

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

JUIN 2007



ISTA.ma
Un portail au service
de la formation professionnelle

Le Portail <http://www.ista.ma>

Que vous soyez étudiants, stagiaires, professionnels de terrain, formateurs, ou que vous soyez tout simplement intéressé(e) par les questions relatives aux formations professionnelles, aux métiers, <http://www.ista.ma> vous propose un contenu mis à jour en permanence et richement illustré avec un suivi quotidien de l'actualité, et une variété de ressources documentaires, de supports de formation, et de documents en ligne (supports de cours, mémoires, exposés, rapports de stage ...) .

Le site propose aussi une multitude de conseils et des renseignements très utiles sur tout ce qui concerne la recherche d'un emploi ou d'un stage : offres d'emploi, offres de stage, comment rédiger sa lettre de motivation, comment faire son CV, comment se préparer à l'entretien d'embauche, etc.

Les forums <http://forum.ista.ma> sont mis à votre disposition, pour faire part de vos expériences, réagir à l'actualité, poser des questionnements, susciter des réponses. N'hésitez pas à interagir avec tout ceci et à apporter votre pierre à l'édifice.

Notre Concept

Le portail <http://www.ista.ma> est basé sur un concept de gratuité intégrale du contenu & un modèle collaboratif qui favorise la culture d'échange et le sens du partage entre les membres de la communauté ista.

Notre Mission

Diffusion du savoir & capitalisation des expériences.

Notre Devise

Partageons notre savoir

Notre Ambition

Devenir la plate-forme leader dans le domaine de la Formation Professionnelle.

Notre Défi

Convaincre de plus en plus de personnes pour rejoindre notre communauté et accepter de partager leur savoir avec les autres membres.

Web Project Manager

- Badr FERRASSI : <http://www.ferrassi.com>

- contactez : admin@ista.ma



Remerciements

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce programme d'études .

Pour la supervision

M. Mohamed BOUJNANE : Coordonnateur du CFF/ Froid et Génie Thermique

Pour l'élaboration

Mr. OUDGHIRI Omar

Formateur à l'ISGTF

Pour la révision :

M. Mohamed BOUJNANE : Chef de Pôle CDC :FGT

Les utilisateurs de ce document sont invités à communiquer à la DRIF toutes les remarques et suggestions afin de les prendre en considération pour l'enrichissement et l'amélioration de ce programme

**Mme EL ALAMI
DRIF**



SOMMAIRE

| | Page |
|---|-------------|
| Présentation du module | 3 |
| Compétence | 4 |
| Résumé de théorie | 7 |
| I- Les appareils annexes du circuit frigorifique | 8 |
| II- Les symboles | 15 |
| III. Les différentiels systèmes de climatisation | 17 |
| IV- L'implantation des systèmes à détente directe | 24 |
| V- Dimensionnement et choix du climatiseur | 29 |
| VI- Bilan frigorifique simple | 51 |
| VII- Choix du système à installer | 52 |
| VIII- Mise en service et entretien | 54 |
| IX- Matériel d'entretien et de maintenance | 56 |
| X- Canalisations frigorifiques | 66 |
| XI -Dépannage | 76 |
| | |
| Guide de travaux pratique | 109 |
| Evaluation de fin de module | 136 |
| | |
| Liste bibliographique | 130 |



PRESENTATION DU MODULE

Ce module se situe parmi les modules qualifiants des formations « TSGC ». 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 appropriés
- 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 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 .



Module N°-10:

CLIMATISATION A DETENTE DIRECTE

RESUME THEORIQUE

I- 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

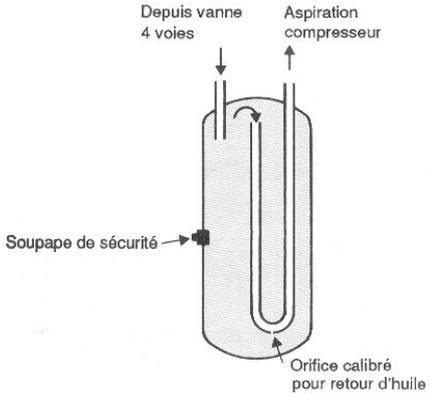


Figure 1 : bouteille anti coup de liquide

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.

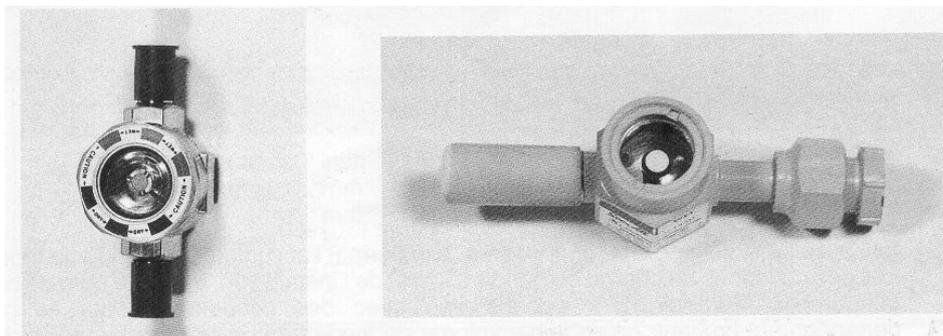


Figure : voyant liquide

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.

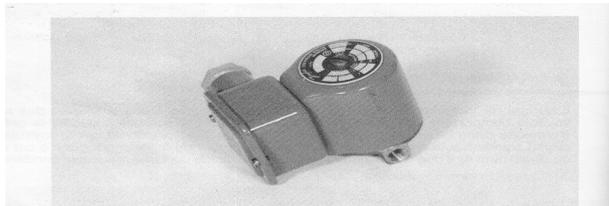


Figure 4 : vanne solénoïde

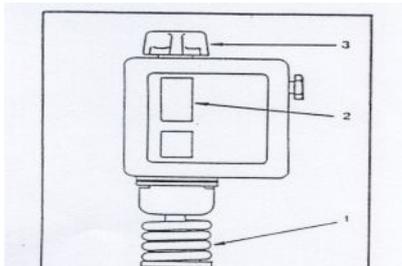
7. BOUTEILLE DE LIQUIDE

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

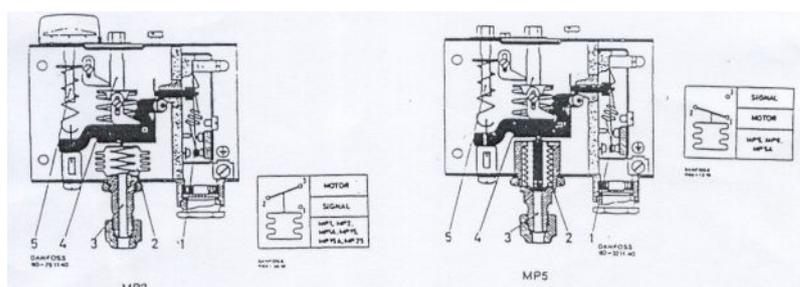
Le pressostat est un organe de régulation destiné à ouvrir ou fermer un circuit électrique commandé par une variation de pression

- 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 ré enclencher (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 règle 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 déplace 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).

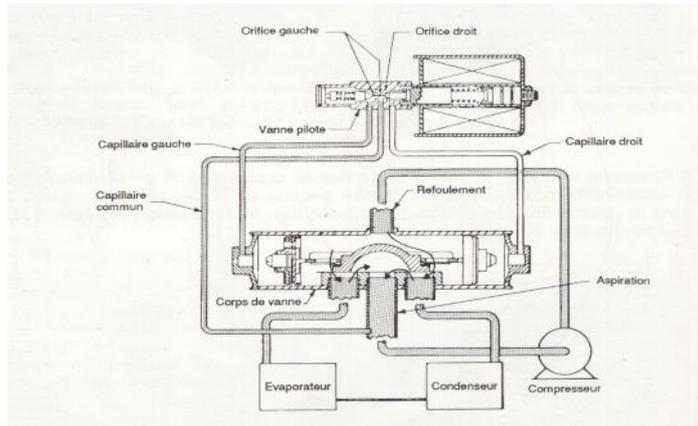
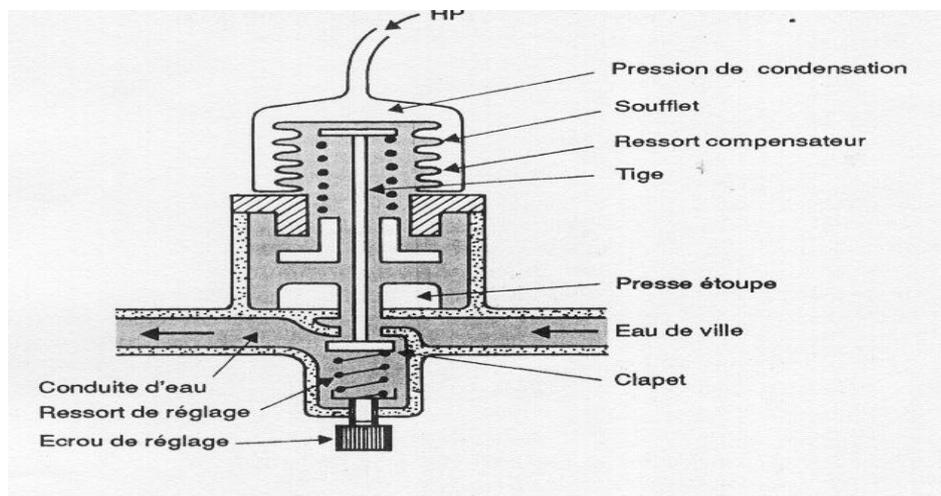


Figure 7 : vanne 4 vois bloquée (document RANCO)

10- VANNES PRESSOSTATIQUE A EAU

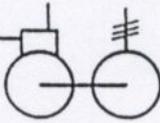
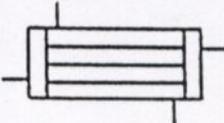
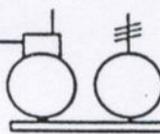
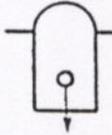
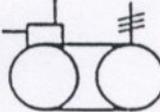
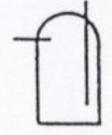
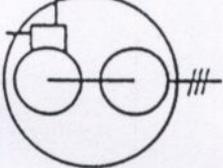
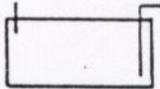
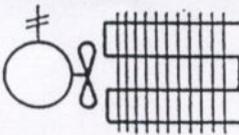
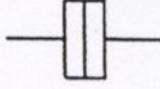
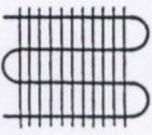
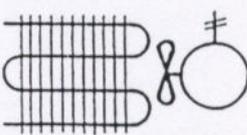
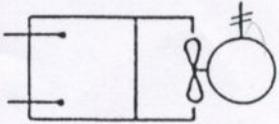
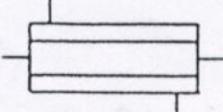
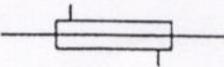
Elle ajuste le débit d'eau en fonction de la charge à évacuer. Son principe de fonctionnement est simple, la variation du débit d'eau est asservie à la variation de la haute pression. A l'arrêt de l'installation, la haute pression chute, la vanne coupe alors le débit d'eau au condenseur (figure 8) .

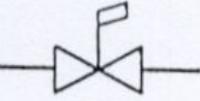
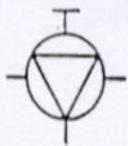
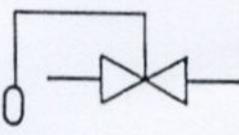
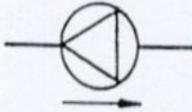
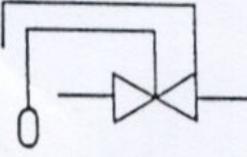
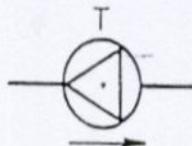
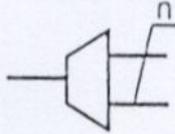
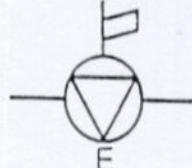
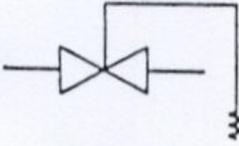
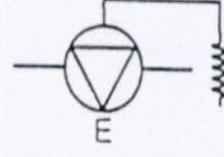
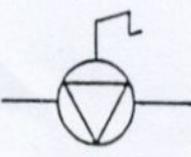
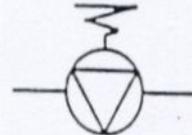
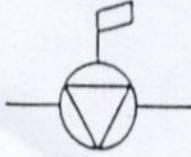
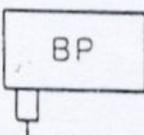
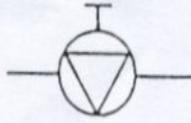
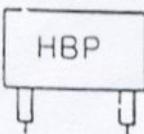
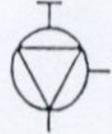
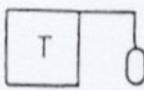
Pour l'alimentation en eau du condenseur, certains constructeurs proposent une électrovanne asservie à la mise en fonctionnement du compresseur. Elle est d'un coût plus faible que la vanne à eau pressostatique.



II-LES SYMBOLES FRIGORIFIQUES

Symboles frigorifiques

| | | | |
|---|--|--|---|
|  | Groupe ouvert entrainement direct |  | Condenseur ou evapourateur multitubulaire horizontal |
|  | Groupe ouvert entrainement par courroies |  | Separateur d huile |
|  | Groupe hermetique accessible |  | Reservoir de liquide vertical |
|  | Groupe hermetique |  | Reservoir de liquide horizontal |
|  | Condenseur d air ventile |  | Filtre |
|  | Evapourateur refroidisseur d air statique |  | Deshydrateur |
|  | Evapourateur a air ventile |  | Voyant de liquide |
|  | Evapourateur platonnier |  | Voyant de liquide indicateur d humidite |
|  | Condenseur ou evapourateur double tube |  | Echangeur de chaleur |
| | |  | Tube capillaire |

| | | | |
|---|--|--|---|
|  | Detendeur automatique |  | Robinet à main à trois voies ou robinet de compresseur à prise manométrique |
|  | Detendeur thermostatique |  | Claquet de retenue (de non retour) |
|  | Detendeur thermostatique à égalisation externe de pression |  | Claquet à tire |
|  | Distributeur de liquide (*n* departs) |  | Robinet à eau pressostatique |
|  | Detendeur thermostatique d'injection |  | Robinet à eau thermostatique |
|  | Robinet magnétique |  | Souffape de sûreté |
|  | Robinet régulateur de pression à commande par le fluide lui-même |  | Pressostat (préciser basse ou haute tension) |
|  | Robinet manuel |  | Pressostat combiné haute et basse tension |
|  | Robinet à passage d'équerre |  | Thermostat |



III- 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 ailetés et ventilateur hélicoïde (figure 1)

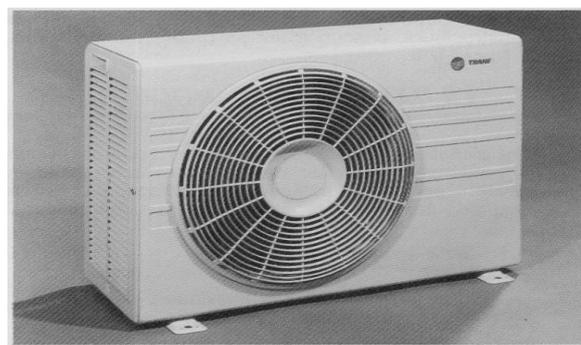
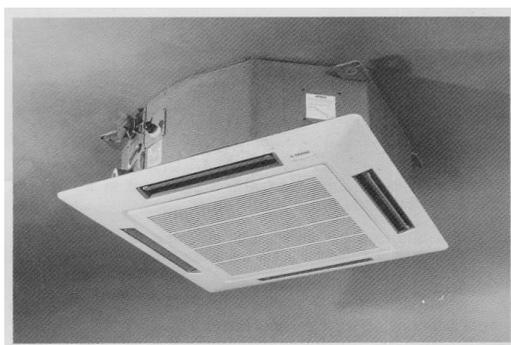


Figure 1 : split-system air/air TRANE (cassette)

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)

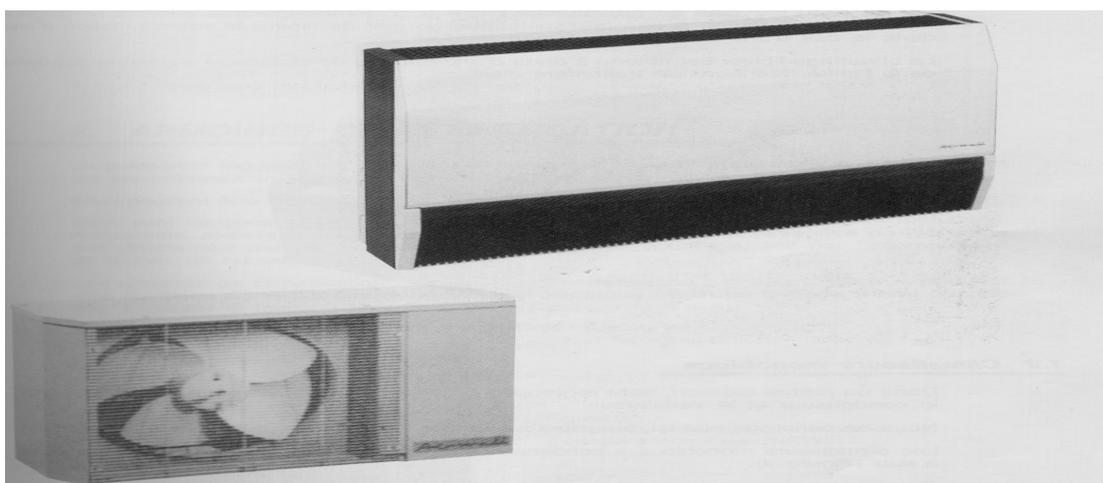


Figure 2 : split-system air/air réversible AIRWELL

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.

