû à de forts dégagements internes, la diffusion d'air devra être réfléchi pour ne pas entraîner un niveau de gêne trop important pour les occupants.

Si le $T_x > 15$, le risque d'insatisfaction des usagers sera important.

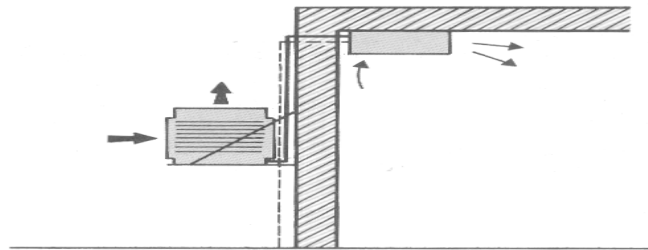
La diffusion de l'air peut se faire soit directement par l'unité intérieure, soit par l'intermédiaire d'un réseau aéraulique.

1. 1 diffusion directe par l'unité intérieure

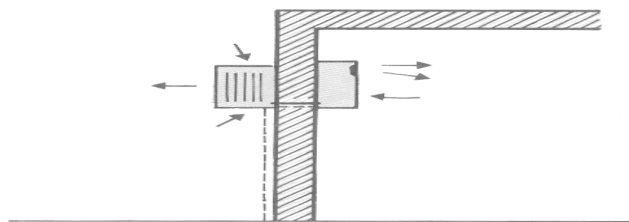
L'unité intérieure peut être installée au plafond, au mur, au sol, en allège ou en faux plafond.

On parle alors de :

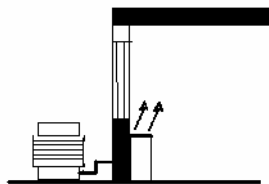
- Climatiseur plafonnier si l'unité intérieure est fixée au plafond :



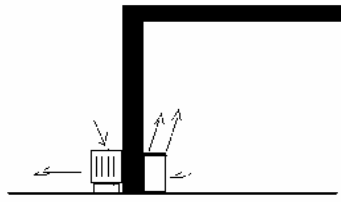
- Climatiseur mural si l'unité intérieure est fixée au mur :



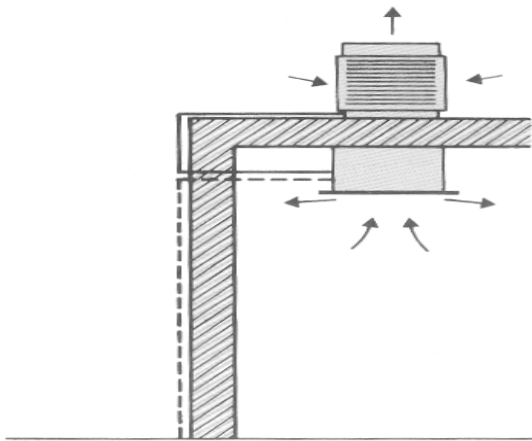
- Climatiseur en allège si l'unité intérieure est fixée sous la fenêtre :



- Climatiseur posé au sol :

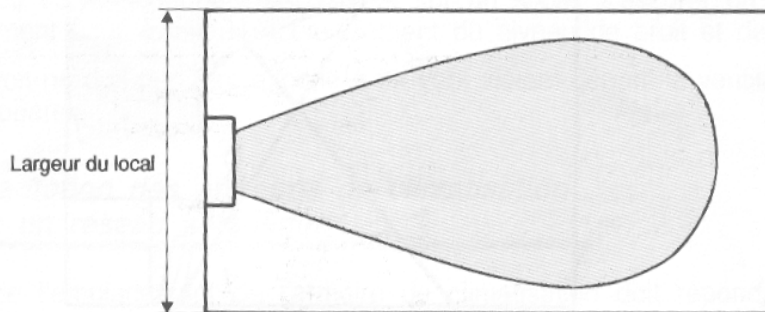


● **Cassette (K7)** si l'unité intérieure est encastrée dans le faux-plafond.
Le soufflage est horizontal suivant les quatre cotés de la cassette



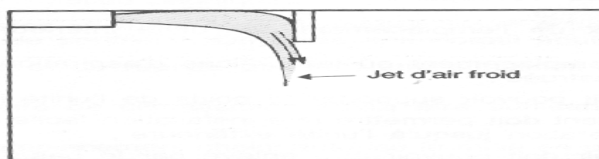
2- implantations des systèmes à détente directe

1. 2 implantations des climatiseurs individuels



Si le local n'est pas très large, le climatiseur peut être fixé au mur, au plafond ou posé au sol. La cassette est à déconseiller. La diffusion d'air sera effectuée dans le sens de la longueur du local.

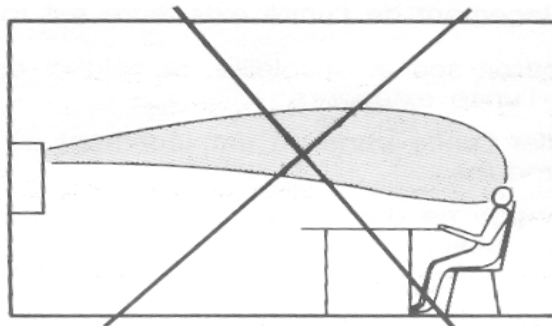
Si le plafond comporte des saillies, le climatiseur plafonnier et la cassette sont à proscrire.



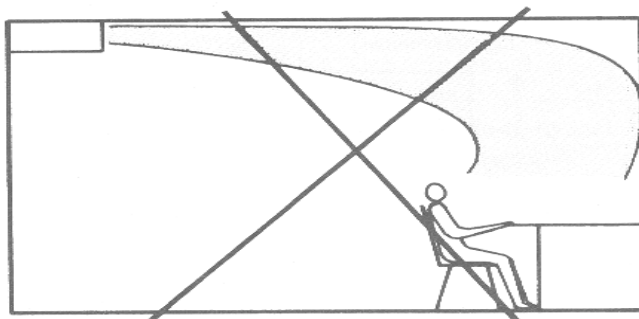
Remarque : ce phénomène de douche froide se produit aussi lorsque le jet d'air rencontre un luminaire (saillie de quelques centimètres).

Pour ne pas créer de gêne pour l'occupant, il faut absolument éviter que le jet d'air lui vienne dessus.

Il ne faut pas installer un climatiseur mural, en face la personne qui travaille surtout si le local est faible dimension. La cassette ou le climatiseur en allège peuvent convenir.



Il ne pas installer de climatiseur plafonnier ou mural (ou cassette) avec une portée (ou rayon de diffusion) trop grande du côté opposé à l'occupant. Pour éviter les problèmes, il est préférable de disposer le climatiseur du même côté que le bureau.



Remarque : il peut se produire le même phénomène dans une chambre d'hôtel il est préférable d'installer le climatiseur du côté de la tête du lit pour éviter tous problèmes. Dans tous les cas, l'implantation de l'unité intérieure doit être réfléchi et faite avec soin de façon à assurer une meilleure diffusion de l'air possible sans créer de gêne pour l'occupant.

De plus le choix de l'emplacement de l'unité intérieure doit répondre à certaines critères :

- Choisir un emplacement ou les orifices d'aspiration et de soufflage de l'air ne sont pas obstrués ;
- L'endroit doit pouvoir supporter le poids de l'unité intérieure ;
- L'emplacement doit permettre une installation facile des tuyauteries de drainage et de réfrigération jusqu'à l'unité extérieure ;
- Le filtre à air doit pouvoir être enlevé par le bas ;
- Un ensoleillement direct du récepteur de la télécommande sur l'unité intérieur doit être évité ;
- Déterminer l'emplacement de la commande à distance ;
- Vous devez prévoir un emplacement qui respect les distances autour de l'unité intérieure pour la maintenance ;

le choix de l'emplacement de l'unité extérieure est aussi important

- Choisir un endroit sec et ensoleillé. si celui ci est exposé un ensoleillement direct, abriter l'unité extérieure ;
- Ne pas installer l'unité dans un emplacement ou une fuite de gaz combustible pourrait se produire ;
- L'eau de drainage ne doit occasionner aucun problème a cet endroit (pour un climatiseur réversible) ;
- Laisser un espace suffisant pour la ventilation a l'entrée et à la sortie de l'air. Tout objet entravant la ventilation doit être retiré. La sortie de l'air d'une unité extérieure en direction d'une autre et déconseillée.

DIMENSIONNEMENT ET LE CHOIX DU CLIMATISEUR

Pour dimensionner une installation de climatisation, il faut faire le bilan thermique du local à climatiser, c'est-à-dire calculer les apports ou déperditions à combattre pour maintenir dans le local une température et une hygrométrie déterminées.

Dans le cas des climatiseurs individuels réversibles ou non, le bilan thermique est établi pour l'été.

Pour le calcul du bilan thermique, il faut considérer apports suivants :

- Les apports internes dûs aux occupants, à l'éclairage et autres équipements ?
- Les apports externes dûs à l'ensoleillement, à la conduction à travers les parois et au renouvellement d'air.