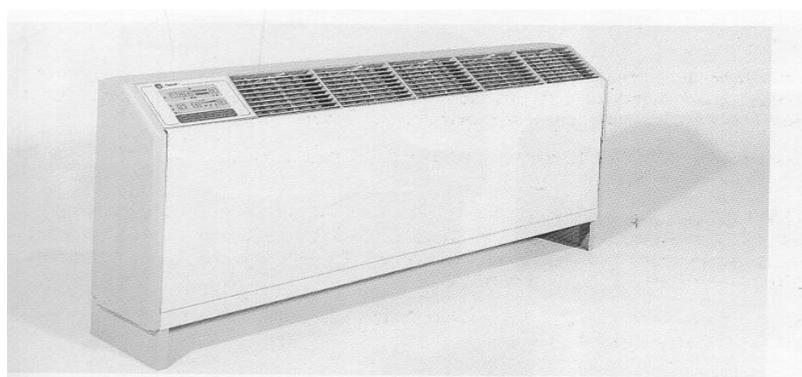
Nous ne parlerons pas ici des climatiseurs monoblocs à condensation à air(window).

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.

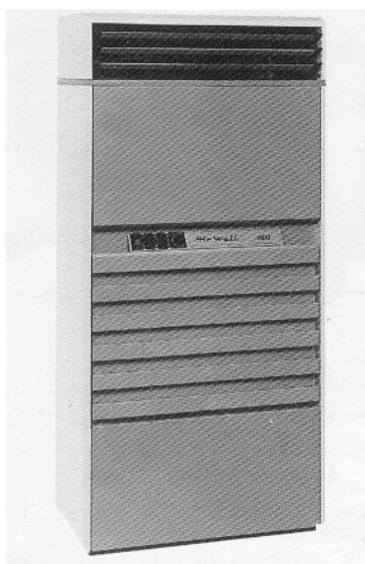


Figure 5 :
Armoire de climatisation monoblocs condensation à eau AIRELLE

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.

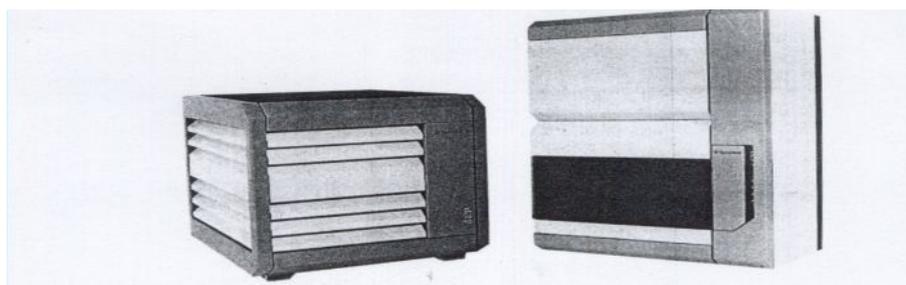


Figure 6 : armoire de climatisations split-system à condensation air TECHNIBEL

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.

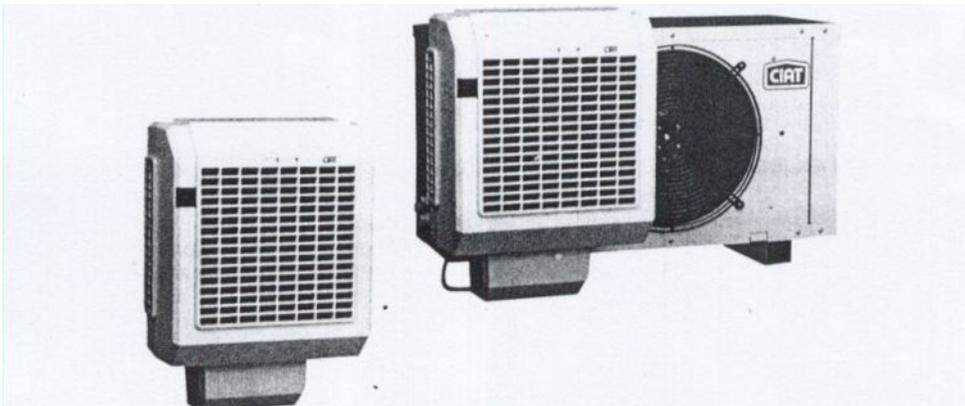


Figure 7 : multisplit CIAT

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.

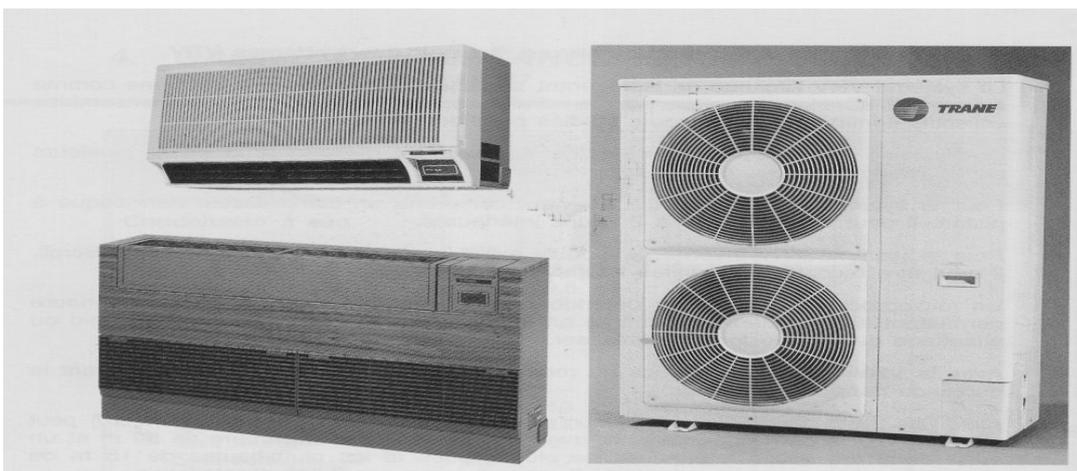


Figure 8 : multisplit TRANE

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

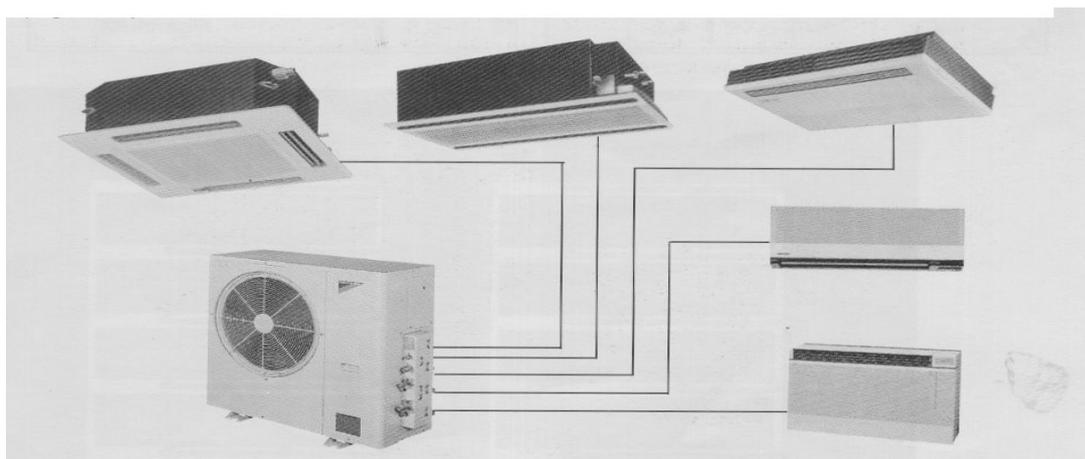


Figure 9 : multisplit inverter DAIKIN

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.

IV- L'IMPLANTATION DES SYSTEMES A DETENTE DIRECTE

1 - DIFFUSION DE L'AIR

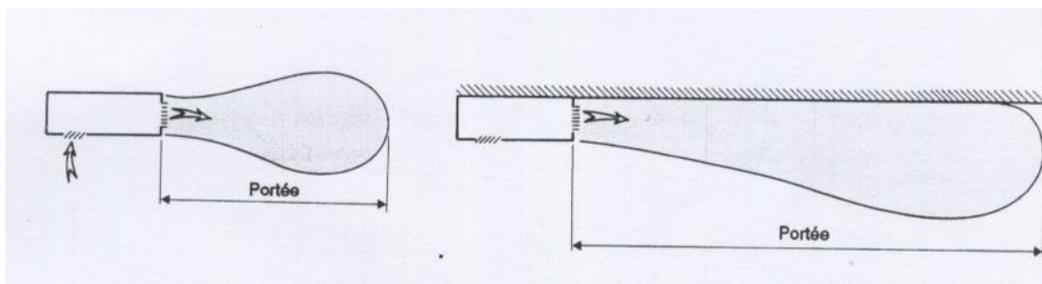
En climatisation, cet aspect de la distribution d'air est important. C'est en effet la diffusion de l'air qui assure la stabilité des conditions climatiques des locaux sans créer de gêne pour les occupants.

● 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.

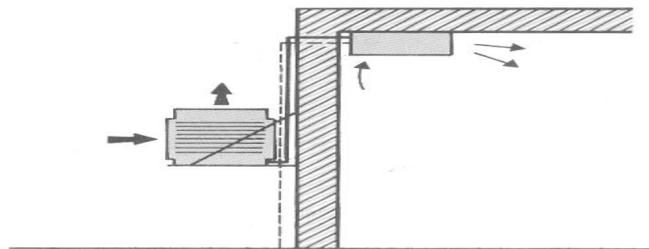
La diffusion de l'air peut se faire soit directement par l'unité intérieure, soit par l'intermédiaire d'un réseau aéraulique.

1.1 diffusion directe par l'unité intérieure

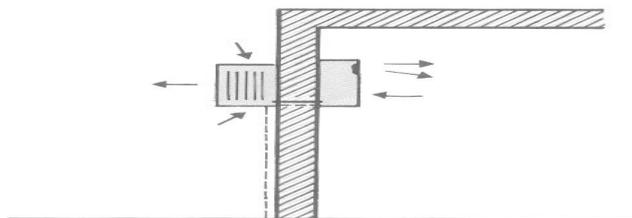
L'unité intérieure peut être installée au plafond, au mur, au sol, en allège ou en faux plafond.

On parle alors de :

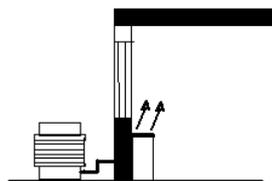
- Climatiseur plafonnier si l'unité intérieure est fixée au plafond :



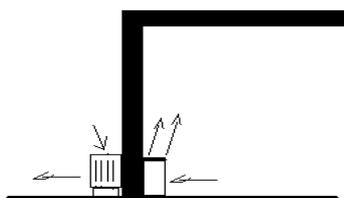
- Climatiseur mural si l'unité intérieure est fixée au mur :



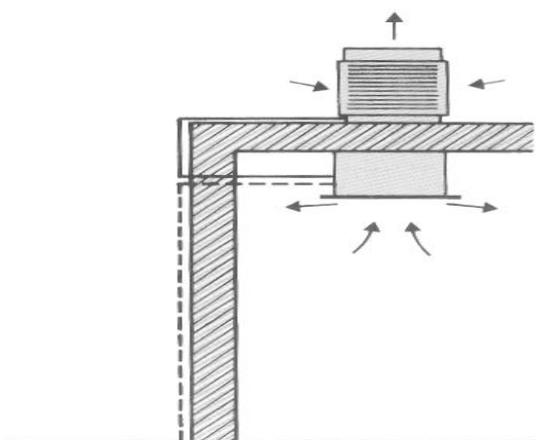
- Climatiseur en allège si l'unité intérieure est fixée sous la fenêtre :



- Climatiseur posé au sol :

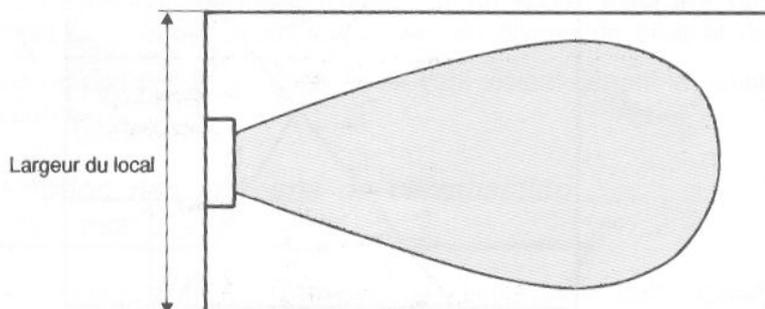


- **Cassette (K7) si l'unité intérieure est encastrée dans le faux-plafond.**
Le soufflage est horizontal suivant les quatre cotés de la cassette



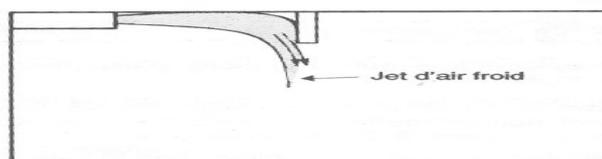
2- implantations des systèmes à détente directe

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.

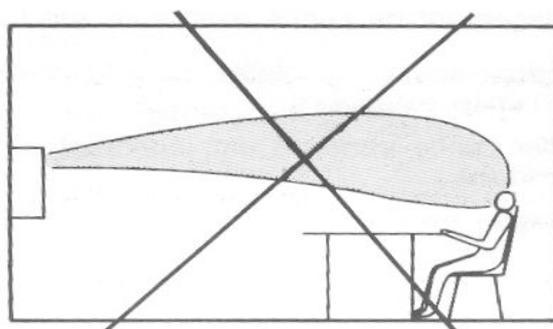
Si le plafond comporte des saillies, le climatiseur plafonnier et la cassette sont à proscrire.



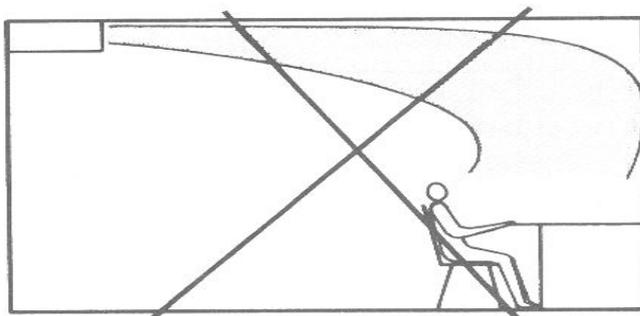
Remarque : ce phénomène de douche froide se produit aussi lorsque le jet d'air rencontre un luminaire (saillie de quelques centimètres).

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

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.



V- DIMENSIONNEMENT ET 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/m²°C

| | Avec lame d'air 5cm et contre cloison 5cm | Avec Isolation 5cm et contre cloison 5cm |
|--|--|---|
| Murs extérieurs (enduit 2 faces) | | |
| <u>Parpaing ou béton plein</u> | | |
| Ep. en cm | 25 30 35 40 | 25 30 35 40 |
| K | 1,85 1,70 1,65 1,60 | 0,63 0,61 0,60 0,59 |
| <u>Brique pleine</u> | | |
| Ep. en cm | 25 30 35 40 | 25 30 35 40 |
| K | 1,70 1,50 1,30 1,20 | 0,60 0,57 0,55 0,53 |
| <u>Parpaing creux</u> | | |
| Ep. en cm | 25 30 35 40 | 25 30 35 40 |
| K | 1,70 1,50 1,30 1,20 | 0,60 0,57 0,55 0,53 |
| <u>Brique creuse</u> | | |
| Ep. en cm | 22,5 27,5 32,5 37,5 42,5 | 22,5 27,5 32,5 37,5 42,5 |
| K | 1,40 1,30 1,15 1,00 0,95 | 0,56 0,54 0,52 0,49 0,47 |
| TERRASSES | | |
| <u>Non isolée</u> (dalle pleine) | | |
| Ep. en cm | 12 15 20 | 17 20 25 |
| K | 3,25 3,00 2,9 | 0,65 0,64 0,63 |
| <u>Isolée</u> (dalle pleine + isolation 5 cm) | | |
| Ep. en cm | 17 20 25 | 14 17 22 |
| K | 0,65 0,64 0,63 | 2,20 2,00 1,60 |
| PLANCHERS | | |
| <u>Non isolé</u> (dalle pleine + carrelage) | | |
| Ep. en cm | 14 17 22 | 19 22 27 |
| K | 2,20 2,00 1,60 | 0,60 0,58 0,54 |
| <u>Isolé</u> (dalle pleine + carrelage + isolation 5cm) | | |
| Ep. en cm | 19 22 27 | 19 22 27 |
| K | 0,60 0,58 0,54 | 0,60 0,58 0,54 |



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

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 |



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

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

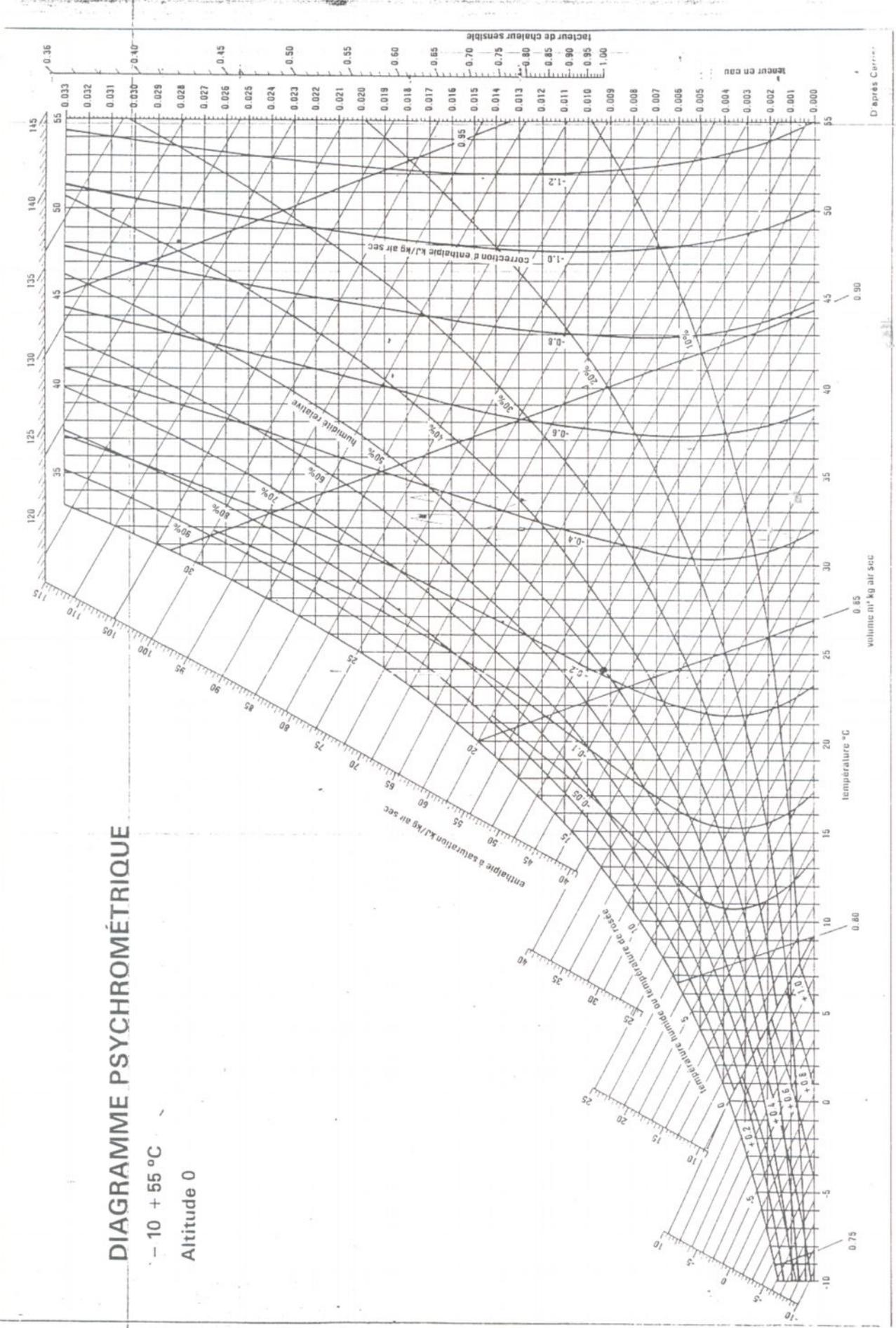
Volume spécifique : v^S [m³/kg air sec]