Ces deux catégories d'apports peuvent être classées suivant leurs origines, en apports de chaleur sensible ou latente. Les apports de chaleur sensible entraînent une augmentation de la température de l'air, alors que les apports de chaleur latente entraînent une augmentation du poids d'eau contenue dans l'air (les apports dûs à l'ensoleillement et à la conduction à travers les parois sont uniquement des apports de chaleur sensible).

En été, les apports calorifiques par les parois extérieures résultent non seulement de la différence entre les températures de l'air à l'extérieur des locaux, mais aussi du rayonnement solaire.

Ces apports vont donc varier dans le temps et au cours d'une journée. Il faudrait donc se placer en régime variable et faire un calcul heure par heure pour déterminer précisément la puissance frigorifique de l'installation.

Coefficient k de transmission thermique $W/m^2\text{°C}$

Murs extérieurs
(enduit 2 faces)

Parpaing ou béton plein

Ep. en cm	15	20	25	30
K	3,50	3,10	2,90	2,70

Brique pleine

Ep. en cm	7	13	24	35	47
K	4,00	3,40	2,60	2,00	1,65

Parpaing creux

Ep. en cm	15	20	25	30
K	3,00	2,40	2,00	1,75

Brique creuse

Ep. en cm	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5
K	2,20	1,95	1,65	1,40	1,25

Avec lame d'air 5cm
et contre cloison 5cm

Ep. en cm	25	30	35	40
K	1,85	1,70	1,65	1,60

Ep. en cm	25	30	35	40
K	1,70	1,50	1,30	1,20

Ep. en cm	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
K	1,40	1,30	1,15	1,00	0,95

Avec Isolation 5cm
et contre cloison 5cm

Ep. en cm	25	30	35	40
K	0,63	0,61	0,60	0,59

Ep. en cm	25	30	35	40
K	0,60	0,57	0,55	0,53

Ep. en cm	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
K	0,56	0,54	0,52	0,49	0,47

TERRASSES

Non isolée
(dalle pleine)

Ep. en cm	12	15	20
K	3,25	3,00	2,9

Isolée
(dalle pleine + isolation
5 cm)

Ep. en cm	17	20	25
K	0,65	0,64	0,63

PLANCHERS

Non isolé
(dalle pleine +
carrelage)

Ep. en cm	14	17	22
K	2,20	2,00	1,60

Isolé
(dalle pleine + carrelage
+ isolation 5cm)

Ep. en cm	19	22	27
K	0,60	0,58	0,54

VITRAGES EXTERIEURS

Vitrages simples		Bois	K : 5,00
		Métal	K : 5,80
Vitrages doubles	lame air 6mm	Bois	K : 3,30
		Métal	K : 4,00
	lame air 12mm	Bois	K : 2,90
		Métal	K : 3,70

TOITURES

Tôle ondulée	K : 8,70
Ardoise	K : 5,80
Tuile	K : 5,20
Carton bitumé	K : 3,50

PORTES EXTERIEURES

Pleine bois	K : 3,50
Bois vitrée simple	K : 4,20
Bois vitrée double	K : 3,30
Pleine métal	K : 5,80
A lanières plastiques	K : 5,80

MURS INTERIEURS
(enduit 2 faces)

Parpaing ou béton plein

Ep. en cm	10	12	17	22
K	3,00	2,90	2,80	2,60

Brique pleine

Ep. en cm	7	12	20	23
K	3,00	2,70	2,30	2,00

Parpaing creux

Ep. en cm	7	10	15	20
K	2,80	2,70	2,40	2,10

Carreaux de plâtre

Ep. en cm	5	7	10	15
K	3,25	2,90	2,70	2,30

PORTES INTERIEURES

Isoplane K : 2,00

VITRAGES INTERIEURS

Simple K : 4,00

Humidité spécifique : r^S [kg/kg air sec]

Enthalpie spécifique : H^S [kJ/kg air sec]

Volume spécifique : v^S [m³/kg air sec]

Température sèche : θ_s [°C]

Température humide : θ_h [°C]

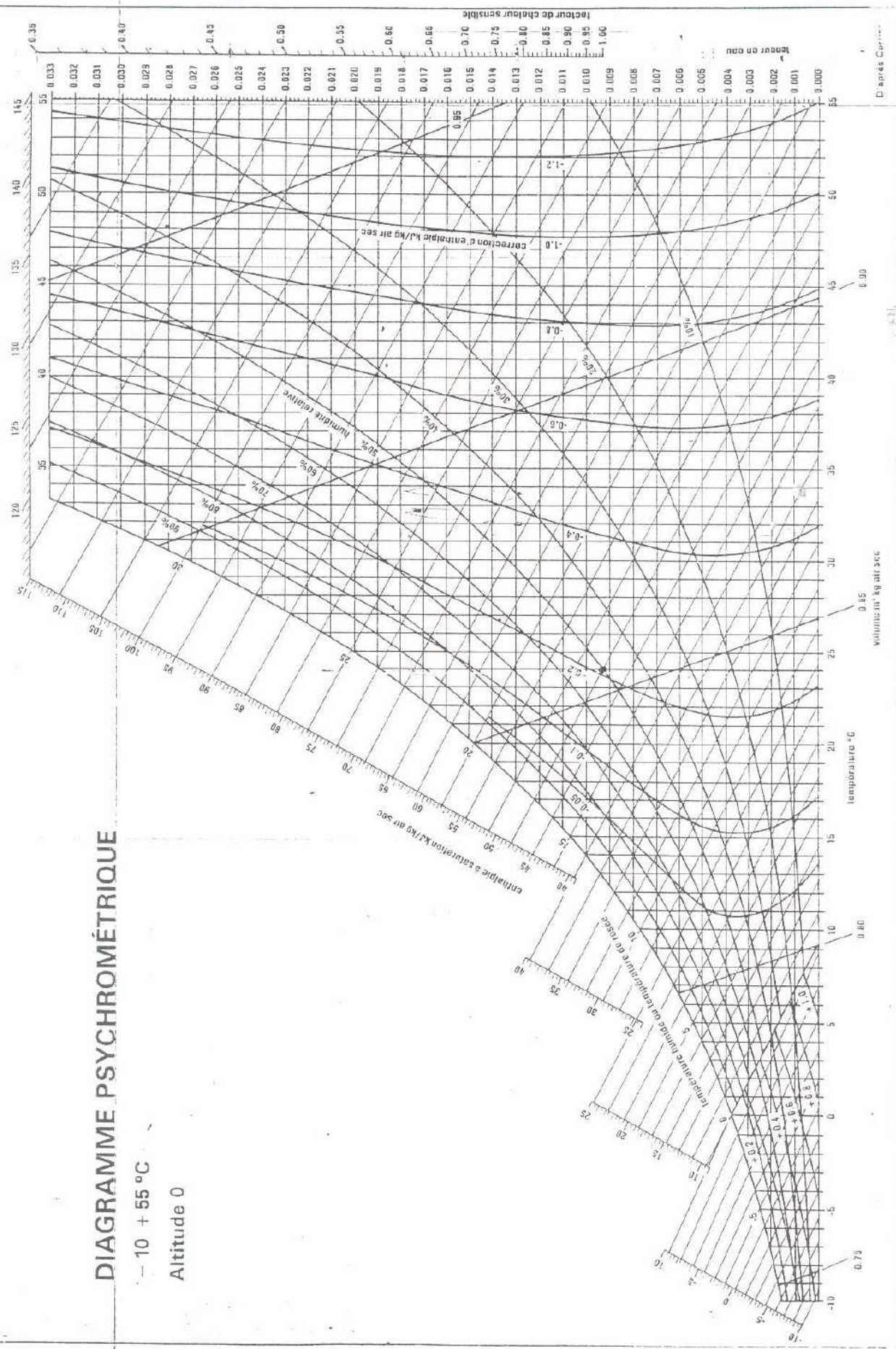
Température de rosée : θ_r [°C]

humidité relative : HR [%]

DIAGRAMME PSYCHROMÉTRIQUE

-10 + 55 °C

Altitude 0



D'après Carrier

DEFINITIONS

● **Température sèche :**

C'est la température mesurée à l'aide d'un thermomètre ordinaire (mercure, alcool. . .). Elle s'exprime en Degré celcius (°C)

● **Température Humide :**

appelée également « bulbe humide » elle est mesurée au moyen d'un thermomètre dont le bulbe est entourée d'une gaze humide. L'évaporation de cette eau provoque un abaissement du bulbe du thermomètre qui se refroidira d'autant plus que l'air ambiant sera sera sec .
elle s'exprime en °C

● **Température de rosée :**

Ou " point de rosée" . c'est la température à laquelle il faudrait refroidir l'air. Sans lui enlever ni lui ajouter de vapeur d'eau, pour provoquer l'apparition immédiate de phénomènes de condensation.
E : elle s'exprime en °C

● **humidité relative :**

appelée également hygrométrie exprime le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air humide et la quantité qu'il contiendrait à la même température à saturation. Elle s'exprime en kg/kg

● **humidité spécifique absolue :**

c'est le poids d'eau contenu dans l'air sous forme de vapeur à des conditions de température **à saturation**. Elle s'exprime en Kg/Kg

● **Enthalpie spécifique:**

c'est la quantité de chaleur contenue dans un Kg d'air, sous forme sensible et latente . elle s'exprime en kJ/kg

● **Volume spécifique :**

c'est le rapport volume/ poids de l'air , il varie en fonction de la température et de l'humidité relative.
Il s'exprime en m³ / Kg

A 20°C et 50% il y'a 0.830 m³ / Kg ou 1.2 Kg / m³

LE DIMENSIONNEMENT ET LE CHOIX DU CLIMATISEUR

LE CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION

Ils varient suivant les saisons et dépendent de la situation géographique du bâtiment du moment considéré et de l'orientation du vitrage par rapport rayonnement incident.