Température sèche : θ_s [°C]

Température humide : θ_h [°C]

Température de rosée : θ_r [°C]

humidité relative : HR [%]





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 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 où ces apports sont maximum. Les autres apports seront calculés pour cette date et cette heure

L'heure et date où 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/m²
 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

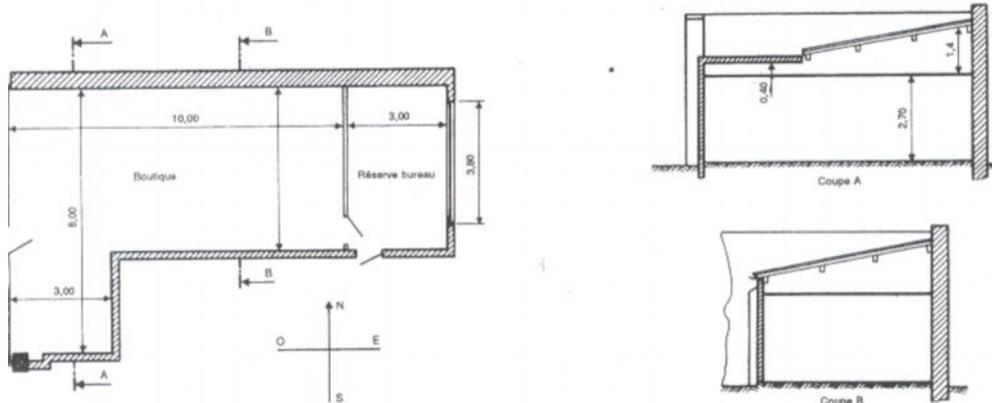


Figure 1

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/m²
Vitrage simple sans protections, latitude 45°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
Surfâciques
En W/m²

Coefficient de
correction
(tableau III)

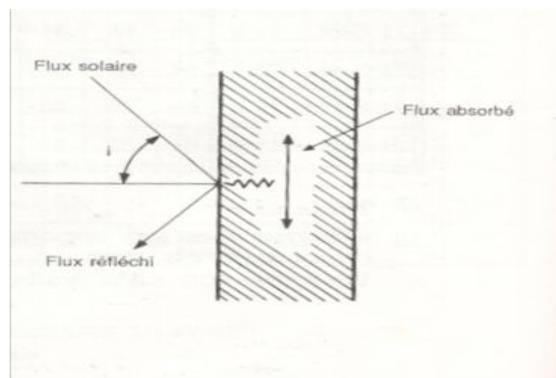
Remarque: le coefficient de correction pour store intérieur ne doit pas être appliqué en plus d'un coefficient de correction de vitrage.

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 les 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 :



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

$\frac{\text{K}}{\text{En}}$ $\frac{\text{S en m}^2}{\text{W/m}^2}$ $\frac{\Delta\theta_{ev}}{\text{En K}}$ α

• 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 :

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

$\frac{\text{K}}{\text{En W/m}^2}$ $\frac{\text{S en m}^2}{\text{W/m}^2}$ $\frac{\Delta\theta_{ev}}{\text{En K}}$ α

◆ Les apports à travers l'allège ouest sont :

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

$\frac{\text{K}}{\text{En}}$ $\frac{\text{S en m}^2}{\text{W/m}^2}$ $\frac{\Delta\theta_{ev}}{\text{En K}}$ α

◆ 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 $\alpha = 1$

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

$\frac{\text{K en W/m}^2\text{K}}{\text{S en m}^2}$ $\frac{\Delta\theta_{ev}}{\text{En K}}$ α

• 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

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

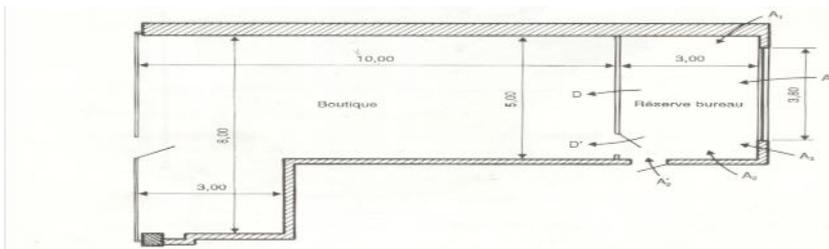
◆ Apports :

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

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 W/m² K S = 12.3 m²
 $A1 = 2.9 \times 12.3 \times (28.3 - t_i)$
 $A1 = 1\,009,461 - 3567 t_i$
- mûr Sud : K = 2,3 W/m² K S = 7,1 m²
 $A2 = 2,3 \times 7,1 \times (28.3 - t_i)$
 $A2 = 462,139 - 16,33 t_i$
- porte sud : K = 3,5 W/m² K S = 2,2 m²
 $A'2 = 3,5 \times 2,2 \times (28.3 - t_i)$
 $A'2 = 217,91 - 7,7 t_i$
- mûr est : K = 2,3 W/m² K S = 13 m²
 $A3 = 2,3 \times 13 \times (28.3 - t_i)$
 $A3 = 846,17 - 29,9 t_i$



● 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 $140 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

$A_5 = 140 \times 4,5 = 360 \text{ W}$

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 $A_1 + A_2 + A_2' + A_3 + A_4 + A_5 + A_5 + D + D' = 0$
 $4\,830,445 - 154,27 t_i = 0$
 $t_i = 31,3 \text{ }^\circ\text{C}$

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

3- AP ● Apports total par la paroi séparative y compris la porte :

Il p
 en i $A_{tot} = 316 \text{ W}$ itairement

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

$$A_{sens} = 3.3 \cdot 10^{-4} \cdot q_v \cdot c_p \cdot (t_e - t_i)$$

- 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
 $E = 3.3 \cdot 10^{-4} \cdot c_p \cdot (t_e - t_i)$

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 m³/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 :

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

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

$$r^s_e = 10 \text{ g/kg}_{\text{as}}$$

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

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

$$r^s_i = 0.012 \text{ kg/kg}_{\text{as}}$$

◆ 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 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 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 réfléchi 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 q _v 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 | 21/07 |
| 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 | 8 719 | |

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.



VI- 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 »

VII- CHOIX DU SYSTEME A INSTALLER

1- INSTALLATION DE CLIMATISEURS

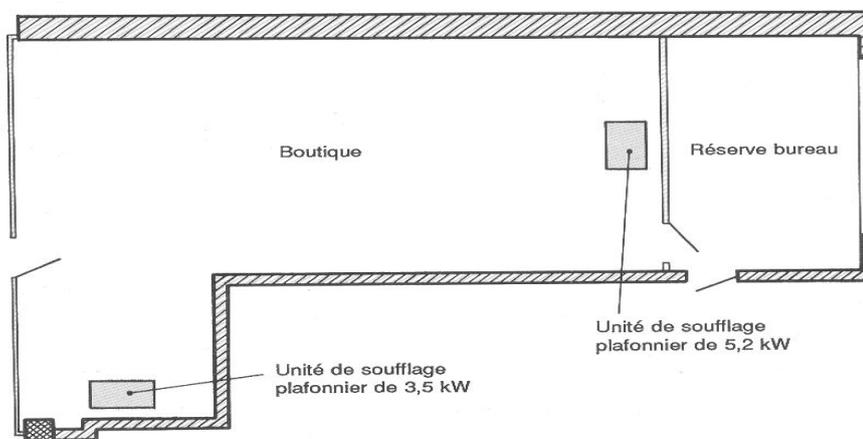
Nous considérons toujours le cas de la boutique, la charge frigorifique de pointe est de 8 719 W lorsque la vitrine est équipée d'un store extérieur.

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 $> 4,5 \text{ KW}$:
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) .

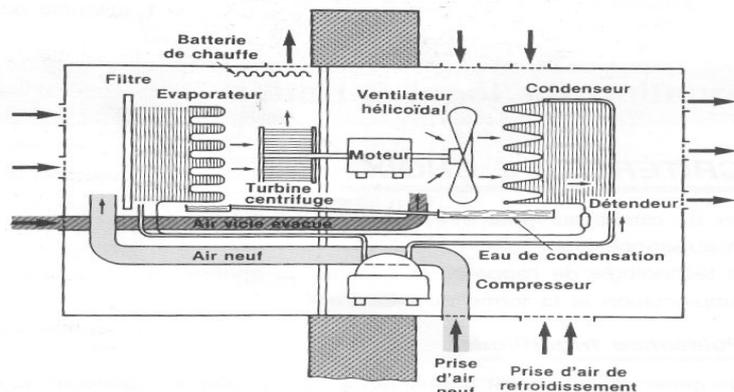


Figure 3 : climatiseur monobloc air/air

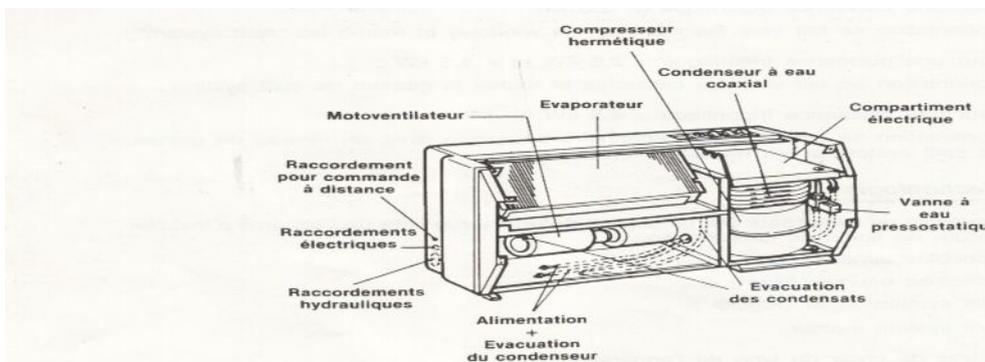
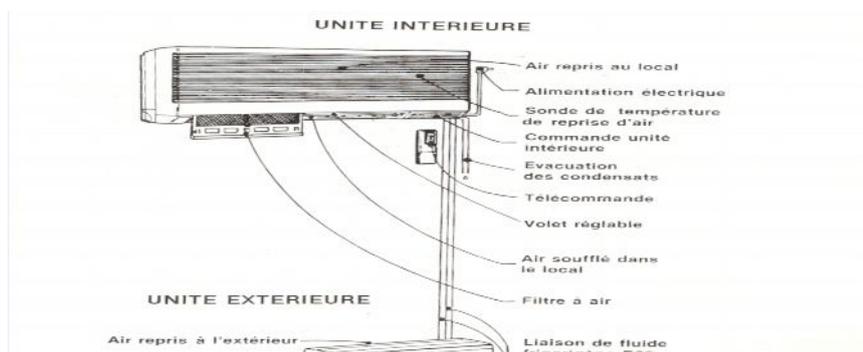


Figure 4 : climatiseur monobloc eau/air

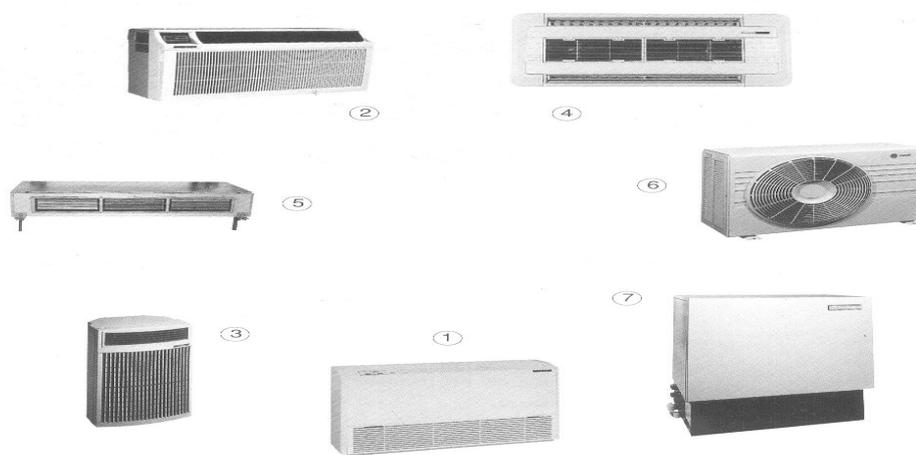
1.2
Ce critère
climatisé

● F
●
●

● Disponibilité de la place au sol.



forme du



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



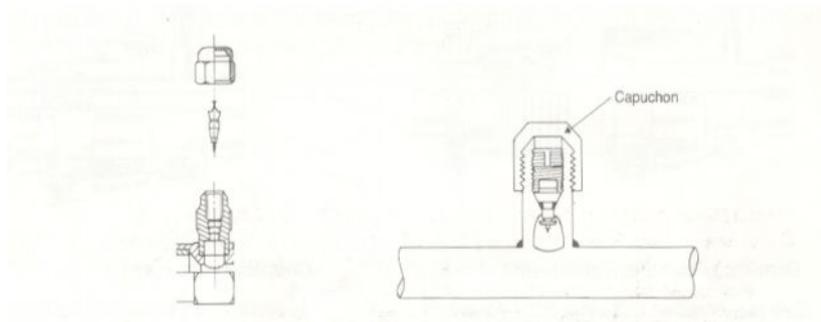
VIII-MISE EN SERVICE ET ENTRETIEN DES CLIMATISEURS

IX-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 Sch rader, 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 (certaine Window), le technicien doit braser une vanne schrader sur le tube de charge situer 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.

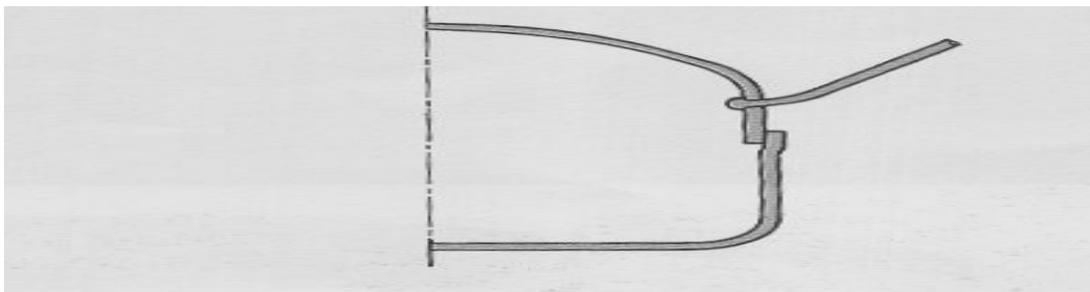


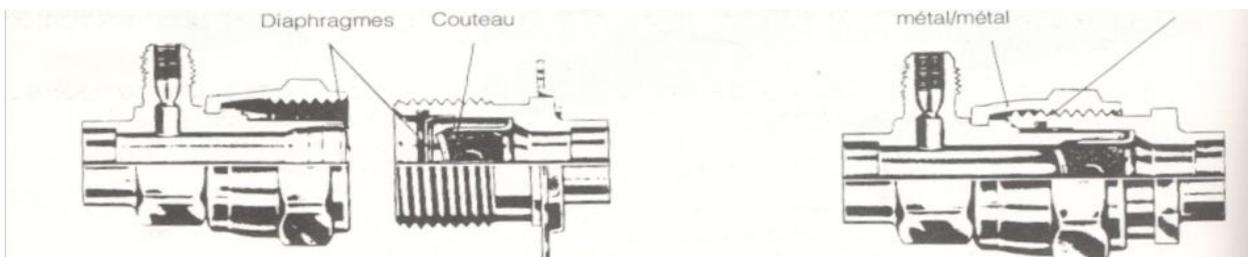
Figure 2 tube de charge sur compresseur hermétique

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

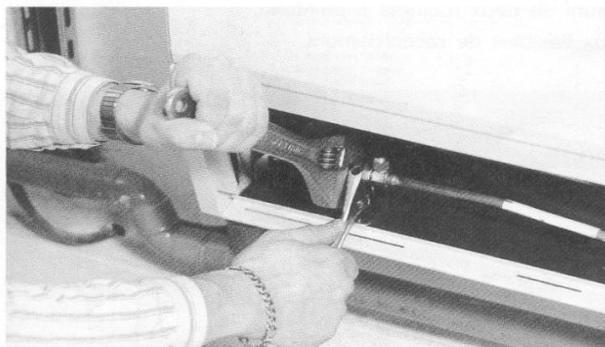


Figure 4 Serrage des liaisons frigorifiques

chaque orifice , à l' exception de celui de service au centre , peut être isolé des autres, soit à l'aide d'un robinet , soit au moyen d'une vanne schalder .
 Les tuyaux flexibles comportent à une extrémité un raccord muni d'une tige interne pour repousser le clapet pousoir de la vanne schalder.

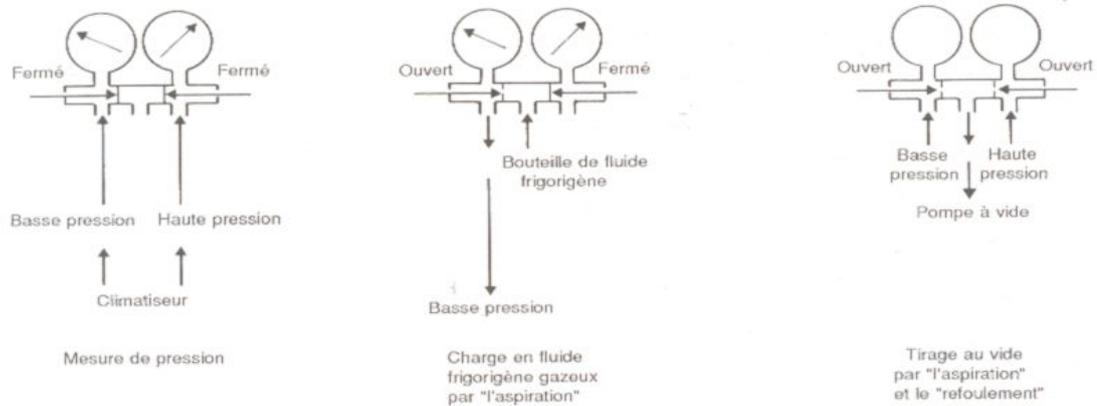


Figure 7 : quelques exemples d'application

5-VANNE DE SERVICE :

il s'agit d'une vanne trois voies (figure 8) installée sur les climatiseurs (unité intérieure) ou sur le corps des compresseurs selon la position du clapet d'étanchéité guidé par une tige. La communication s'effectuera entre ces trois voies (figure9)

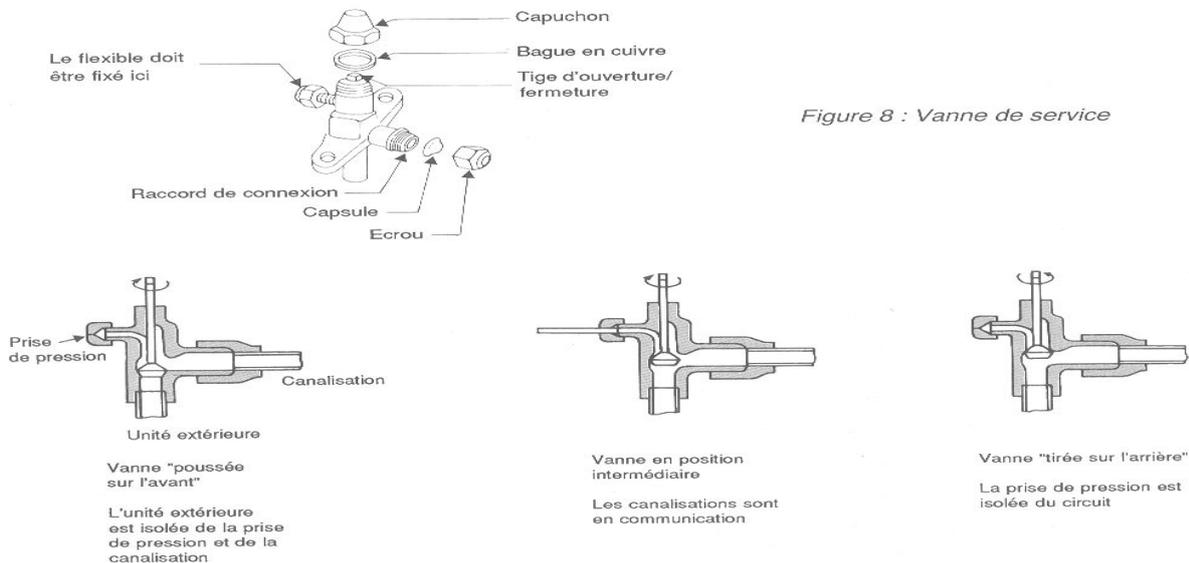


Figure 8 : Vanne de service

figure 9 : utilisation de la vanne de service

Remarque :dans tous les cas de figure ; la vanne sera « tirée sur l'arrière » après chaque intervention .Le capuchon de protection de la vanne et l'écrou obturateur de la prise de pression seront remis en place et bien serrés pour éviter les fuites .L'utilisateur d'une clef à carré est impérative pour manœuvrer la tige de commande du clapet.

6-CYLINDRE DE CHARGE :

c'est une réserve de fluide frigorigène , il est utilisé pour recharger les installations lorsque la quantité de fluide à introduire dans le circuit est connue .Il est constitué d'un réservoir en communication avec un tube indicateur de niveau .Deux vannes assurent un soutirage du fluide , l'une en phase liquide , l'autre en phase vapeur ;un manomètre est installé sur le corps du cylindre de charge .Enfin un tube de protection gradué coulissant indiquera la quantité de fluide contenue dans le cylindre (figure 10)

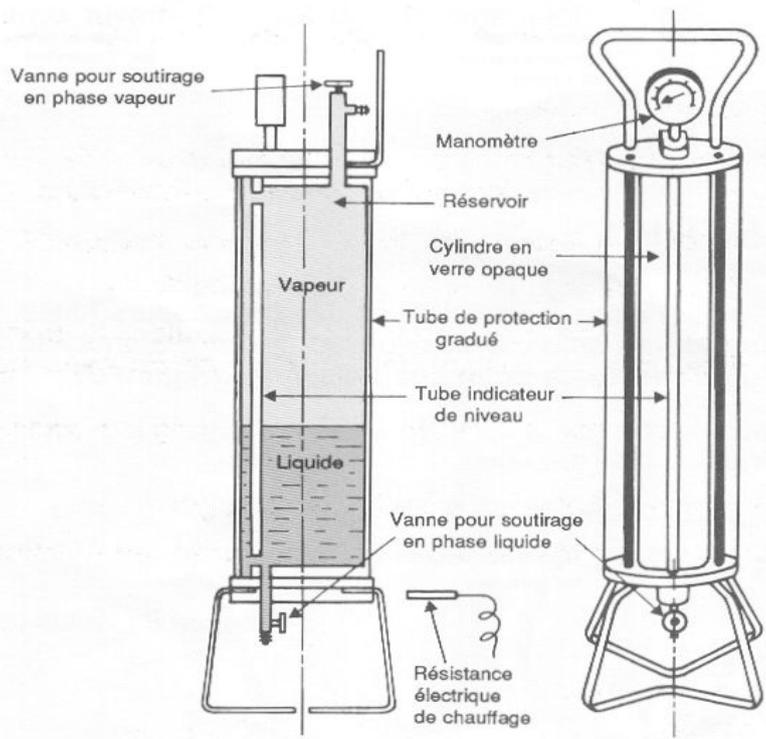


Figure 10 :
Cylindre de charge

La charge en fluide frigorigène du cylindre de charge est aussi très simple (figure 11)

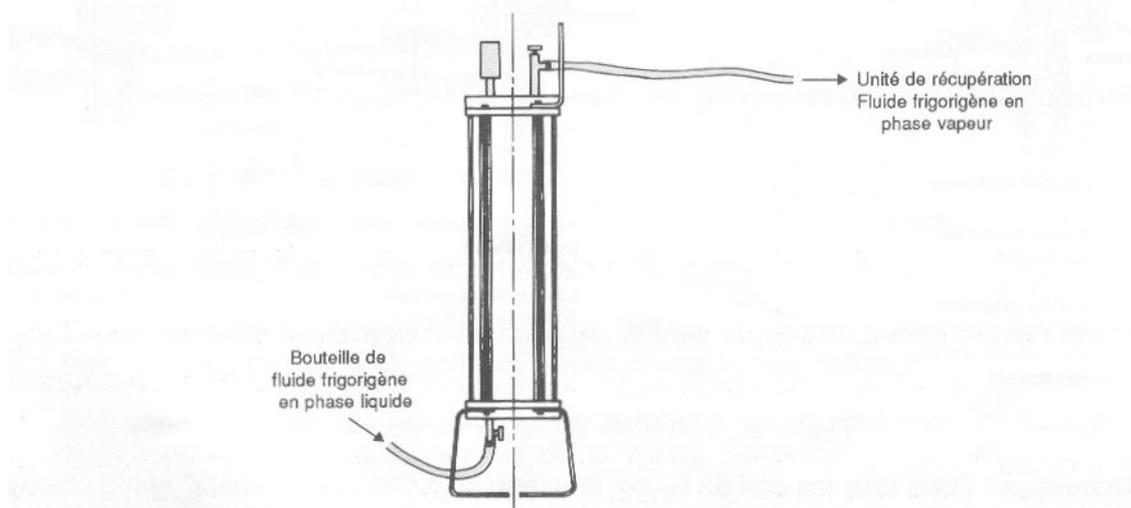


figure 11 recharge du cylindre de charge en phase liquide

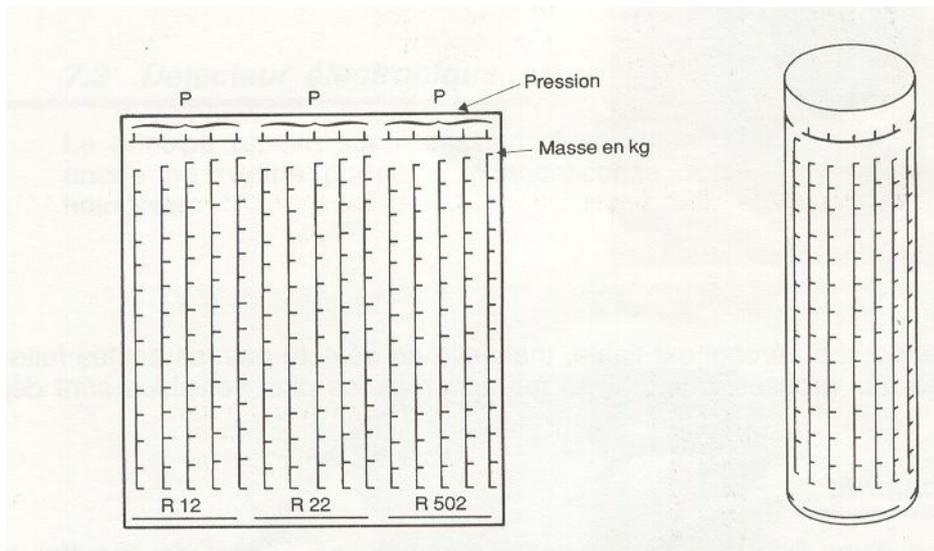
Pour effectuer la charge en fluide frigorigène du cylindre , procéder comme suit :

-Raccorder à l'aide d'un flexible la vanne de soutirage "liquide " à la bouteille de fluide frigorigène .

- La bouteille étant positionnée pour une alimentation en phase liquide , ouvrir la vanne
- Purger le flexible , pour ne pas introduire d'air et de vapeur d'eau dans le cylindre , le dévisser légèrement du raccord fileté situé sur la vanne du cylindre
- Ouvrir la vanne de soutirage « liquide » du cylindre
- Raccorder avec un flexible la vanne de soutirage « vapeur » du cylindre à l'unité de récupération .
- Ouvrir la vanne de soutirage « vapeur »
- Mettre en fonctionnement l'unité de récupération (elle met le cylindre en dépression par rapport à la bouteille , le fluide frigorigène liquide pénètre dans le cylindre).
- Arrêter l'unité de récupération lorsque le niveau souhaité est atteint .
- Fermer les vannes de soutirage du cylindre et de la bouteille.
- Déconnecter les flexibles de raccordement avec précaution , le fluide détendu restant dans les flexibles peut brûler les doigts au cours de cette opération

Les différentes étapes pour déterminer la quantité de fluide frigorigène soutirée sont les suivantes :

- Lire la pression sur le monomètre du cylindre de charge
- Repérer cette pression sur le tube de protection coulissant , en fonction de fluide utilisé (figure 12)



- Tourner le tube pour que la pression repérée soit en face de l'indicateur de niveau
- Lire sur cette colonne la quantité de fluide contenue dans le cylindre de charge .
- Effectuer une nouvelle lecture après chaque soutirage . Par soustraction la quantité soutirée est connue.

REMARQUE : pour un soutirage en phase vapeur du fluide frigorigène , il se crée une dépression dans le cylindre , conduisant à l'ébullition brusque de fluide . la lecture sur tube indicateur de niveau est impossible . Une résistance électrique (située sur le cylindre) permet d'apporter la quantité de chaleur favorisant une ébullition plus lente du fluide , donc une meilleure lecture

7. DETECTEURS DE FUITE

La détection des fuites est un travail minutieux et long. Selon leur importance, on peut utiliser soit une bombe aérosol, soit une lampe haloïde, soit un détecteur électrique .

7.1- bombe aérosol, eau savonneuse

la méthode consiste à enduire d'eau savonneuse soit à l'aide d'un pinceau, soit à l'aide d'une bombe aérosol, les endroits susceptibles de produire une fuite. Si y a fuite, des bulles se forment (figure 13)



Figure 13 Bombe aérosol

L'utilisation de la bombe aérosol est faible, mais elle ne détecte pas les petites fuites. Elle est réservée aux grosses fuites, là où les appareils les plus sensibles son déjà saturés.

7.2 lampe haloïde

Elle se compose d'une bouteille de butane ou propane qui permet de chauffer au rouge une pastille de cuivre. Une partie de l'air de combustion est aspirée par un tube souple en caoutchouc qui constitue l'organe détecteur . le fonctionnement de la lampe est basé sur le fait que les vapeurs des fluides frigorigènes chlorofluorées se dissocient en passant sur le cuivre incandescent. Les gaz provenant de cette dissociation provoquent la coloration de la flamme (figure 14) :

- Petite fuite : flamme verte :
- Fuite importante : flamme bleu turquoise.

La lampe haloïde permet de détecter des fuites de l'ordre de 100g de fluide par an. D'un bonne fiabilité, d'un coût modique c'est la plus utilisée.

Remarque : si le tube souple d'alimentations en air est usé ou percé, l'air de combustion alimentant la flamme ne sera plus celui recherché. Le technicien ne décèlera plus aucune fuite. Il faudra veiller à la bonne qualité de ce tube souple, comme à celle de la pastille.



Figure 14 : lampe haloïde

7 . 3 Détecteur électrique

Le principe repose sur l'émission plus ou moins importante d'ions positifs par une anode en platine portée à incandescence, lorsqu'elle est en présence d'un gaz halogène .

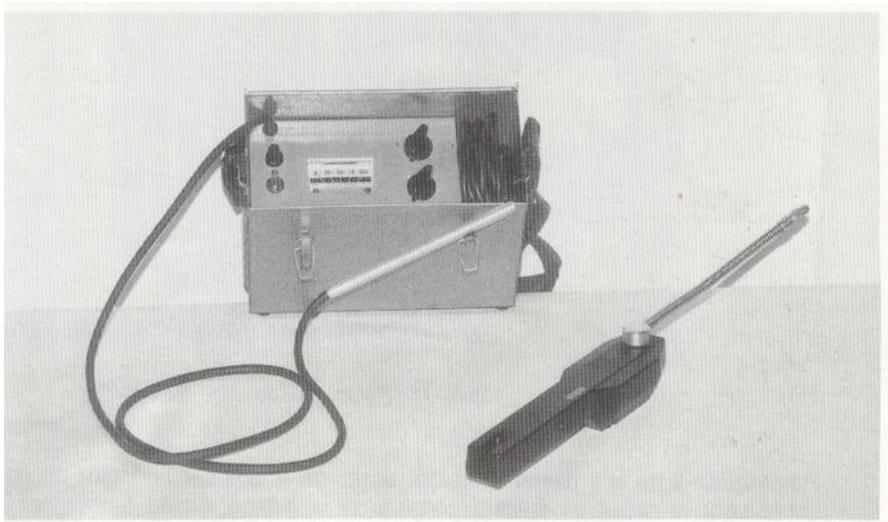


Figure 15 : Détecteur électronique

Un signal sonore de fréquence variable indique la présence de fluide frigorigène dans l'air . la précision de ces détecteurs peut aller jusqu'à 0,3 g de fuite de fluide par an .

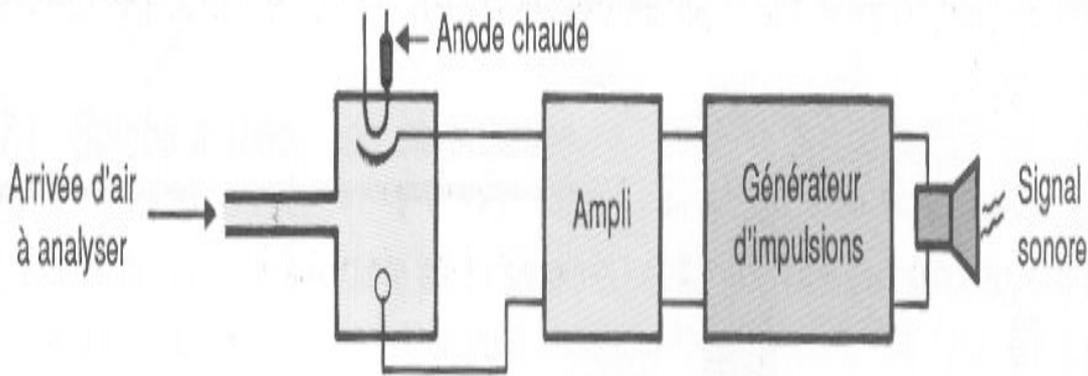


Figure 16 : schéma de principe du détecteur électronique

Remarque : la grande précision du détecteur électronique est sa qualité première aussi est-il couramment utilisé chez les constructeurs. Par contre sur les chantiers, la moindre trace de fluide frigorigène dans l'atmosphère sature le détecteur, se qui rend son emploi difficile.

8. POMPE A VIDE

IL s'agit d'un compresseur portatif, généralement de type relatif (figure 17). Il a de bonnes capacités d'aspiration pour les très basses pressions. Son rôle est d'aspirer les gaz contenus dans le circuit frigorifique. Il « tire au vide » le circuit .