Lorsque le flux solaire atteint le vitrage, une partie est réfléchiée, une autre est transmise, le reste est absorbé.

Les apports à travers les vitrages sont de loin les plus importants. Ils représentent 0 à 80% des apports totaux.

C'est pourquoi, pour simplifier les calculs de charge en climatisation, on va déterminer à partir des apports à travers les vitrages, la date et l'heure ou ces apports sont maximum. Les autres apports seront calculés pour cette date et cette heure

L'heure et date ou les apports par les vitrages sont maximum, sont déterminées à partir du tableau I

Date et heure	ORIENTATIONS																
	N	N/NE	NE	E/NE	E	E/SE	SE	S/SE	S	S/SO	SO	O/SO	O	O/NO	NO	N/NO	ombre
21 juin -8 h	61	173	325	422	455	442	316	163	52	47	52	56	56	54	51	46	47
21 juin -9 h	76	134	278	402	462	457	376	242	108	71	71	75	75	73	70	66	72
21 juin -17 h	116	105	118	131	140	142	141	135	144	235	392	516	526	490	391	248	102
21 juin -18 h	137	87	96	107	115	117	115	109	114	163	308	452	474	462	390	270	81
21 juil -13h	128	143	170	200	226	238	266	308	338	344	323	243	204	146	132	127	150
21 août-9h	77	86	199	353	451	476	440	334	183	77	70	71	70	67	63	60	74
21 août-16h	105	108	121	138	156	164	182	197	266	412	507	533	505	410	271	132	121
21 sept-10h	48	51	84	198	364	431	503	391	349	193	71	57	56	53	50	48	71
21 sept-11h	65	68	91	146	274	363	504	510	440	315	171	75	72	69	67	65	93
21 sept-13h	84	85	100	130	171	201	354	474	520	496	419	242	166	91	85	84	114
21 sept-14h	85	86	98	122	155	176	250	392	500	535	507	371	296	151	89	85	114
21 sept-15h	81	82	91	111	137	153	203	286	438	527	551	468	404	259	113	82	105

Tableau I :

Détermination du maximum de charges surfaciques en W/m^2

Apports par ensoleillement et par conduction

Vitrage simple sans protection latitude 45 °N

Un vitrage équipé d'un store extérieur est assimilé à l'ombre.

Exemple:

Considérons la boutique (figure 1) à climatiser. La vitrine, en glace claire de 10 mm, est orientée à l'Ouest les apports sont maximums le 21 juin à 17 heures.

Les apports seront donc calculés pour le 21 juin à 17 heures

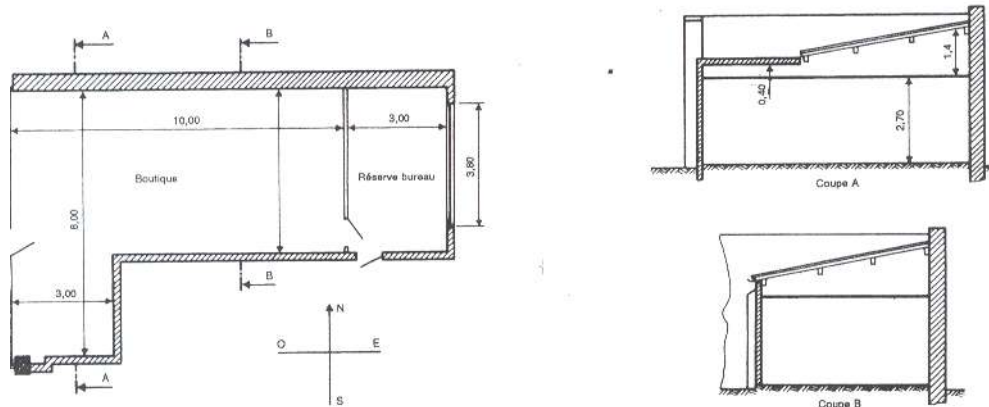


Figure 1

Figure 1

Les apports par les vitrages sont obtenus en pondérant les charges surfaciques (tableau II) par la surface du vitrage et par un éventuel coefficient de correction de vitrage (tableau III).

Date et heure	ORIENTATIONS																
	N	N/NE	NE	E/NE	E	E/SE	SE	S/SE	S	S/SO	SO	O/SO	O	O/NO	NO	N/NO	ombre
21 juin -8 h	61	173	325	422	455	442	316	163	52	47	52	56	56	54	51	46	47
21 juin -9 h	76	134	278	402	462	457	376	242	108	71	71	75	75	73	70	66	72
21 juin -17h	116	105	118	131	140	142	141	135	144	235	392	516	526	490	391	248	102
21 juin -18h	137	87	96	107	115	117	115	109	114	163	308	452	474	462	390	270	81
21 juil -13h	128	143	170	200	226	238	266	308	338	344	323	243	204	146	132	127	150
21 aout-9h	77	86	199	353	451	476	440	334	183	77	70	71	70	67	63	60	74
21 aout-16h	105	108	121	138	156	164	182	197	266	412	507	533	505	410	271	132	121
21 sept-10h	48	51	84	198	364	431	503	391	349	193	71	57	56	53	50	48	71
21 sept-11h	65	68	91	146	274	363	504	510	440	315	171	75	72	69	67	65	93
21 sept-13h	84	85	100	130	171	201	354	474	520	496	419	242	166	91	85	84	114
21 sept-14h	85	86	98	122	155	176	250	392	500	535	507	371	296	151	89	85	114
21 sept-15h	81	82	91	111	137	153	203	286	438	527	551	468	404	259	113	82	105

Tableau II : charges dues aux apports à travers les vitrages au moment du maximum, sur les autres orientations en W/m^2
Vitrage simple sans protections, latitude $45^\circ N$

Vitrage simple anti solaire bronze	6 mm	0.77
Vitrage simple anti solaire bronze	10 mm	0.69
Glace claire	6 mm	0.99
Glace claire	10 mm	0.96
athermic	6 mm	0.57
Athermic	10 mm	0.52
Double vitrage glace claire intérieur glace claire intérieur	6 mm 6 mm	0.87
Store intérieur		0.60
Pavés de verre		0.65

Tableau III : coefficients de correction pour divers vitrages
 Reprenons l'exemple de la boutique (figure 1)
 Le vitrage orienté ouest est en glace claire de 10 mm
 Surface du vitrage :

$$S = (2.70 - 0.40) \times 8 = 18.4 \text{ m}^2$$

Les apports par le vitrage Ouest sont donc de :

$$A = 18.4 \times 526 \times 0.96 = 9\,291 \text{ W}$$

Surface
en m²

Charges
Surfaciques
En W/m²

Coefficient de
correction
(tableau III)

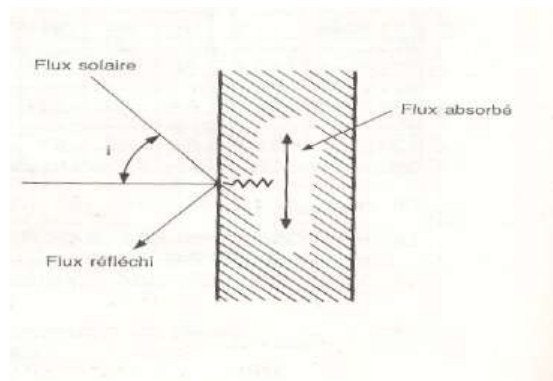
Remarque: le coefficient de correction pour store intérieur ne doit pas être appliqué en plus d'un coefficient de correction de vitrage.

Par exemple, pour un vitrage en glace claire de 10 mm avec store intérieur on applique uniquement le coefficient de correction du store intérieur soit 0.6.

2. APPORTS A TRAVERS LES PAROIS OPAQUES

En été, les apports calorifiques résultent non seulement de la différence entre les températures de l'air à l'extérieur et à l'intérieur des locaux climatisés, mais aussi du fait que les locaux extérieurs sont soumis au rayonnement solaire. Les apports calorifiques dans les locaux climatisés sont donc plus importants en raison de l'absorption et de l'emménagement de la chaleur par les parois extérieures.

Lorsqu'un flux solaire atteint une paroi extérieure, une partie du flux est réfléchi, une autre partie est absorbée, ce qui a pour effet d'élever la température de la paroi. On est donc amené à définir une température fictive appelée température extérieure virtuelle (θ_{ev}) qui tient compte de l'élévation de température de la paroi sous l'effet de l'ensoleillement.