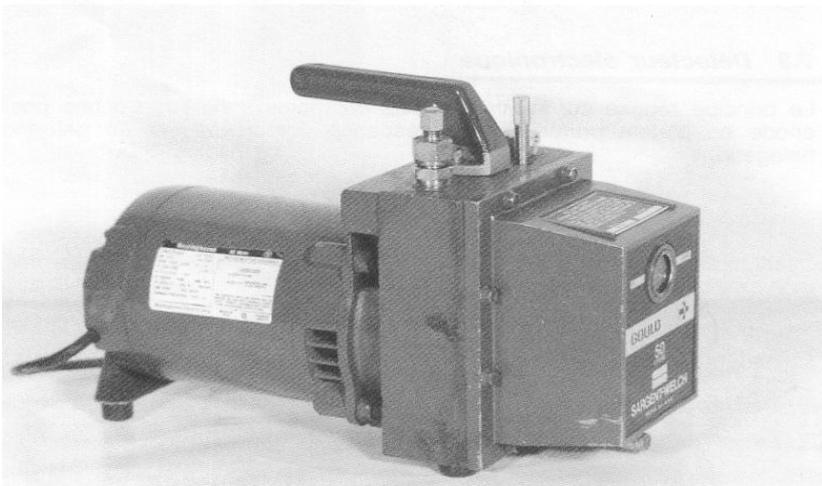


Figure 17 : pompe à vide

Remarque : il ne faut jamais raccorder la pompe à vide sur un circuit en pression, ou charger le circuit en fluide frigorigène si la pompe est en fonctionnement ou encore

raccordée. Il faut surveiller le niveau d'huile de la pompe à vide avant chaque utilisation.

9. VACUOMETRE

Il s'agit d'un manomètre qui indique la dépression dans le circuit sur lequel il est raccordé (figure 18). Il permet de connaître le niveau de dépression atteint par la pompe à vide.

Remarque : il ne faut jamais charger l'installation en fluide frigorigène tant que le vacuomètre est raccordé, son aiguille ferait plusieurs tours.

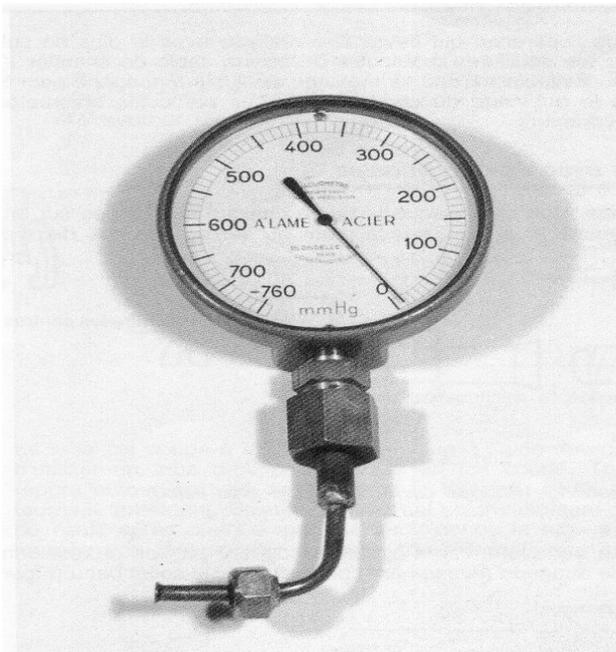


Figure 18 Vacuomètre

X- Les canalisations frigorifiques

1- Canalisations

Elles relient les différents éléments constituant le circuit frigorifique. Elles sont constituées de tube cuivre « qualité froid ». Le tube poli, désoxydé, nettoyé et déshydraté, est livré en barres (écroui) ou en couronnes (recuit) pour les petits diamètres. Les extrémités sont scellées sur le chantier. Le diamètre des tubes est exprimé en pouce (figure 2). Le travail du tube cuivre sera abordé dans le chapitre mise en service. Retenons qu'i ne devra jamais être souillé et rester d'une qualité irréprochable avant toute utilisation.

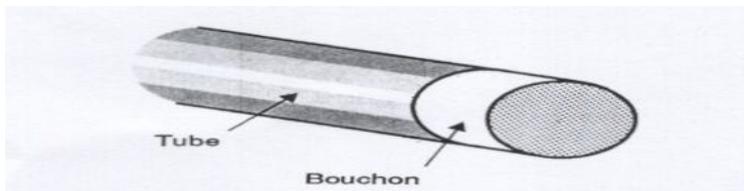


Figure 1 Tube cuivre scellé

| Dénomination du tube | 1/4" | 3/8" | 1/2" | 5/8" | 3/4" | 7/8" | 1" |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Φ_{NS} diamètre nominal inch | 1/8" | 1/4" | 3/8" | 1/2" | 5/8" | 3/4" | 7/8" |
| Φ_{OD} diamètre extérieur mm | 6.35 | 9.52 | 12.70 | 15.87 | 19.05 | 22.22 | 25.40 |
| E épaisseur mm | 1 | 1 | 1 | 1 | 1.05 | 1.14 | 1.20 |
| M masse au mètre kg | 0.151 | 0.241 | 0.331 | 0.419 | 0.512 | 0.594 | 0.689 |
| S section intérieure cm ² | 0.166 | 0.465 | 0.933 | 1.561 | 2.290 | 3.122 | 4.16 |
| V volume au mètre dm ³ | 1.017 | 0.046 | 0.093 | 0.156 | 0.229 | 0.312 | 0.416 |

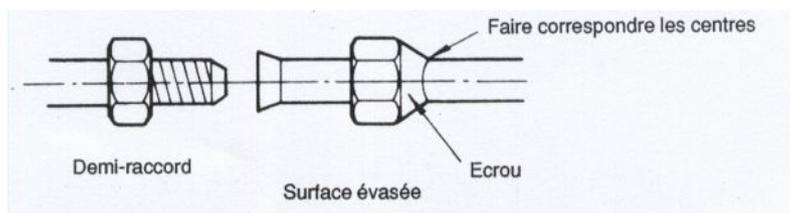
Figure 2 : Tube cuivre : série pouce

2- Travail Du Tube Cuivre Et Raccordement

Il s'agit certainement de l'opération qui devra être réalisé avec le plus de soin. En effet la présence d'eau, de souillures (particules de cuivre, sable de chantier ...) sont des causes de pannes inévitables. L'eau se mélange au fluide frigorigène pour former de l'acide qui détruira le bobinage du compresseur. Les particules obstrueront les capillaires et les déshydrateurs.

2.1 Raccordement avec écrou : principe

Le tube cuivre est évasé. Un écrou plaque la partie conique ainsi créée sur un cône fileté (figure 3), l'étanchéité est réalisée à partir du serrage de ces deux parties conique.



Cet évasement du tube est couramment appelé " **dudgeon** " par les professionnels. il ne faut pas confondre le dudgeon (évasement conique) avec le collet battu (figure 4)

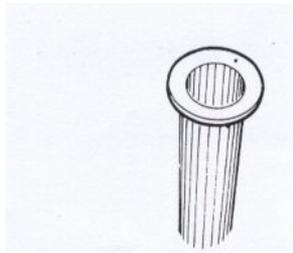


Figure 4 : collet battu

Pour la réalisation d'un dudgeon, trois outils sont indispensables

- Le coupe tube (figure 5)

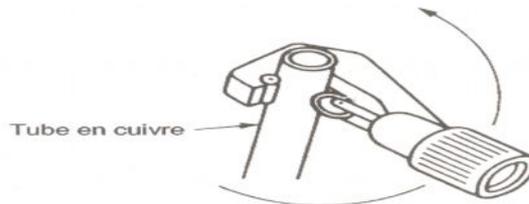


Figure 5 : coupe -tube

- la dudgeonnière (figure 6)
- l'ébavureur (figure 6)

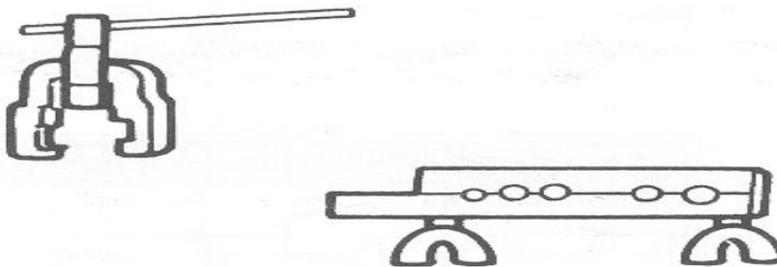
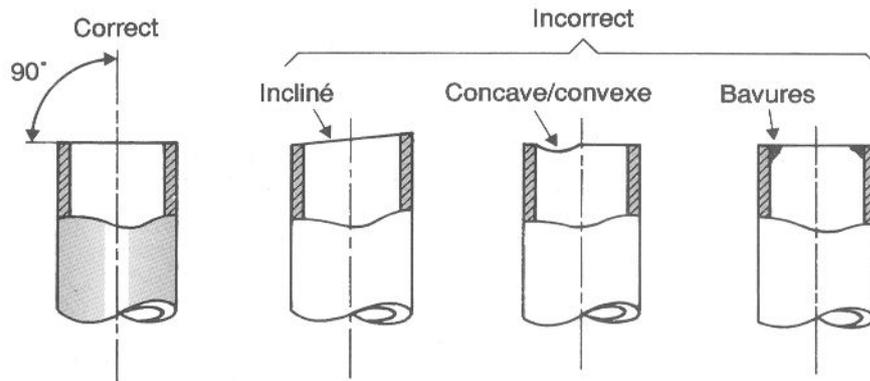


Fig-6

Le tube est occupé à la dimension voulue à l'aide du coupe-tube. Il est recommandé d'utiliser un tube droit non bosselé et non coudé. Tout d'abord il faut tracer un repère autour du tube en appuyant la lame du coupe-tube contre la surface et en tournant lentement. ensuite, le tube est soigneusement coupé en tournant la poignée de l'outil après chaque tour. La lame coupe le tube peu à peu . si la poignée est tournée trop rapidement, la coupe sera de mauvaise qualité



(figure 7)

Figure 7 : exemples de tubes coupés

La qualité du dudgeon est en partie déterminée par la qualité de la coupe. Après la coupe du tube, il est nécessaire de l'ébavurer. En effet l'outil coupe le tube en exerçant une pression ce qui produit par conséquent des bavures. Elles sont éliminées à l'aide d'une qualité de métal trop importante pendant cette opération, cela fragiliserait le dudgeon. Lors de l'élimination des bavures, l'extrémité du tube doit être placée vers le bas afin d'éviter que la limaille de cuivre n'y pénètre.

Le tube ayant été coupé et ébavuré, le dudgeon peut être réalisé. Avant d'utiliser la dudgeonnière il ne faut pas oublier d'installer l'écrou dans le tube (figure 24). Il ne pourra être monté ne fois le dudgeon effectué.

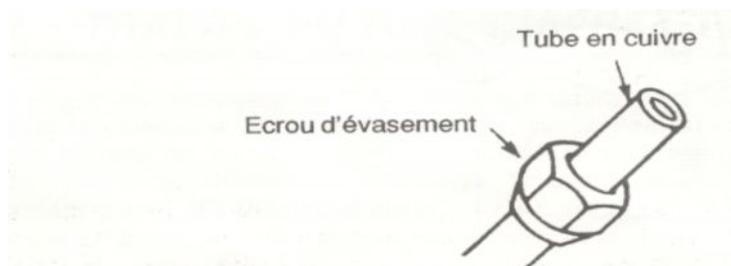


Figure 8 : installer l'écrou avant commencer le dudgeon

Puis serre le tube dans les mors. La figure 25 indique la hauteur de dépassement du tube dans les mors

| ∅ D en mm | ∅ En pouces | ∅ En mm |
|-----------|-------------|---------|
| 6.4 | 1/4 | 1.3 |
| 9.5 | 3/8 | 1.6 |
| 12.7 | 1/2 | 1.8 |
| 15.9 | 5/8 | 2 |
| 19 | 3/4 | 2.2 |

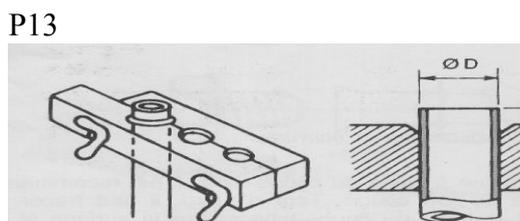


Figure 9 : serrage du tube dans les mors

Aligner le mandrin de l'étrier (figure 10) avec l'axe du tube et positionner l'étrier sur les mors.

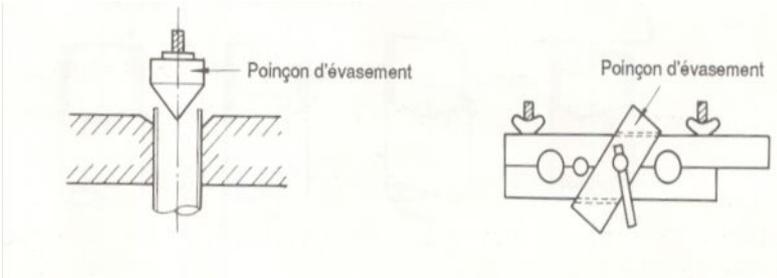


Figure 10 : positionnement de l'étrier sur les mors

Tourner la poignée de l'étrier (figure 11) pour évaser le tube.

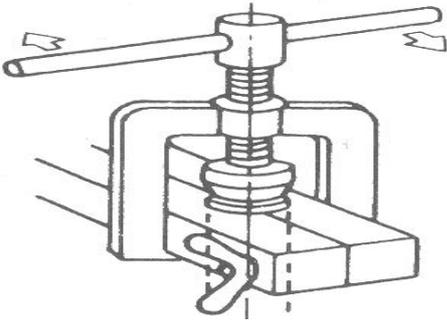


Figure 11 : Réalisation du dudgeon

Un dudgeon terminé a une surface intérieure propre et douce, il est d'épaisseur uniforme. Il faut alors vérifier que le dudgeon épouse la surface du raccord conique à visser. Si le dudgeon est trop grand, l'écrou ne pourra pas être vissé, s'il est trop petit une fuite se produira. La figure 12 montre quelques exemples de dudgeons mal réalisés.

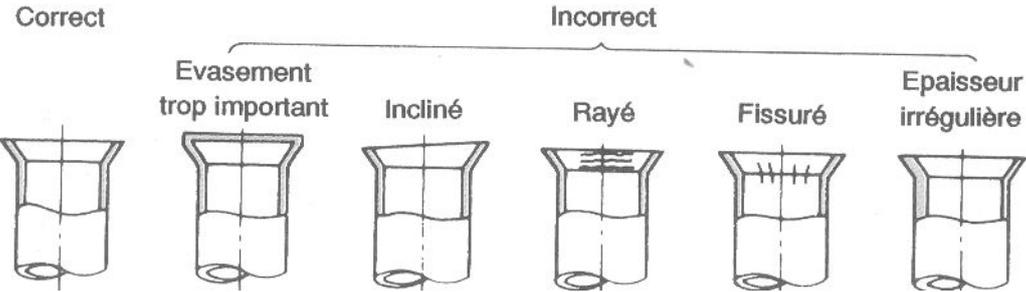


Figure 12 : Exemple de dudgeons

Remarques : lors de la connexion il est recommandé d'huiler légèrement les surfaces coniques en contact avec une huile de compresseur frigorifique. Après avoir vissé l'écrou à la main, le serrage doit être terminé avec l'aide de deux clefs.

● Particularités :

Dans l'éventualité, d'un raccord par brasage (impossibilité de cintrer les tubes...) il faut :

- Utiliser de la brasure à fort pourcentage d'argent (supérieur à 15%) ;
- Réaliser la brasure sous flux d'azote pour éviter une oxydation des tubes, donc, une souillure ;
- Protéger les éléments déjà soudés avec un chiffon humide.

Dans le cas du brasage d'un capillaire, il faut faire de ne pas le boucher avec la brasure.

Un capillaire doit toujours être remplacé par un capillaire de même longueur et de même section. Pour le couper, il faut l'inciser avec la lame d'un couteau et le rompre à la main.

Pour couder les tubes il faut utiliser une cintreuse de diamètre approprié au tube (figure 13) ou éventuellement un ressort de cintrage (figure 14)

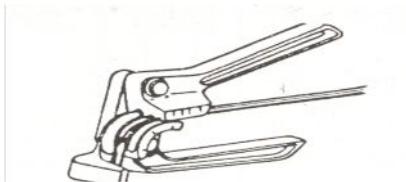


Figure 13 : Cintreuse



Figure 14 : Ressort de cintrage

Pour le déroulement des canalisations préchargées ou des couronnes, procéder comme indique à la figure 15 :

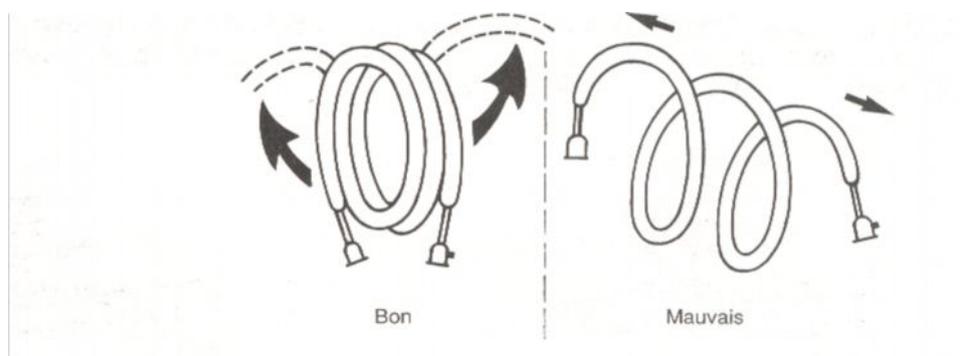


Figure 15 : Déroulement des canalisations frigorifiques

3- Cheminement Des Canalisations Frigorifiques

Toutes les précautions seront prises, pendant les travaux pour éviter de polluer les canalisations (eau, poussière, particules...), notamment les jours de pluie. Elles ne doivent jamais reposer au sol. Plusieurs précautions sont nécessaires pour effectuer un tracé des canalisations sinon les performances du climatiseur seront réduites et des pannes apparaîtront. Ces précautions sont essentiellement prises pour permettre le retour d'huile véhiculée par le fluide frigorigène au compresseur. Les constructeurs imposent des diamètres, des longueurs de canalisation liquide et vapeur, et des hauteurs maximums à ne pas dépasser, pour avoir un bon retour d'huile, une charge, en fluide frigorigène faible et de faibles pertes de charges.

L'installateur doit respecter scrupuleusement ces règles, notamment une longueur équivalente maximum. Cette longueur correspond à la distance totale entre les unités y compris coudes et raccords. Il est recommandé de vérifier la définition que chaque constructeur donne à cette longueur équivalente. Pour une différence de niveau entre les unités, supérieure à cinq mètres, l'installateur devra réaliser un piège à huile (figure 15) sur la colonne montante. Le piège à huile est constitué d'une double crosse.

| ø D en mm | Longueur équivalente en m |
|-----------|---------------------------|
| 19 | 1 |
| 25.4 | 1.2 |
| 28.6 | 1.2 |
| 31.8 | 1.3 |

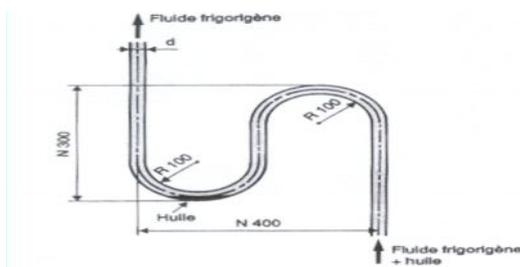


Figure 15 : piège à huile

L'huile s'accumule dans la partie basse des coudes, elle forme alors un bouchon qui est rapidement aspiré par le compresseur. Un piège est installé au départ de chaque remontée de canalisations vapeurs et tous les cinq mètres si la hauteur est importante (figure 16). Il ne faut jamais dépasser les différences de hauteur maximum données par les constructeurs. Pour les canalisations liquides, la miscibilité huile/fluide frigorigène étant bonne, elles ne nécessitent pas de précautions particulières, elles ne nécessitent pas de précautions particulières, elles suivant généralement le tracé des canalisations vapeurs.

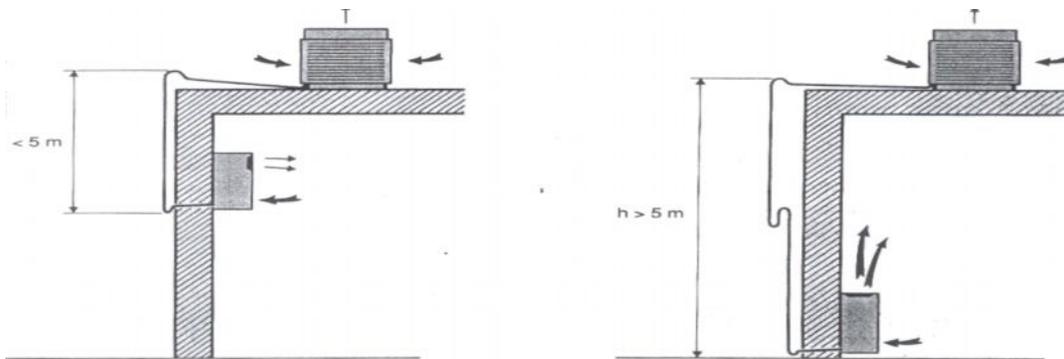


Figure 16 : Tracé des canalisations d'aspiration

Quelques règles et exemples sont proposés, suivant des configurations de chantier courantes :

- Si l'unité est plus haute que l'unité extérieure, un piège à huile est nécessaire pour un climatiseur fonctionnant en inversion de cycle uniquement (figure 17) ;
- Si l'unité intérieure est plus basse que l'unité extérieure, un piège à huile est nécessaire pour un climatiseur fonctionnant en refroidissement ou en inversion de cycle (figure 18).

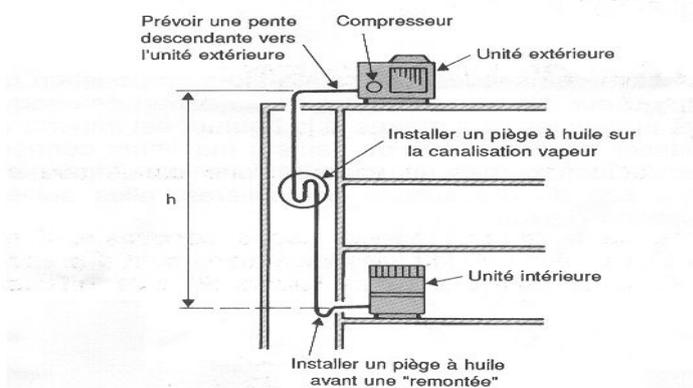


Figure 17 : Unité intérieure plus haute que l'unité extérieure (fonction réversible)

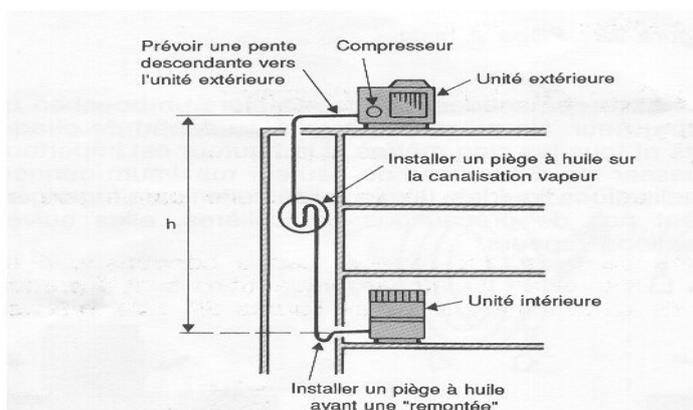


Figure 18 : Unité intérieure plus basse que l'unité extérieure (fonction réversible)

Pour faciliter l'écoulement de l'huile, il est recommandé de donner de la pente aux canalisations vapeurs horizontales. Cette pente descendante vers l'unité extérieure est d'environ 1,5 cm/mètre. Lorsque les canalisations doivent passer sous une saillie, il est préférable d'adopter la solution décrite; la solution figure 19 sera si possible évité;

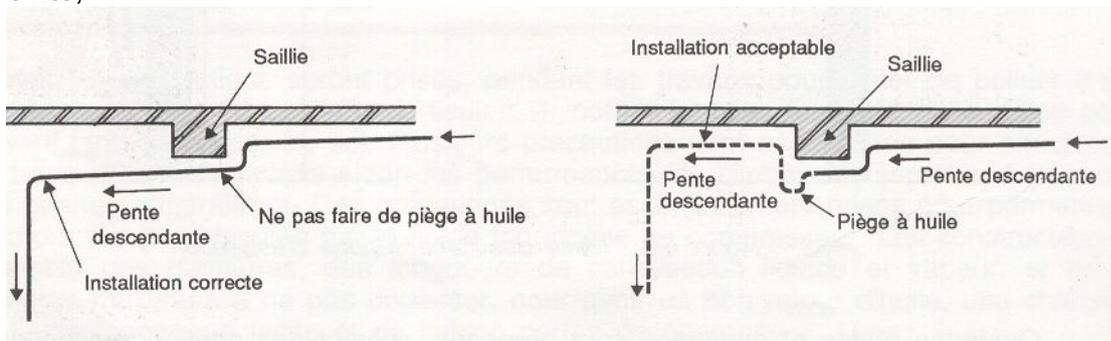


Figure 19 : passage sous saillie, solution à éviter

Les canalisations vapeurs seront isolées avec soin, une isolation commune (canalisation liquide et vapeur) est peu recommandée. Les canalisations liquides ne sont pas isolées sauf si elles cheminent dans des locaux très chauds ou au soleil. Au passage de cloisons ou murs, il faut installer un manchon de protection. A la fin de l'installation, il sera bouché avec une mousse expansive (figure 20).

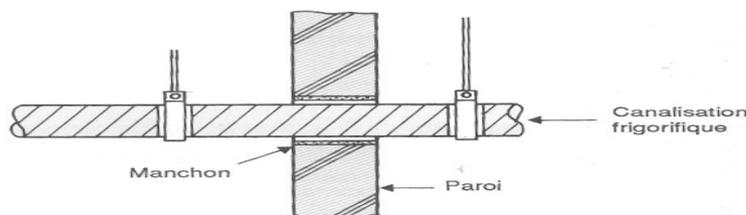


Figure 20 : Manchon de protection

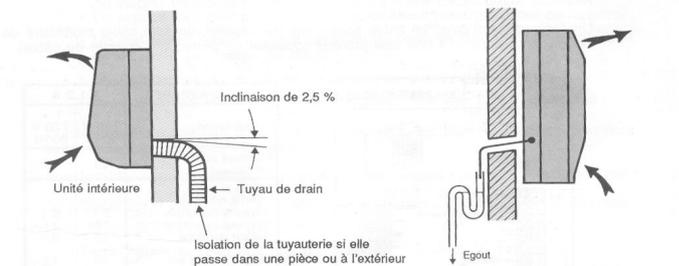
La fixation des canalisations est réalisée des colliers à semelle caoutchouc. Leur espacement de fixation est d'environ 1.2 mètres.

3- Canalisation d'évacuation d'eau de Condensation

Aussi appelée drain, elle assure l'écoulement de la vapeur d'eau condensée sur l'évaporateur.

L'eau est généralement récupérée dans un bac, appelé bac à condensas, il est raccordé à une tuyauterie souple d'évacuation. Quelques précautions sont à prendre pour le raccordement et le tracé de cette canalisation. Les figures 21 et 22 indiquent ces précautions.

Pour un raccordement à égout il faut poser un siphon. La tuyauterie ne sera pas collée sur le siphon mais laissée libre.



**Figure 21 et 22 :
évacuation des condensas**



DEPANNAGES : INTRODUCTION

L'expérience du dépannage frigorifique permet de constater qu'au moins 99% des pannes survenant sur les installations (aussi bien en climatisation qu'en froid commercial) peuvent être classées en 8 grandes familles principales.

Les 4 premières familles de pannes provoquent une basse pression anormalement faible :

- 1- Pannes du détendeur trop petit (la puissance du détendeur insuffisante).
- 2- Pannes du manque de charge (il n'y a pas assez de fluide frigorigène dans le circuit)
- 3- Pannes de la pré-détente (ne pré-détente parasite se produit dans la ligne liquide avant le détendeur)
- 4- Pannes de l'évaporateur trop petit (la puissance du compresseur est insuffisante)

La cinquième famille de pannes provoque une BP élevée, mis avec une puissance frigorifique faible :

- 5- Pannes du compresseur trop petit (la puissance du compresseur est insuffisante)

enfin, les 3 dernières familles de pannes provoquent une élévation anormale de la HP :

- 6- pannes e l'excès de charge (il y a de fluide frigorigène dans le circuit)
- 7- pannes des incondensables (il y a un excès important d'incondensables dans le circuit)
- 8- pannes du condenseur trop petit (la puissance du condenseur est insuffisante)

nous commenterons abondamment chacune de ces 8 familles de pannes en analysant ses répercussions sur les différents paramètres de fonctionnement du circuit et nous étudierons ses symptômes les plus représentatifs.

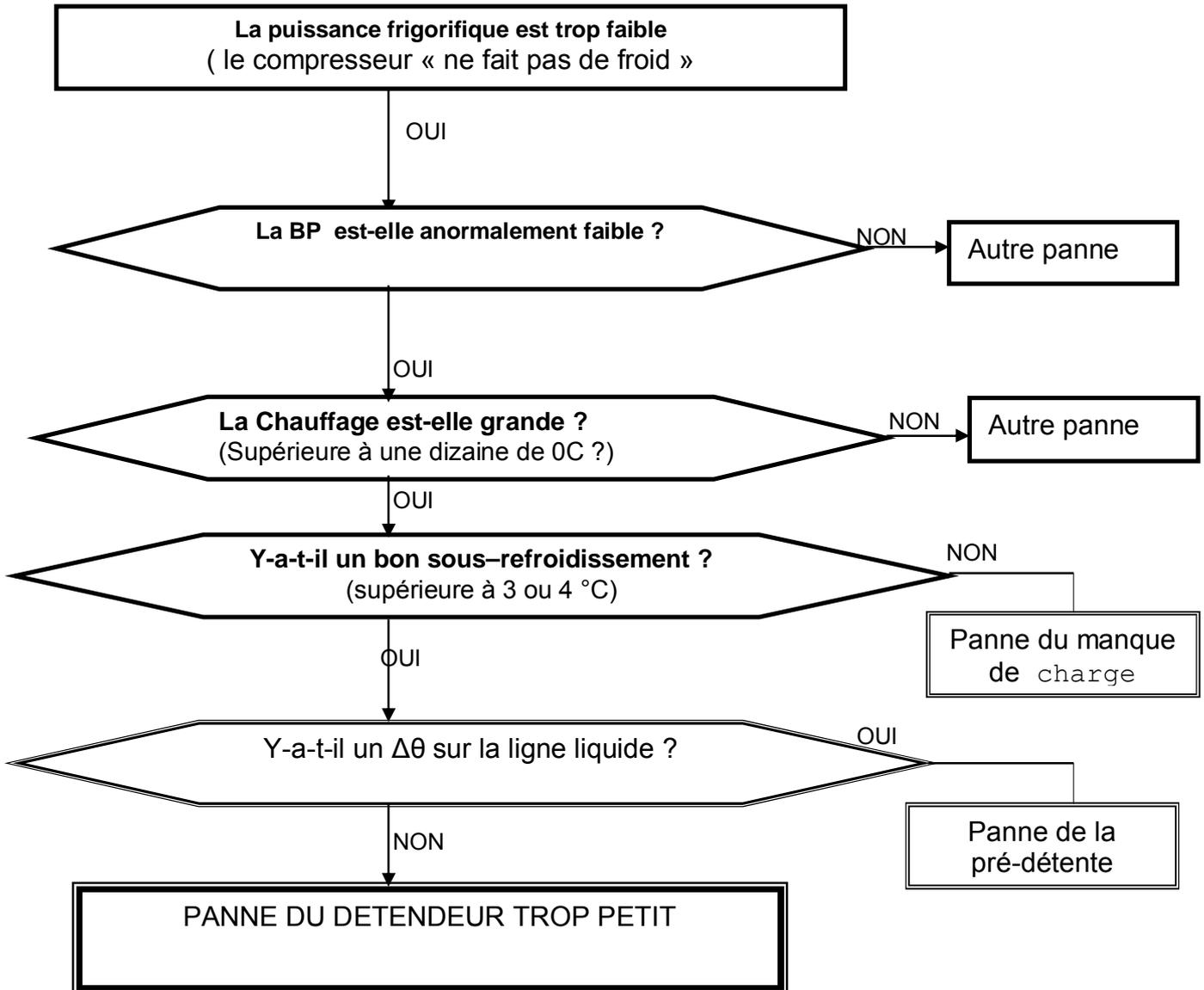
Nous réduirons de cette analyse une méthodologie permettant d'effectuer très rapidement un diagnostic sûr et fiable.



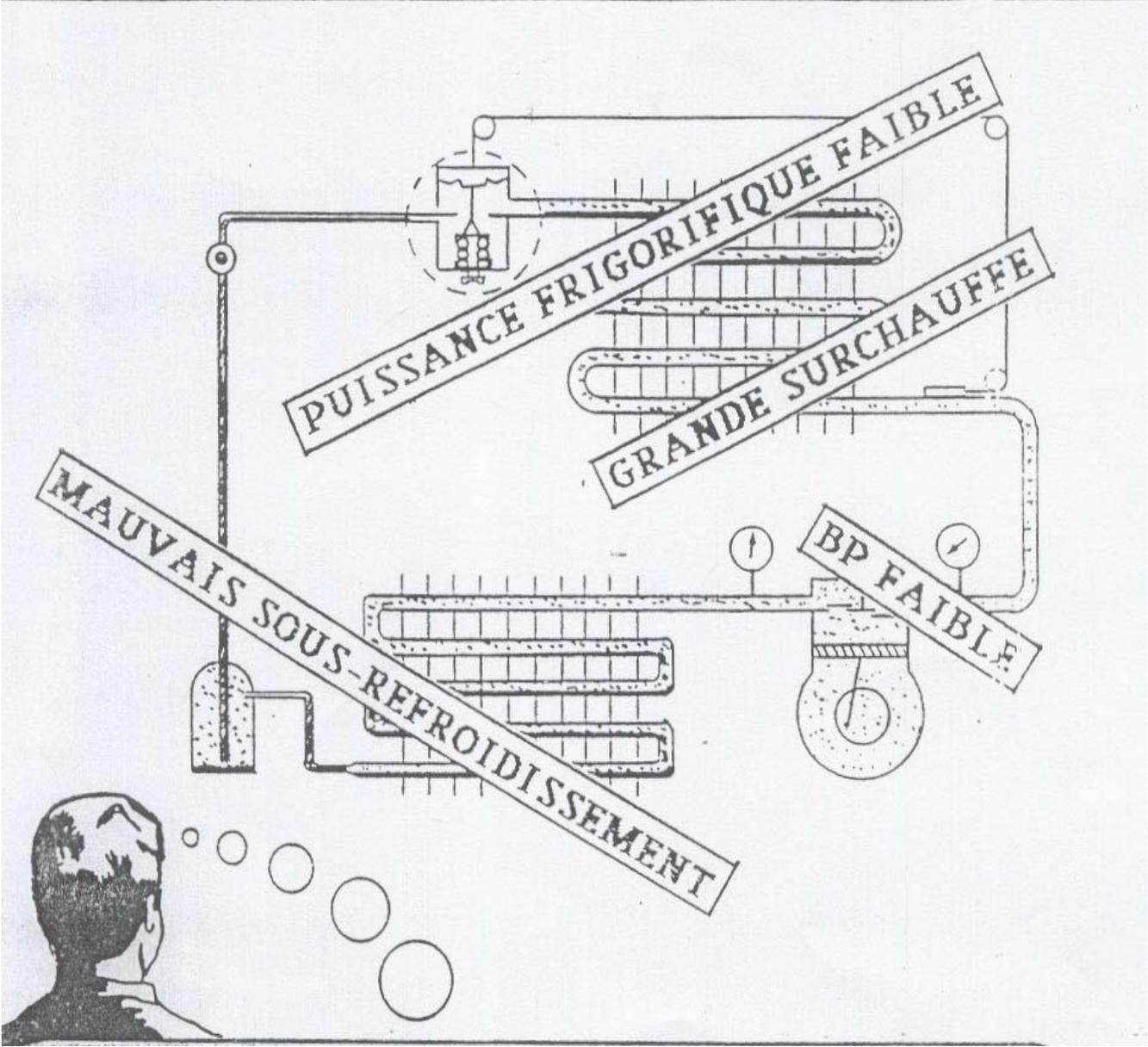
X-DEPANNAGE

PANNE DU DETENDEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



PANNE DU MANQUE DE CHARGE : RESUME



Pourquoi ce compresseur **ne fait-il pas de froid** ?...Montons les manos.....