Les tableaux IV, V et VI nous donnent pour 2 types de parois verticales selon l'orientation et pour les parois horizontales, l'écart virtuel de température, différence entre la température intérieure du local à climatiser et la température extérieure.

$$\Delta\theta_{ev} = \theta_{ev} - t_i$$

Remarque : la température intérieure du local climatisé est prise égale à 25°C.

Si la température du local à climatiser est différente de 25 °C, il faut rajouter à la valeur de $\Delta\theta_{ev}$ lue dans le tableau, la différence entre 25 °C et la température intérieure.

$$\Delta\theta_{ev} = \theta_{ev} + (25 - t_i)$$

tableau

réelle

Les charges dues aux apports à travers des parois opaques sont égales au coefficient de transmission K de la paroi considérée, multiplié par la surface et par l'écart virtuel de température correspondant :

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta\theta_{ev} \cdot \alpha$$

Avec **Q** : apports par conduction en W

K : coefficient de transmission en W/m² K,

S : surface en m²

Δθ_{ev} : écart virtuel de température en K (tableau IV à VI)

α : coefficient de correction de parois (tableau VII)

Remarque : le calcul du coefficient K s'effectue suivant le DTU « règles de calcul des caractéristiques thermiques utiles des parois de construction de base des bâtiments ».

Date et heure	ORIENTATIONS																
	N	N/NE	NE	E/NE	E	E/SE	SE	S/SE	S	S/SO	SO	O/SO	O	O/NO	NO	N/NO	ombre
21 juin -8 h	-1.1	4.6	10.0	13.6	14.7	14.2	9.2	3.7	-1.6	-2.3	-2.2	-2.1	-2.1	-2.2	-2.2	-2.3	-2.2
21 juin -9 h	-0.4	3.2	9.0	13.3	15.5	15.6	12.4	7.6	1.9	-0.6	-0.7	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.8	-0.40.4
21 juin -17h	8.1	6.8	7.0	7.2	7.3	7.4	7.4	7.4	8.1	13.3	18.8	23.6	24.1	22.9	19.2	13.8	6.9
21 juin -18h	8.8	5.7	5.8	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.3	9.3	14.8	20.4	21.3	21.2	18.6	14.2	5.6
21 juil -13h	8.4	8.7	9.1	9.7	10.1	11.1	14.3	16.8	18.3	18.5	17.4	13.8	11.9	9.6	8.5	8.3	9.3
21 aout-9h	0.6	2.2	8.1	13.5	17.0	17.9	16.4	12.3	6.6	1.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	1.1
21 aout-16h	8.8	8.9	9.1	9.4	9.6	9.8	10.1	10.9	15.7	21.2	25.1	26.4	25.4	21.8	16.4	10.6	9.4
21 sept-10h	-0.8	-0.7	1.0	6.9	12.8	15.2	17.7	16.0	11.7	5.7	0.3	-0.7	-0.7	-0.8	-0.8	-0.8	0
21 sept-11h	1.2	1.3	1.8	4.5	10.7	13.8	18.8	19.1	16.7	12.0	6.1	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	2.3
21 sept-13h	4.4	4.4	4.7	5.2	5.9	7.7	15.2	19.6	21.7	21.3	18.5	11.4	8.1	4.5	4.4	4.4	5.6
21 sept-14h	5.1	5.1	5.4	5.7	6.3	6.7	11.1	17.0	21.3	23.2	22.5	17.3	14.2	8.3	5.2	5.1	6.2
21 sept-15h	5.4	5.4	5.6	5.9	6.3	6.6	8.1	13.2	19.1	23.0	24.3	21.5	19.0	13.3	7.4	5.4	6.3

Tableau IV :

Ecart virtuel de température en K

Parois opaques verticales de faible inertie, construction légère et teinte moyenne.

Date et heure	ORIENTATIONS																
	N	N/NE	NE	E/NE	E	E/SE	SE	S/SE	S	S/SO	SO	O/SO	O	O/NO	NO	N/NO	ombre
21 juin -8 h	-1.4	-1.3	-0.9	-0.6	-0.6	-0.6	-1.0	-1.3	-1.3	-0.9	-0.2	-0.2	0.2	0	-0.4	-1.1	-2.0
21 juin -9 h	-1.6	-1.0	-0.3	0	0	0	-0.9	-1.7	-1.9	-1.5	-1.0	-0.5	-0.5	-0.7	-1.1	-1.7	-2.5
21 juin -17h	2.2	3.6	5.4	7.2	8.3	8.6	8.3	7.3	6.3	5.8	5.5	4.7	4.2	3.5	2.6	0.2	2.1
21 juin -18h	3.1	4.2	5.8	7.4	8.3	8.7	8.5	7.8	7.4	7.6	7.7	7.1	6.6	5.5	4.2	3.1	3.1
21 juil -13h	0.6	2.4	4.9	6.9	7.9	8.0	6.4	4.2	2.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.5	0.3	0.1
21 aout-9h	-0.6	-0.23	0.2	0.6	0.8	0.9	0.7	0.4	0.3	0.6	0.9	0.9	0.8	0.4	0	-0.4	-0.7
21 aout-16h	2.4	3.2	5.0	7.2	9.1	10.1	11.0	10.5	9.0	7.3	5.9	4.3	3.7	3.0	2.6	2.4	2.9
21 sept-10h	-4.3	-4.1	-3.4	-2.8	-2.4	-2.2	-2.1	-2.3	-2.5	-2.7	-2.7	-3.0	-3.2	-3.6	-3.9	-4.2	-4.2
21 sept-11h	-4.4	-4.1	-2.9	-1.8	-1.0	-0.7	-0.7	-1.3	-2.1	-2.9	-3.0	-3.3	-3.4	-3.7	-4.1	-4.3	-4.2
21 sept-13h	-3.7	-3.4	-1.8	0.3	2.3	3.0	3.5	2.5	0.8	-1.2	-2.3	-2.8	-3.0	-3.2	-3.5	-3.6	-3.5
21 sept-14h	-3.0	-2.7	-1.1	1.1	3.5	4.6	5.7	4.9	3.1	0.7	-0.9	-2.1	-2.3	-2.6	-2.8	-2.9	-2.5
21 sept-15h	-2.1	-1.8	-0.4	1.8	4.3	5.6	7.4	7.1	5.5	3.1	1.0	-0.8	-1.3	-1.7	-1.9	-2.1	-1.5

Tableau V :

Ecart virtuel de température en K.

Parois opaques verticales de teinte moyenne, de construction traditionnelle.

Date	Terrasses ensoleillées	Terrasses non ensoleillées
21 juin -8 h	4.5	-2.3
21 juin -9 h	3.6	-2.4
21 juin-17h	3.9	-3.2
21 juin-18h	4.6	-3.1
21 juil -13h	4.6	-1.1
21 aout-9h	3.7	-1.7
21 aout-16h	-0.1	-1.5
21 sept-10h	-0.4	-4.2
21 sept-11h	-0.8	-4.4
21 sept-13h	-0.9	-4.7
21 sept-14h	-0.9	-4.8
21 sept-15h	-0.8	-4.8

Tableau VI :
Ecart virtuel de température en K.
Parois opaques horizontales de teinte moyenne.

Parois opaques		α
Type	Nature	
Verticales	Construction avec bonne isolation	0.7
	Construction courante	1.0
	Construction ancienne peu isolée	1.3
horizontales	Construction avec bonne isolation	0.6
	Construction courante	1.0
	Construction ancienne (toiture)	2.0

Tableau VII : coefficient de correction des parois opaques.

Exemple :

la boutique (figure 1) est composée de :

- un mur sud en brique creuse de 10 cm avec 2 enduits de 1 cm, $K = 2.3W/m^2K$,
- un mur Nord en béton de 20 cm avec 2 enduits de 1 cm, $K = 2.3W/m^2K$,
- une allège Ouest en brique creuse de 10 cm avec 2 enduits de 1 cm, $K = 2.3W/m^2K$, $S=3.2 m^2$

● calcul des apports du mur sud :

Surface S: $10 \times (2.70 + 0.40) = 31 m^2$

Construction courante : $\alpha = 1$ (tableau VII)

Le mur sud peut être classé comme construction légère, l'écart virtuel de température est donné tableau IV :

L'écart virtuel de température à partir du tableau IV : $\Delta\theta_{ev} = 8.1 K$

◆ Les apports à travers le mur sud sont :

$$Q = 2.3 \times 31 \times 8.1 \times 1 = 577 \text{ W}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{K} & \text{S en m}^2 & \Delta\theta_{ev} & \alpha \\ \text{En} & & \text{En K} & \\ \text{W/m}^2 & & & \end{array}$$

• calcul des apports du mur nord :

Surface S: $10 \times (2.70 + 1.40) = 41 \text{ m}^2$

Construction courante : $\alpha = 1.3$ (tableau VII)

Le mur nord peut être classé comme construction traditionnelle, l'écart virtuel de température est donné tableau V :

L'écart virtuel de température à partir du tableau V : $\Delta\theta_{ev} = 2.2 \text{ K}$

◆ Les apports à travers le mur sud sont :

$$Q = 2.9 \times 41 \times 2.2 \times 1.3 = 340 \text{ W}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{K} & \text{S en m}^2 & \Delta\theta_{ev} & \alpha \\ \text{En W/m}^2 & & \text{En K} & \end{array}$$

◆ Les apports à travers l'allège ouest sont :

$$Q = 2.3 \times 3.2 \times 24.1 \times 1 = 177 \text{ W}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{K} & \text{S en m}^2 & \Delta\theta_{ev} & \alpha \\ \text{En} & & \text{En K} & \\ \text{W/m}^2 & & & \end{array}$$

◆ Les apports à travers le mur est sont :

$$Q = 2.3 \times 9.3 \times 7.3 \times 1 = 156 \text{ W}$$

• calcul des apports par la terrasse :

elle est composée de

• une partie horizontale en béton copeaux de bois de 10 cm avec 2 enduits de 1 cm,

$K = 0.52 \text{ W/m}^2\text{K}$, $S = 9 \text{ m}^2$,

• une partie inclinée, $K = 0.97 \text{ W/m}^2\text{K}$, $S = 50 \text{ m}^2$

• La terrasse est toujours ensoleillée.