Oh ! **La BP est vraiment faible.**

Y aurait-il un manque de débit d'air sur l'évaporateur ?

Ce ne peut pas être ça, **la surchauffe est énorme...**

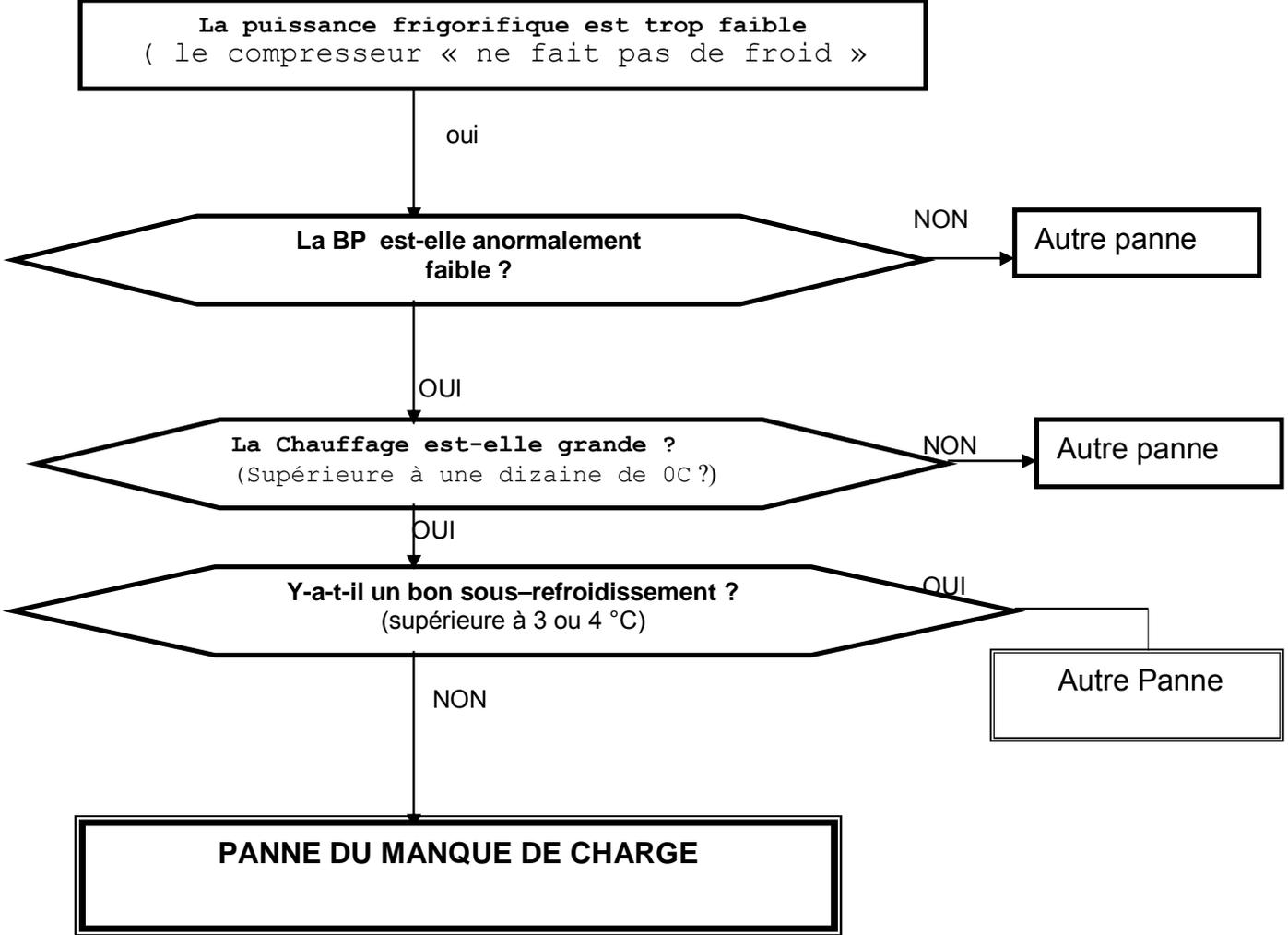
Peut être un détendeur trop petit ... impossible, **il n'y pas de sous refroidissement...** ça ne peut donc être que...

LA PANNE DU MANQUE DU CHARGE !

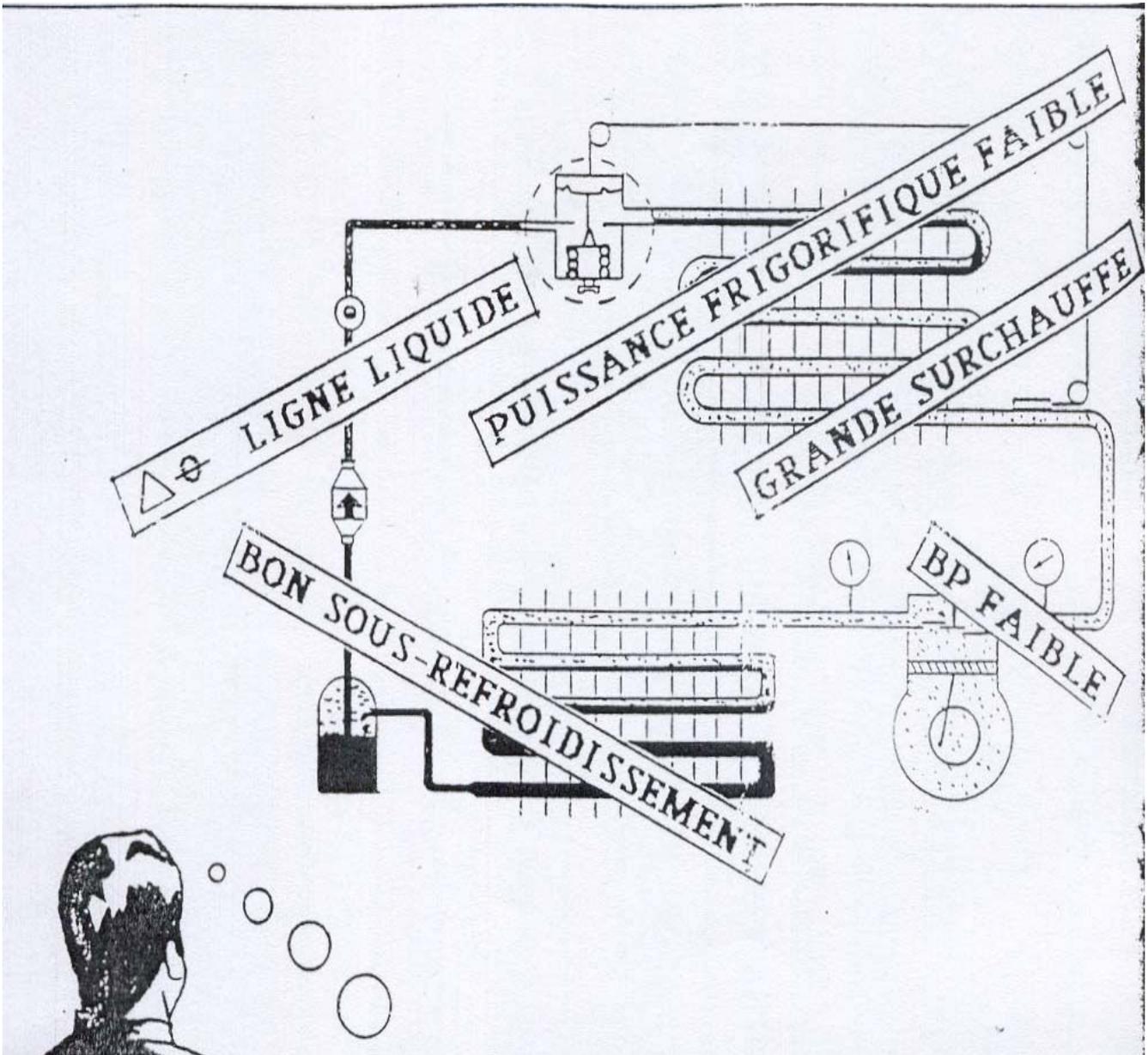


PANNE DU MANQUE DE CHARGE

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



Un manque de fluide frigorigène dans le condenseur se caractérise toujours par un faible sous-refroidissement.



Pourquoi ce compresseur **ne fait-il pas de froid** ? ... Montons les manos...

Oh ! La BP est vraiment faible...

Y aurait-il un manque de débit d'air sur l'évaporateur ? ...

Ce ne peut pas être ça, la **surchauffe est énorme**...

Peut être un manque de charge ? ...

Impossible, le **sous refroidissement** est tout à fait correct

Peut être un détendeur trop petit... contrôlons la ligne liquide

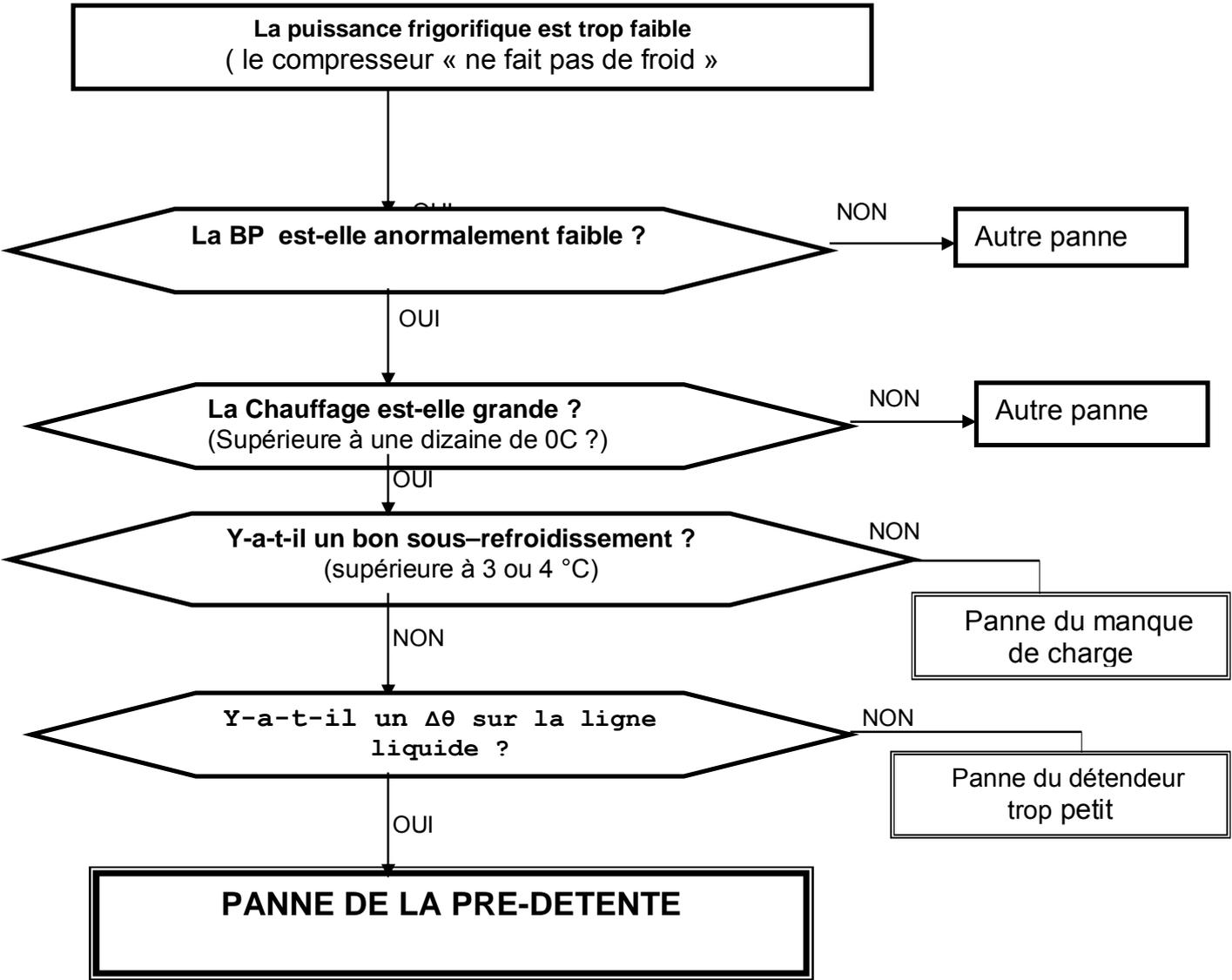
Eh ! Il a un **$\Delta\theta$ anormal**... ça ne peut donc être que...

LA PANNE DE LA PRE-DETENTE !

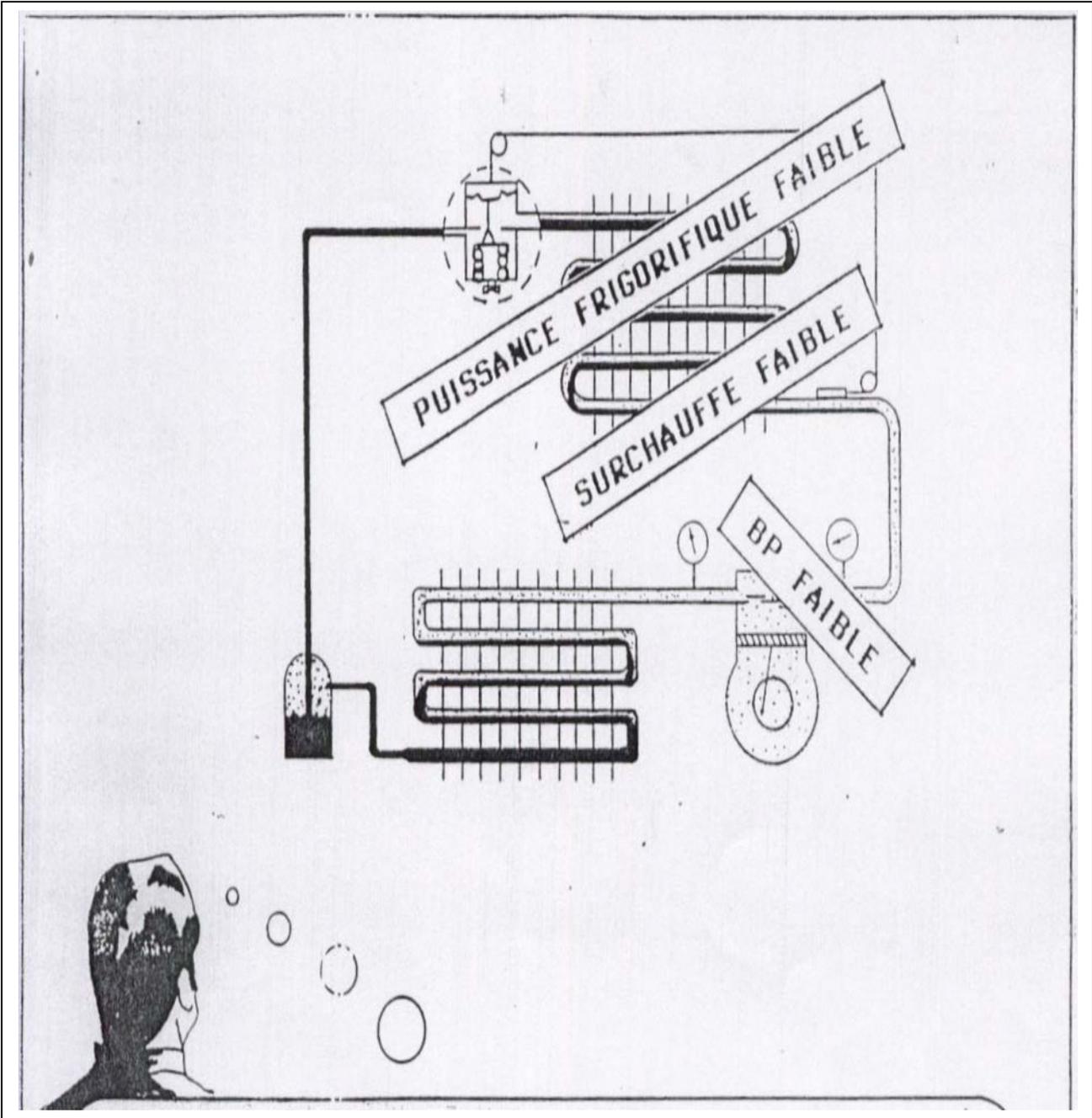


PANNE DE LA PRE-DETENTE

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



PANNE DE L'EVAPORATEUR TROP PETIT : RESUME

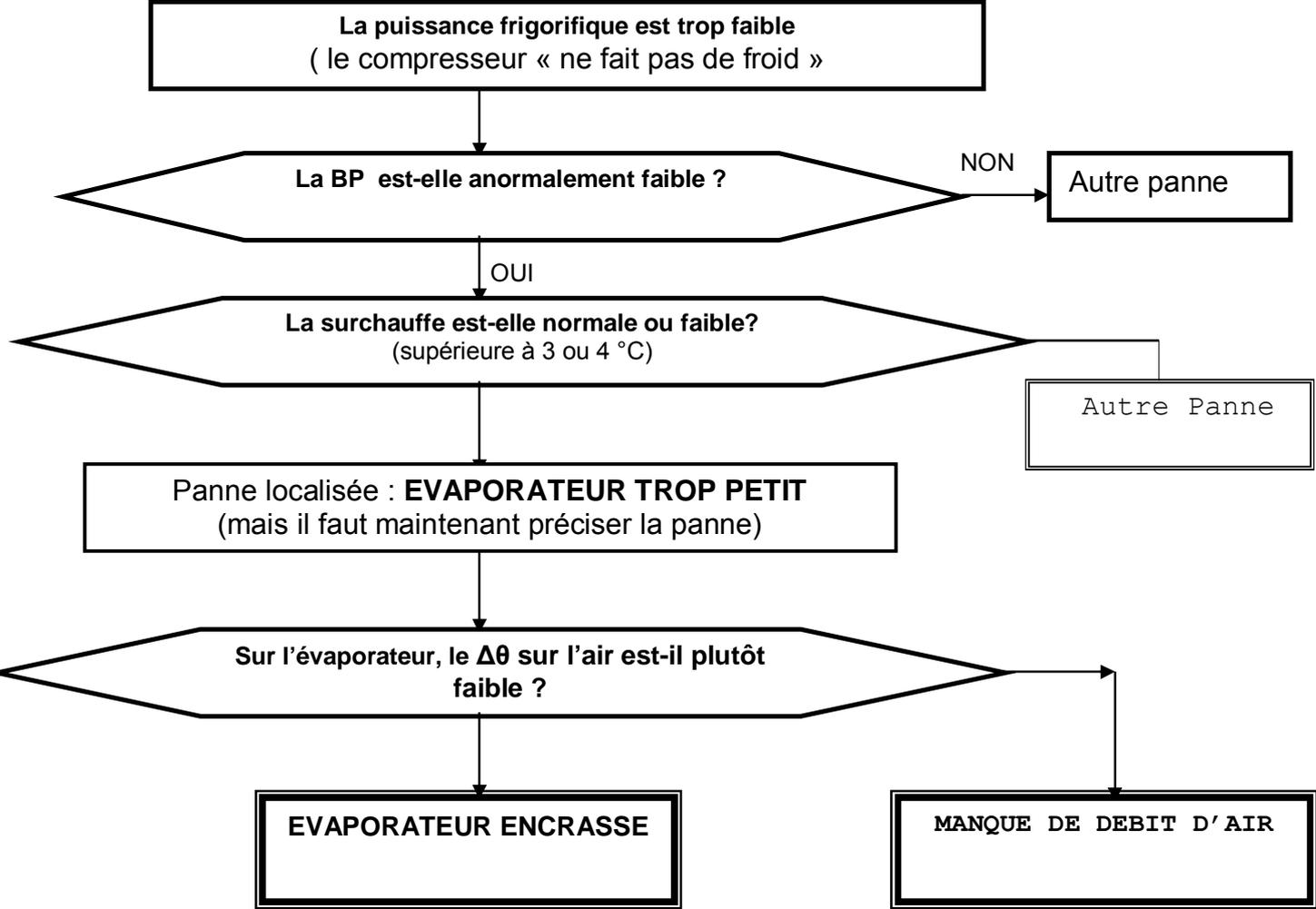


Pourquoi ce compresseur **ne fait-il pas de froid** ? ... Montons les manos...
Oh ! **La BP est vraiment faible et la surchauffe aussi...**
Ça ne peut donc être la panne de **L'EVAPORATEUR TROP PETIT**
Mesurons le $\Delta\theta$ sur l'air qui traverse l'évaporateur
S'il est faible, **L'EVAPORATEUR EST ENCRASSE...**
Si non, il y a un **MANQUE DE DEBIT D'AIR**