L'écart virtuel de température à partir du tableau une partie VI : $\Delta\theta_{ev} = 3.6 \text{ K}$

◆ Apports par la terrasse en béton :

celle-ci est d'une construction courante, donc $\alpha = 1$

$$Q = 0.52 \times 9 \times 3.6 \times 1 = 17 \text{ W}$$

$$\begin{array}{cccc} \text{K en W/m}^2\text{K} & \text{S en m}^2 & \Delta\theta_{ev} & \alpha \\ & & \text{En K} & \end{array}$$

• Apports par toiture :

celle-ci est d'une construction courante, donc $\alpha = 1$ (tableau VII)

L'écart virtuel de température est identique à celui de la terrasse en béton, soit

: $\Delta\theta_{ev} = 3.6 \text{ K}$

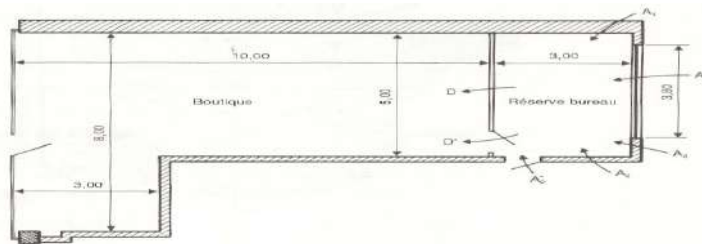
◆ Apports :

$$Q = 0.97 \times 50 \times 3.6 \times 1 = 175 \text{ W}$$

K en W/m².K S en m² Δθ_{ev} En K α

- Calcul des apports pour séparatif entre la boutique et la terrasse:

La réserve n'est pas climatisée, il faut donc déterminer sa température intérieure.



En régime stable, la somme des apports et des déperditions est nulle.

$$\Sigma A(t_i) + \Sigma D(t_i) = 0$$

Il est alors de déterminer t_i dans cette équation.

Remarques : la température t_i est déterminée pour le 21 juin à 17 heures, date et heure du maximum d'apports pour le vitrage de la boutique.

Pour déterminer la température intérieure t_i de la réserve, il faut calculer les apports par condition, par les vitrages, éventuellement par l'éclairage, les équipements et les occupants.

Il faut également déterminer les déperditions par la paroi séparative entre le local climatisé et le local non climatisé.

◆ Calcul des apports :

- mûr nord : $K = 2.9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 12.3 \text{ m}^2$
 $A1 = 2.9 \times 12.3 \times (28.3 - t_i)$
 $A1 = 1\,009,461 - 3567 t_i$

- mûr Sud : $K = 2,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 7,1 \text{ m}^2$
 $A2 = 2,3 \times 7,1 \times (28.3 - t_i)$
 $A2 = 462,139 - 16,33 t_i$

- porte sud : $K = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 2,2 \text{ m}^2$
 $A'2 = 3,5 \times 2,2 \times (28,3 - t_i)$
 $A'2 = 217,91 - 7,7 t_i$

- mûr est : $K = 2,3 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 13 \text{ m}^2$
 $A3 = 2,3 \times 13 \times (28,3 - t_i)$
 $A3 = 846,17 - 29,9 t_i$

- toiture : $K = 0,97 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 15 \text{ m}^2$
 $A4 = 0,97 \times 15 \times (28,3 - t_i)$
 $A4 = 411,765 - 14,55 t_i$

- fenêtre : $K = 2,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 12,3 \text{ m}^2$
 $A1 = 2,9 \times 12,3 \times (28,3 - t_i)$
 $A1 = 1\,009,461 - 35,67 t_i$

Le tableau il donne des charges surfaciques de $140 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$$A5 = 140 \times 4,5 = 360 \text{ W}$$

Calcul des déperditions

- paroi séparative : $K = 2,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 15,7 \text{ m}^2$
 $D = 2,8 \times 15,7 \times (25 - t_i)$
 $D = 1\,009 - 43,96 t_i$

- porte séparative: $K = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 1,76 \text{ m}^2$
 $D = 3,5 \times 1,76 \times (25 - t_i)$
 $D = 154 - 6,16 t_i$

- En régime stable: $\Sigma A(t_i) + \Sigma D(t_i) = 0$
 Soit $A1 + A2 + A2' + A3 + A4 + A5 + A5 + D + D' = 0$
 $4\,830,445 - 154,27 t_i = 0$
 $t_i = 31,3 \text{ }^\circ\text{C}$

Les apports par la paroi séparative dans la boutique sont donc :

- paroi séparative : $K = 2,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 15,7 \text{ m}^2$
 $A = 2,8 \times 15,7 \times (31,3 - 25) = 277 \text{ W}$

- porte séparative: $K = 3,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ $S = 1,76 \text{ m}^2$
 $A' = 3,5 \times 1,76 \times (31,3 - 25)$

- Apports total par la paroi séparative y compris la porte :

$$A_{\text{tot}} = 316 \text{ W}$$

3- APPORTS PAR RENOUELEMENT D'AIR

Il peut s'agir de l'air extérieur admis par une infiltration ou introduit volontairement en fonction du nombre d'occupants et de la nature du local(VMC).

Cet air extérieur humide provoque des variations de températures et d'humidité dans le local, qui sont autant de charges à prendre en compte par le climatiseur. Ces variations dépendantes du débit d'air introduit (tableau IX)

Désignation des locaux	Débit minimum d'air neuf en m ³ /h par occupant		Taux d'occupation m ² par personne
	Sans fumeurs	Avec fumeurs	
Locaux d'enseignement : Classes, salles d'études, laboratoires, écoles maternelles, élémentaires et collèges.	15 18	25	4.5 1.5
Locaux d'hébergement : Chambres collectives, dortoirs, salles de repos	25	4	18
Bureaux et locaux assimilés : Locaux d'accueil, bibliothèque, bureaux de poste, banques.	18	25	10
Locaux de réunions : Salles de réunions, de spectacle, de culte, clubs, foyers.	18	30	3.5
Locaux de vente : Boutique, supermarchés.	22	30	12
Locaux de restauration : Cafés, bars, restaurants, cantines, salles à manger	22	30	2
Locaux à usage sportif :	22		
Par sportif : piscine, autres locaux	25	30	10
Par spectateur	18	30	1.2

Tableau IX : renouvellement d'air en m³/h

Les apports de chaleur sensible sont données par la relation

$$A_{sens} = 3.3.10^{-4}.q_v.c_p.(t_e-t_i)$$

Avec **A_s** : apports sensibles en W

q_v : Débit d'air sec d'infiltration

c_p : capacité thermique de l'air en J/Kg°C

t_e : température extérieure d'air sec en °C

t_i : température intérieure du local climatisé en °C

le tableau X donne pour 3 sites suivants la date et l'heure, la valeur du terme E

$$E = 3,3.10^{-4}.c_p.(t_e-t_i)$$

La teneur en humidité de l'air extérieur est relativement constante et ne dépend que de la zone climatique. Par contre la teneur en humidité de l'air intérieur doit être déterminée à partir du diagramme de l'air humide connaissant la température intérieure et l'humidité relative du local climatisé.

Exemple :

La boutique contient 6 personnes, le débit minimum d'air neuf est de $30 \text{ m}^3/\text{h}$ par personne.

Le débit d'air introduit est donc de :

$$q_v = 30 \times 6 = 180 \text{ m}^3/\text{h}$$

La boutique est située dans la région parisienne.

On obtient $E = 11$ (tableau X)

◆ Soit des apports sensibles de :

$$A_{\text{sens}} = q_v \times E = 180 \times 1.1 = 198 \text{ W}$$

La teneur en humidité l'été pour la région casa est

$$r_e^s = 10 \text{ g/kg}_{\text{as}}$$

la boutique est climatisée à 25°C avec une humidité relative de 60%

D'après le diagramme de l'air humide, on obtient :

$$r_i^s = 0.012 \text{ kg/kg}_{\text{as}}$$

◆ les apports latents sont donc de :

$$A_{\text{lat}} = 833.3 \times 180 \times (0.010 - 0.012) = - 300 \text{ W}$$

◆ Les apports totaux sont :

$$A_{\text{tot}} = 198 - 300 = - 102 \text{ W}$$

4- APPORTS PAR LES OCCUPANTS

L'homme peut être assimilé à un générateur thermique dont la puissance, fonction de son activité, est assurée par la combustion lente des aliments. Une partie de l'énergie produite est utilisée pour maintenir la température intérieure du corps à un niveau constant, l'autre partie est dissipée dans le milieu ambiant sous forme de chaleur.

Le maintien du corps à une température de 37°C est donc subordonné à un équilibre entre la production de chaleur du corps et augmentation avec son activité.

Pour un degré hygrométrique moyen (40 à 70 d'humidité relative), la répartition entre apports sensibles et apports latents est fonction de la température sèche du local. Lorsque la température de l'air augmente, les échanges sensibles diminuent et les apports latents augmentent.

Le tableau XI donne, pour différentes activités, les valeurs du métabolisme humain et sa répartition en chaleur sensible et latente en fonction de la température ambiante. Ces valeurs correspondent à la quantité moyenne de chaleur et d'humidité dégagée par un homme adulte.

activité	Température ambiante							
	21°C		23°C		25°C		27°C	
	Sensible	latente	Sensible	latente	Sensible	latente	Sensible	latente
Assis, au repos	79	31	73	37	67	43	59	51
Debout, au repos	86	39	78	47	70	55	61	64
Activité modérée (ex : bureau, couture)	91	59	82	68	72	78	62	88
Activité moyenne (Vendeur debout)	95	80	84	92	73	102	62	110
Activité importance (vendeur debout)	104	96	90	110	75	125	63	137

Tableau XI :

Métabolisme humain. Valeurs exprimées en Watts.

Minorations : pour les femmes : 20% et pour les enfants : 20 à 40% selon l'âge.

Exemple :

Dans la boutique se trouvent six personnes dont une vendeuse est :

● **Les apports sensibles et latents dûs à la vendeuse sont :**

◆ **Apports sensibles :**

$$A_{\text{sens}} = 73 - (0.2 \times 73) = 58 \text{ W}$$

◆ **Apports latents :**

$$A_{\text{lat}} = 102 - (0.2 \times 102) = 82 \text{ W}$$

◆ **Apports totaux :**

$$A_{\text{tot}} = 58 + 82 = 140 \text{ W}$$

● Les apports sensibles et latents dûs aux clients (4 femmes et 1 homme) sont

◆ **Apports sensibles :**

$$A_{\text{sens}} = 70 + [4 \times (70 - (0.2 \times 70))] = 294 \text{ W}$$

◆ **Apports latents :**

$$A_{\text{lat}} = 55 + [4 \times (55 - (0.2 \times 55))] = 231 \text{ W}$$

◆ **Apports totaux :**

$$A_{\text{tot}} = 294 + 231 = 525 \text{ W}$$

5- APPORTS PAR L'ECLAIRAGE ET LES EQUIPEMENTS

Les apports par l'éclairage et par les équipements de bureau (ordinateur, imprimantes.....) sont relativement importants, toute l'énergie électrique est effectivement transformée en chaleur. Les charges dues aux équipements correspondent aux puissances électriques des appareils (tableau XII) ou puissance installée pour l'éclairage.

Remarque : lorsque l'éclairage est réalisé à partir de tubes fluorescents (éclairage des bureaux), la charges surfaciques est d'environ 10 W/m².

Par contre, pour les boutiques ou l'éclairage est réalisé à partir de spots halogènes très basse tension, la charge surfacique est de 50 W/m².

Type d'appareil	puissance	apports		Durée de fonctionnement
		Sensible	latente	
Fer à repasser	500	220	280	60
Appareil radio	40	40	-	60
Radiateur électrique	1000	1000	-	60
	2000	2000	-	60
Moulin à café	500	180	70	30
Machine à café	3000	1100	400	30
Grille-pain	500	200	50	30
Sèche-cheveux	500	170	80	30
	1000	340	160	30
Plaque chauffante	500	110	140	30
	1000	230	270	30
Gril électrique	300	1200	300	30
Appareil à friser	1500	400	100	20
Stérilisation	1000	170	330	30

Tableau XII :

Apports par processus.

Valeurs exprimées en Watts pour les puissances et les apports, en minutes pour la durée de fonctionnement.

Exemple

La boutique est éclairée à partir de spots halogènes TBT.

Les apports par l'éclairage sont :

$$A = 50 \quad \times \quad 59 \quad = \quad 2 \, 950W$$

W/m²

m²

6- IMPORTANCE DES PROTECTIONS SOLAIRES

Le rayonnement solaire à travers un vitrage peut ou moins être réduit en prévoyant une protection solaire. Ce qui permet de diminuer en conséquence les gains externes par ensoleillement et surtout la charge frigorifique de pointe à prévoir.

Les dispositifs de protection solaire les plus intéressants du point de vue énergétique sont ceux du type mobile, par exemple stores à lamelles orientables, qui vont présenter en été un facteur de transmittance optimal, mais laisser passer suffisamment de lumière pour ne pas nécessiter la mise en marche de l'éclairage en période d'été. L'énergie solaire, qui, dans certains cas peut constituer un apport très important donc permettre la réduction du chauffage.

Du point de vue énergétique, la fenêtre optimale présente les caractéristiques suivantes :

Une protection mobile placée de préférence à l'extérieur pour l'été,

Un vitrage isolant(double vitrage) laissant passer un maximum de lumière naturelle pour ne pas être obligé d'utiliser l'éclairage artificiel.

Remarque : les protections solaires extérieures sont plus efficaces parce que, d'une part, la chaleur réfléchie est renvoyée avant de pénétrer dans le local, et que d'autre part, la chaleur absorbée est dissipée dans le local et une partie de la chaleur est absorbée à son passage à travers la vitre.

Dans la méthode expliquée précédemment, lorsqu'un vitrage est équipé d'une protection extérieure, il est considéré comme étant à l'ombre.

Nous allons reprendre le calcul des charges de la boutique, en appliquant un store extérieur sur la vitrine Ouest.

Le tableau I donne les charges maximales pour orientation « ombre » le 21 juillet à 13 heures.

7- RECAPITULATIF

Les résultats et calculs sont regroupés sur une feuille de calcul.

BORDEREAU DE CALCUL DES CHARGES DE CLIMATISATION

Maximum (tableau I)		
orientation	OUEST	OMBRE
Date et heure	21 juin – 17 heures	21 juillet – 13 heures

Vitrages (tableau II et III)						
Orientation	Charges surfaciques en w/m ²		Surface en m ²	Coefficient De correction	Charges sensibles en w	
	21/06	21/07			21/06	21/07
Ouest	526	150	18,4	0,96	9291	2650

Parois opaques (tableau IV à VII)							
Orientation	K en W/m ² . K	Surface en m ²	$\Delta\theta_{ev}$ En K		Coefficient de correction	Charges sensibles en W	
			21/06	21/07		21/06	21/07
Sud	2.3	31.0	8.1	18.3	1	577	1 305
Nord	2.9	41.0	2.2	0.6	1.3	340	93
Ouest	2.3	3.2	24.1	11.9	1	177	88
Est	2.3	9.3	7.3	10.1	1	156	216
Terrasse béton	0.52	9.0	3.6	4.6	1	17	21
Toiture	0.97	50.0	3.6	4.6	1	175	223

PAROIS INT2RIEUR(tableau VII I)						
Désignation	K enW/m ² .K	S en m ²	Ti en °C		Charges sensibles en w	
			21/06	21/07	21/06	21/07
Paroi	2.8	15.70	31.3	35	277	440
Porte	3.5	1.76	31.3	35	39	62

Renouvellement d'air (tableau IX et X, figure 2)								
Débit qv en m ³ /h	E		(r ^s _e - r ^s _i) en kg/kg _{as}	Charges sensibles qv x E enW		Charges latentes 833.3 qv (r ^s _e - r ^s _e) en W	Charges sensibles en w	
	21/06	21/07		21/06	21/07		21/07	21/06
180	1,1	1,7	-0,002	198	306	-300	-102	6

Occupants (tableau XI)				
Nombre d'occupants	Charges sensibles en W		Charges latentes en W	Charges totales en W
1 vendeuse 5 clients	58 294		82 231	140 525

Eclairage et équipements (tableau XII)		
Surface en m ²	Charges surfaciques en W/m ²	Charges sensibles en W

59		50		2950	
Charges totales					
Charges sensibles en W		Charges latentes en W		Charges totales en W	
21/06	21/07			21/06	21/07
14 549	8 706	13		14 562	8719

Si la vitrine est équipée d'un store, le bilan total est de 8 719 W alors qu'il était de 14 562 W sans store, soit 40% d'économie sur le bilan.

L'intérêt des stores extérieures est ici incontestable tant du point de vue des apports que du confort.

Avant de climatiser un local, il est bon de voir les améliorations qui peuvent être réalisées sur le bâtiment.

BILAN FRIGORIFIQUE SIMPLIFIE

Client :	Date :	N° de projet
Téléphone	Nature du local :	
Adresse		

Validité du calcul : rafraîchissement de 8°C / Extérieur 35°C BS – Intérieur 27C BC

CHARGES THERMIQUES	PARAMETRES	X	FACTUR	=	PUISSANCE	
VITRAGES	A l'ombre	m ²	x	50	=	
	Ensoleillés sans stores extérieurs	m ²	x	180	=	
	Ensoleillés avec stores intérieurs	m ²	x	135	=	
	Ensoleillés avec stores extérieurs	m ²	x	90	=	
MURS EXTERIEURS	Ensoleillés, isolés	m ²	x	9	=	
	Ensoleillés, non isolés	m ²	x	23	=	
	Non ensoleillés, isolés	m ²	x	7	=	
	Non ensoleillés, non isolés	m ²	x	12	=	
PAROIS INTERIEURS*	m ²	x	10	=		
PLAFOND OU TOIT*	isolé	m ²	x	5	=	
	Non isolé	m ²	x	12	=	
	Sous toit isolé	m ²	x	10	=	
	Sous toit non isolé	m ²	x	24	=	
PLANCHER*	isolé	m ²	x	7	=	
	Non isolé	m ²	x	10	=	
RENOUVELLEMENT D' AIR	m ³ /h	x	4,5	=		
OCCUPANT	Pers	X	144	=		
APPAREILS ELECTRIQUES, ECLAIRAGES, en fonctionnement	W	x	1	=		
PUISSANCE FRIGORIFIQUE A INSTALLER :					W	

* : A ne pas prendre en compte si ces parois sont contiguës à des espaces climatisés
ce type de bilan thermique approché s'applique uniquement pour « du confort »

CHOIX DU SYSTEME A INSTALLER

1- INSTALLATION DE CLIMATISEURS

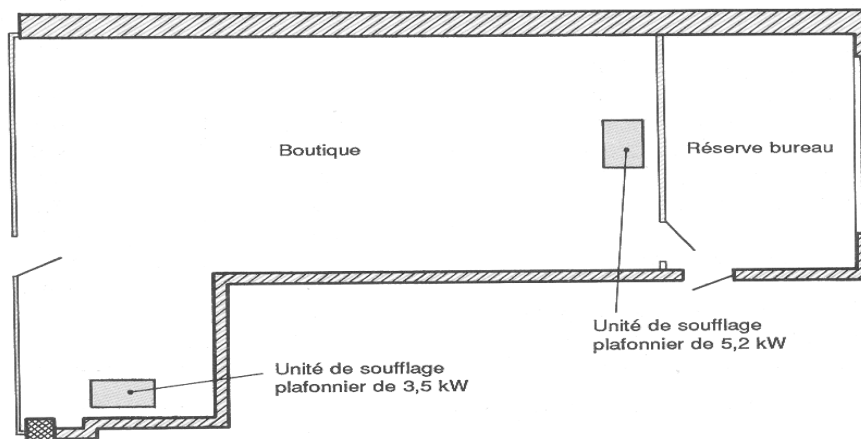
Nous considérons toujours le cas de la boutique, la charge frigorifique de pointe est de 8 719 W lorsque la vitrine est équipée d'un store extérieur.

Vu la géométrie de la boutique, il est préférable d'installer 2 climatiseurs afin d'avoir une bonne diffusion de l'air.

Les climatiseurs seront du type split-system air/air.

Les groupes de condensation à air seront installés sur la terrasse.

Les unités intérieures seront implantées pour un soufflage du type plafonnier, elles auront des puissances de 3,5 kW et 5,3 kw.



1. CRITERES DE CHOIX

Le choix du climatiseur peut être influencé par 3 facteurs :

- la puissance frigorifique
- la technologie de l'appareil et son niveau sonore
- l'implantation et la forme de l'appareil

2-2 Puissance frigorifique

En règle générale, on choisit la puissance du climatiseur supérieure ou égale à celle obtenue par le dimensionnement.

Dans quelques cas, on peut être amené à choisir la puissance du climatiseur légèrement inférieure à celle du bilan frigorifique (impératif d'ordre commercial ou d'échelonnement des puissances dans une gamme du matériel standard).

- Pour une puissance frigorifique $\leq 2,5$ KW :
l'orientation se fait vers les mobiles, les Windows et même les « split-system » ;
- Pour une puissance frigorifique $> 2,5$ KW et $< 4,5$ KW :
l'orientation se fait vers les mobiles, les cassettes et toutes la gamme de « split-system » ;
- Pour une puissance frigorifique $> 4,5$ KW :
l'orientation se fait vers les plafonniers encastrés avec un réseau de gaines, les split-system

et les multisplits.

1.1 Technologie

La technologie du climatiseur permettra de déterminer le type de l'appareil à installer et la nature de fluide de condensation :

- monoblocs air/air (figure 3)
- monoblocs eau/air (figure 4)
- split system air/air (figure 5)
- split system eau/air .

les critères de choix du type de l'appareil sont :

- Le ou les emplacements possibles pour l'installation de l'unité extérieure ;
- Disponibilité d'une paroi donnant sur l'extérieur avec possibilité de percement ;
- Possibilité de condensation par eau (présence d'une alimentation et évacuation d'eau) .

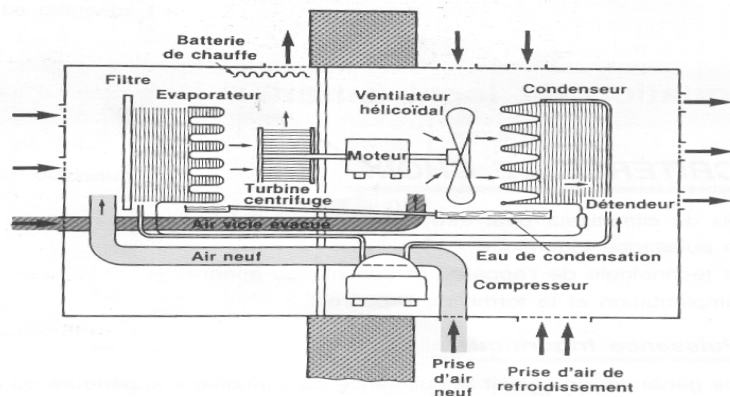


Figure 3 : climatiseur monobloc air/air

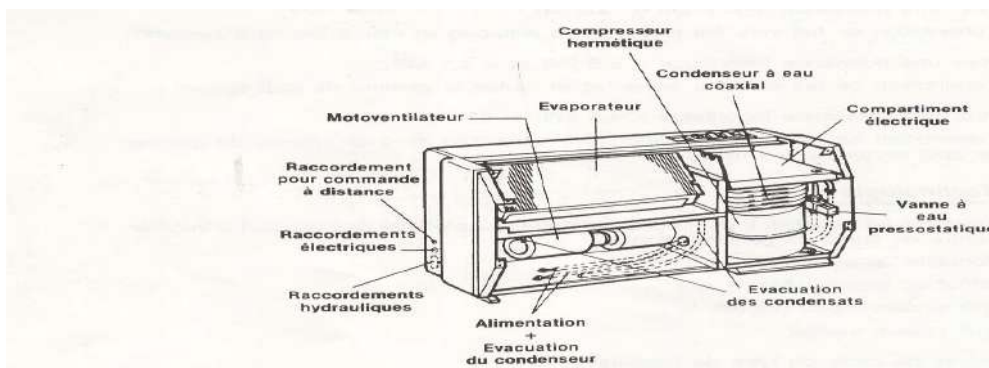


Figure 4 : climatiseur monobloc eau/air

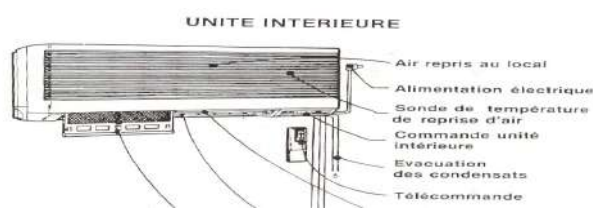
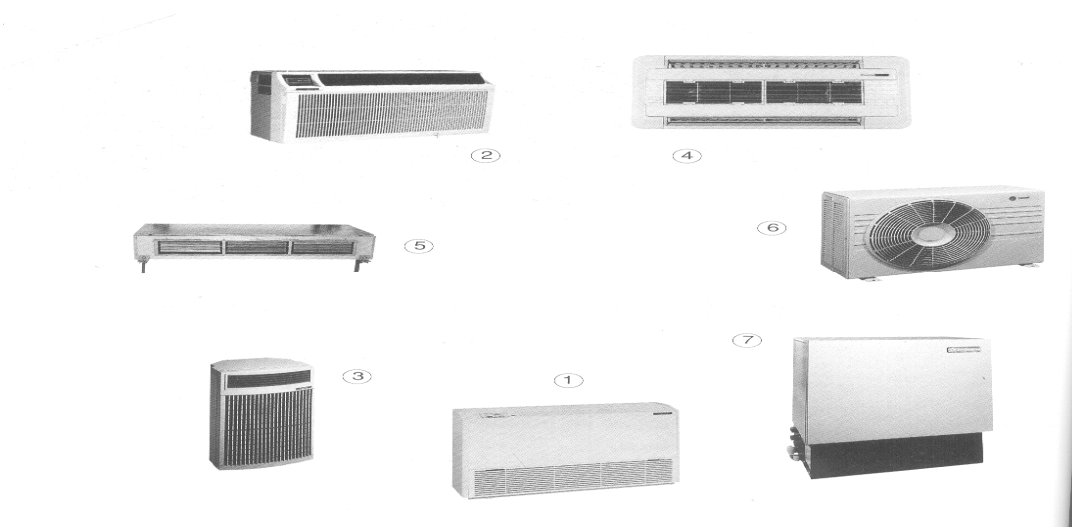


Figure 4 : Split system air/air

1.2 Implantations et Forme (figure 6)

Ce critère concerne plus particulièrement l'unité intérieure, le choix de la forme du climatiseur est en fonction des critères suivants :

- Présence d'un faux plafond exploitable ;
- Surface de plafond utilisable ;
- Disponibilité de la place au mur ;
- Disponibilité de la place au sol.



1. **console** : s'installe verticalement, posée au sol ou montée en allège
2. **murale** : s'accrochant à un mur du local, généralement à hauteur d'homme
3. **Murale d'angle** : variante de l'unité murale, car se forme en quart de cylindre permet de la positionner dans un angle de pièce, ou mur
4. **Plafonnière encastrée (cassette)** : à encastrer dans le faux plafond, dans l'épaisseur de celui-ci.
5. **Unité de faux plafond** : contrairement aux précédentes, aucune partie, hormis le soufflage, n'est apparente . Totalement encastrée dans le faux plafond, elle peut être associée à un réseau de gaines.
6. **Unité de condensation à air**
7. **Unité de condensation à eau**

Figure 6 : différents types d'unités de split system

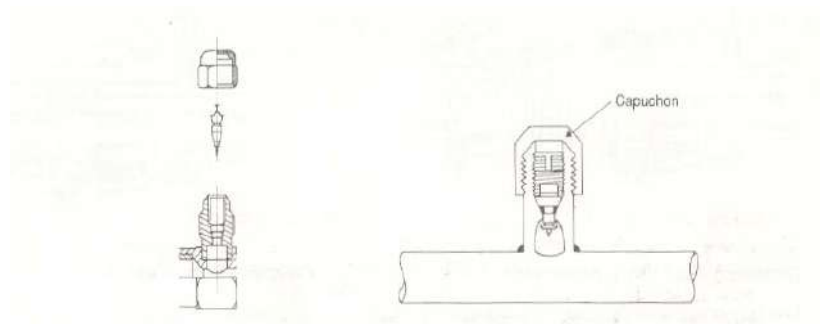
LA MISE EN SERVICE ET L'ENTRETIEN DES CLIMATISEURS

Le matériel d'installation et de maintenance

Le matériel nécessaire pour l'installation ou la maintenance des climatiseurs est particulier et peu courant.

1. VALVE A CLAPET

Couramment appelée vanne Schrader, elle a le même principe de fonctionnement que la valve d'une roue de bicyclette ou de voiture (figure 1).



En venant visser un flexible dont l'embout est muni d'une tige interne, la valve s'ouvre autorisant la communication du fluide entre l'installation et le flexible. De nombreux climatiseurs sont équipés de ce type de vanne. C'est alors la seule façon de pouvoir intervenir sur le circuit frigorifique (prise de pression, charge de fluide frigorigène, tirage au vide) un capuchon de protection en laiton est vissé sur la vanne, il faut veiller à son bon serrage après chaque intervention.

Pour les climatiseurs non équipés de ce type de vanne (certains Window), le technicien doit braser une vanne Schrader sur le tube de charge situé sur le compresseur hermétique (figure 2). Le démontage du clapet ressort (élément sensible de la vanne) est impératif, de même qu'un refroidissement du compresseur par chiffon humide. Attention, aucune goutte d'eau ne doit pénétrer dans le circuit. Le montage effectué, la pression lue au manomètre sera alors la basse pression.

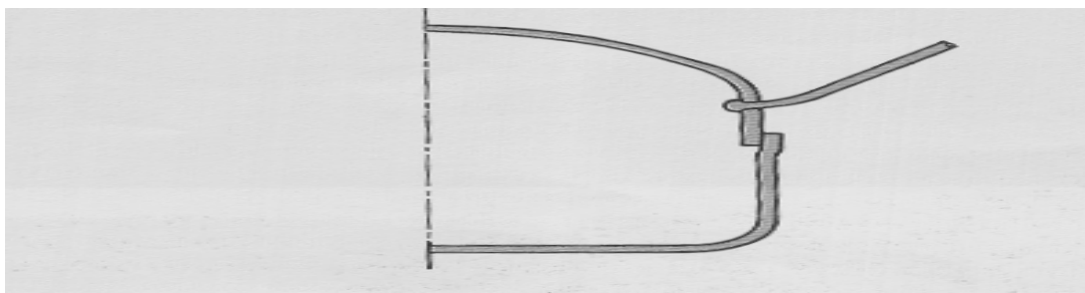


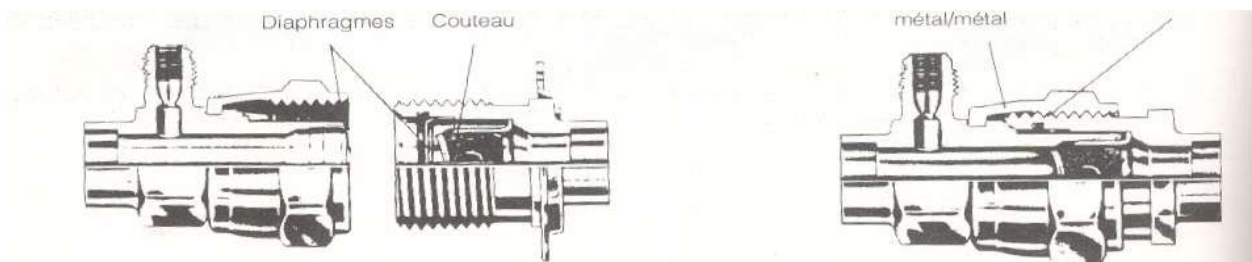
Figure 2 tube de charge sur compresseur hermétique

2- COUPLEUR :

Le raccordement entre l'unité intérieure et l'unité extérieure est réalisé en tube cuivre .

A l' installation , il existe deux possibilités pour réaliser ce raccordement :

- ☞ Acheter deux couronnes de tube de cuivre (qualité froid) , effectuer les dudgeons , raccorder les tubes , tirer au vide et charger ;
- ☞ Acheter deux canalisations préchargées et les visser sur les unités .le raccordement des canalisations préchargées est effectué par des coupleurs (figure 3) , couramment appelés raccords rapides ou quick .L' étanchéité entre les tubes préchargés et l' extérieur est réalisée par les diaphragmes qui se perforent au vissage .



Demi-coupleur avant connexion Les diaphragmes des demi-coupleurs Assurent l' étanchéité avant accouplement La partie mâle (à droite)comprend un coteau, Le diaphragme étanche et un joint intermédiaire En caoutchouc synthétique qui évite la perte de Fluide réfrigérant pendant l' accouplement la partie femelle (à gauche)comprend le diaphragme le siège de l' étanchéité définitive

Coupleur connecté Au serrage de l' écrou,les demi coupleurs se rapprochent, le couteau perce les diaphragmes et ouvre un large passage au fluide réfrigérant. Le coupleur doit être serré pour que l' étanchéité définitive étanche et métal/métal soit parfaite.

Dans l' éventualité d' un démontage , la charge en fluide frigorigène sera perdue .Cet inconvénient peut être pallié à l'aide des coupleurs auto-obturateurs , qui assurent une étanchéité des parties déconnectées .

Remarque : au montage il est vivement conseillé d'huiler légèrement les filetages avec de l'huile pour compresseur frigorifique uniquement .les constructeurs indiquent un couple de serrage .Pour assurer une bonne étanchéité , il sera toujours effectué avec deux cli-

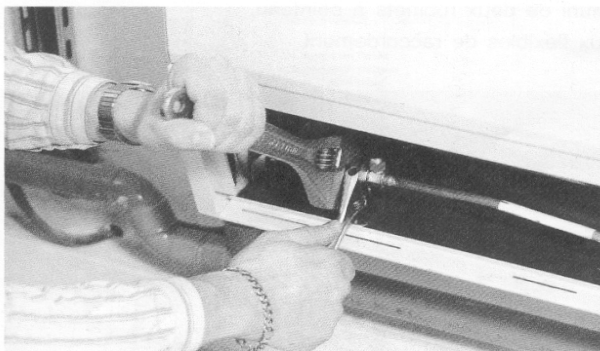


Figure 4 Serrage des liaisons frigorifiques