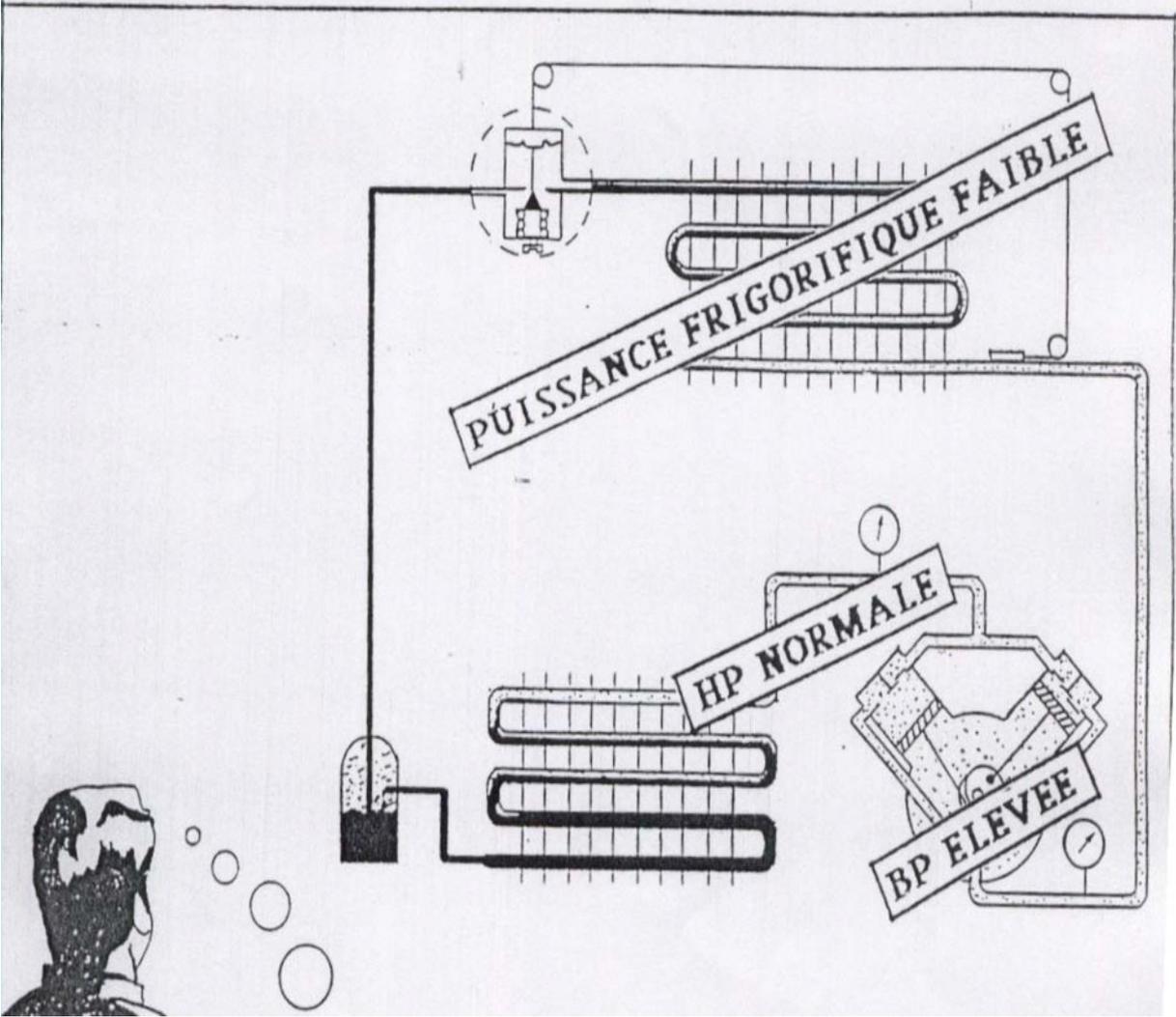
PANNE DE L'EVAPORATEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



La panne de l'évaporateur trop petit se caractérise toujours par une faible BP accompagnée d'une

PANNE DU COMPRESSEUR TROP PETIT : RESUME



Pourquoi ce compresseur **ne fait-il pas de froid** ? ... Montons les manos...

Oh ! **La BP est bien élevée... le détendeur serait-il trop gros ?...**

Suis-je bête, c'est impossible puisqu'il n'y a pas de puissance frigorifique ...

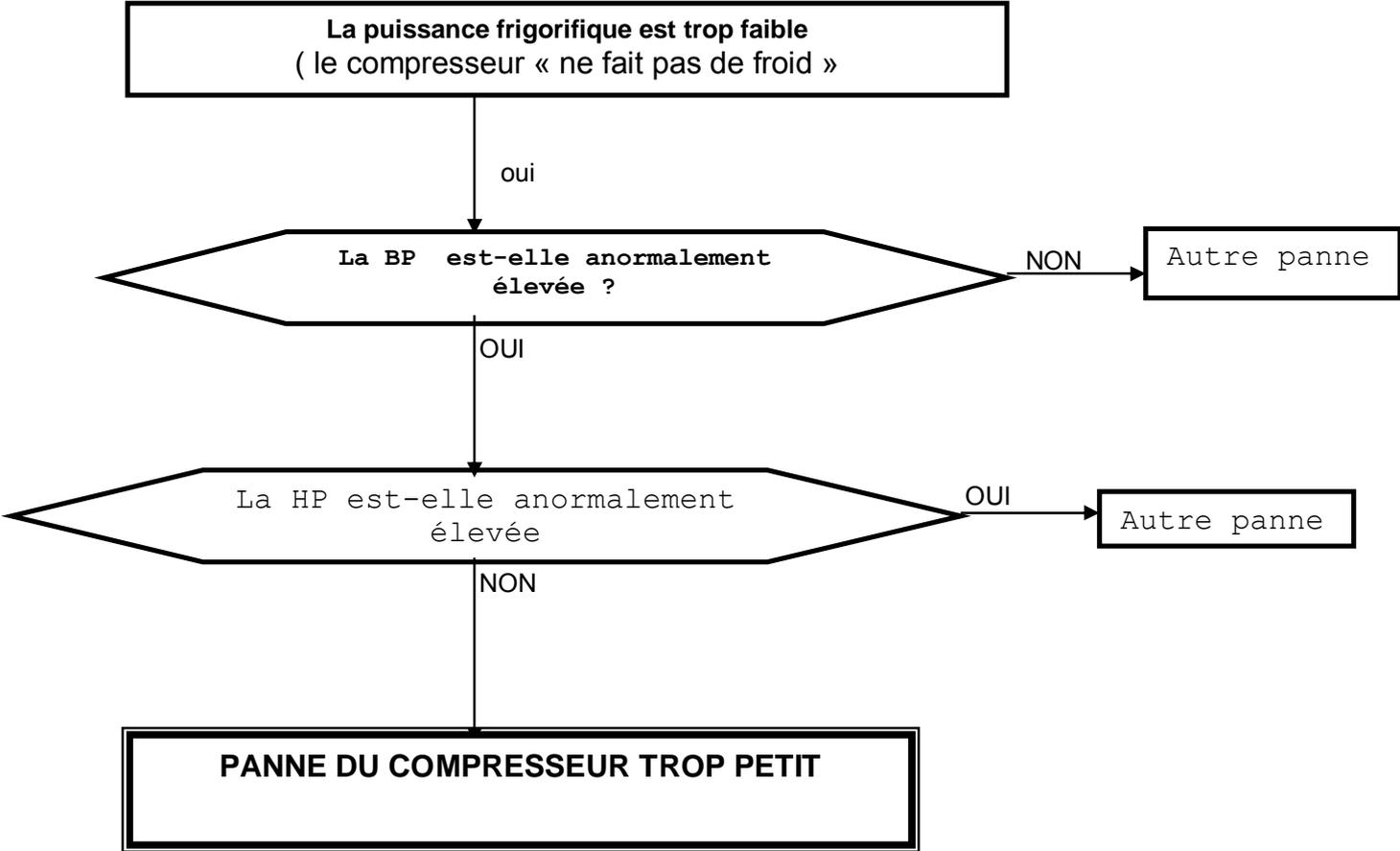
La HP semble normale, ce n'est donc pas un problème de condensation ...
ça ne peut donc être que...

LA PANNE DU COMPRESSEUR TROP PETIT !



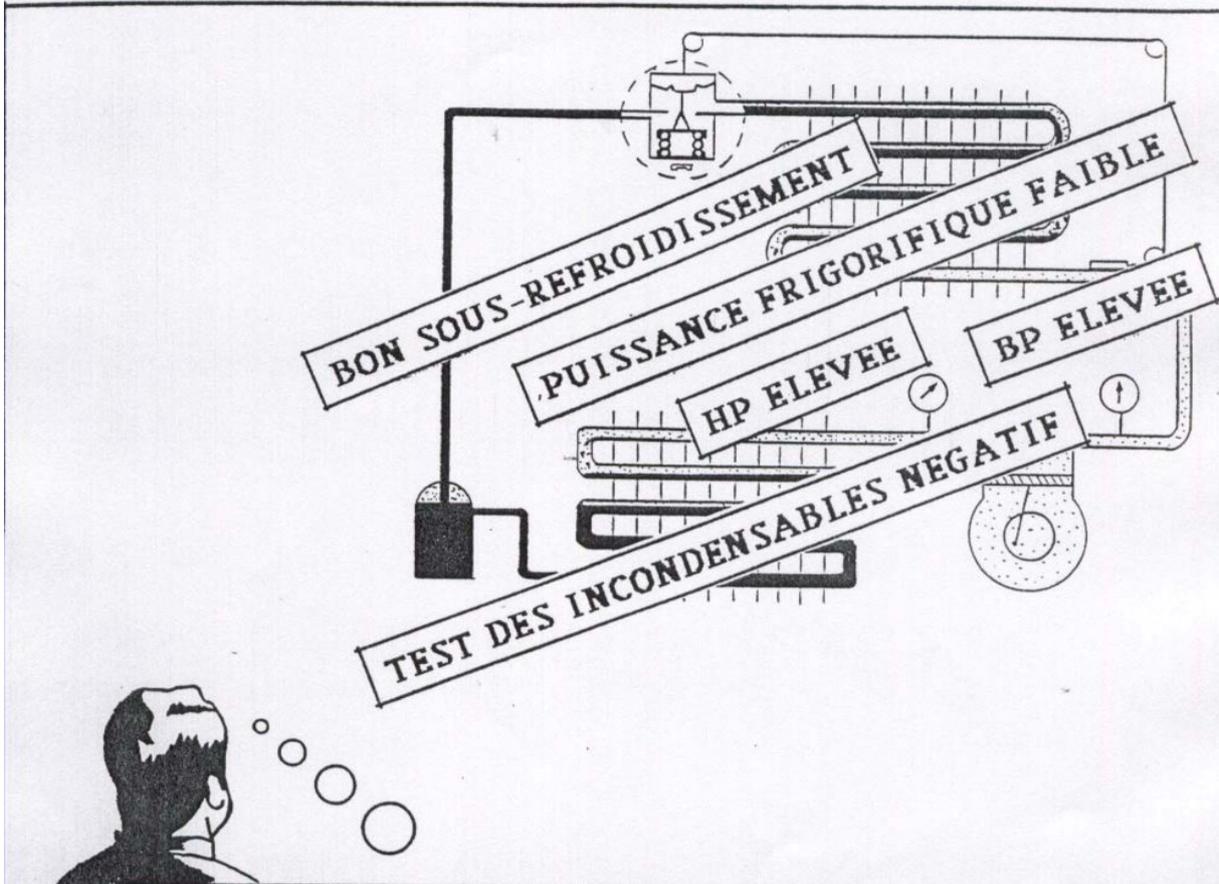
PANNE DU COMPRESSEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



La caractéristique essentielle de cette famille de panne est une BP élevée accompagnée d'une puissance frigorifique

EXCES DE CHARGE : RESUME



Pourquoi ce compresseur **ne fait-il pas de froid** ? ... Montons les manos....

Oh ! La **BP est Bien haute**... peut être un clapet cassé ?...

Impossible, la HP aussi est très élevée...

Serait-ce la panne du condenseur trop petit ?...

Non, le sous refroidissement semble très bon...

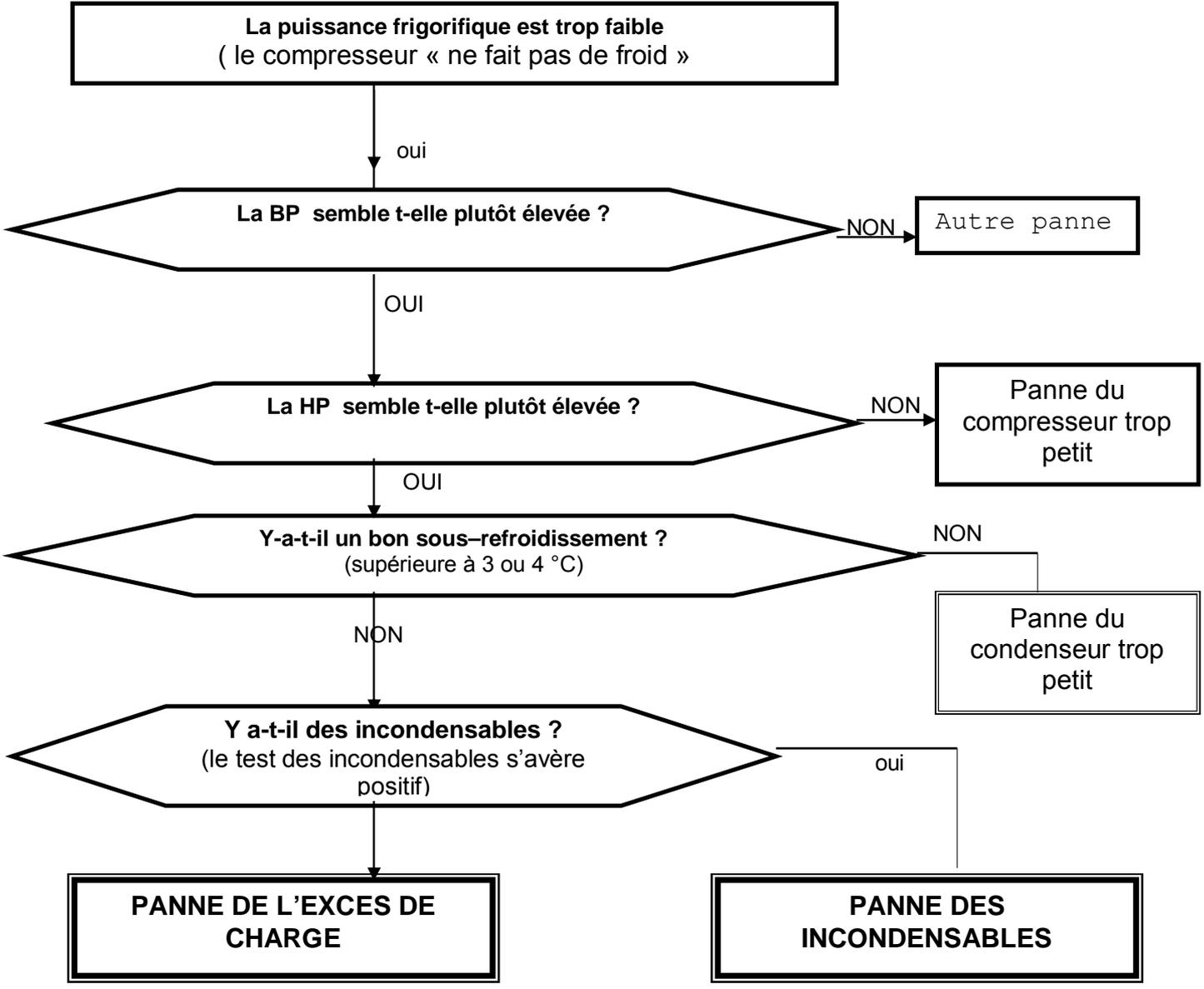
Que dit le test des incondensables?... c'est normal

Pas d'incondensables, ça ne peut donc être que...

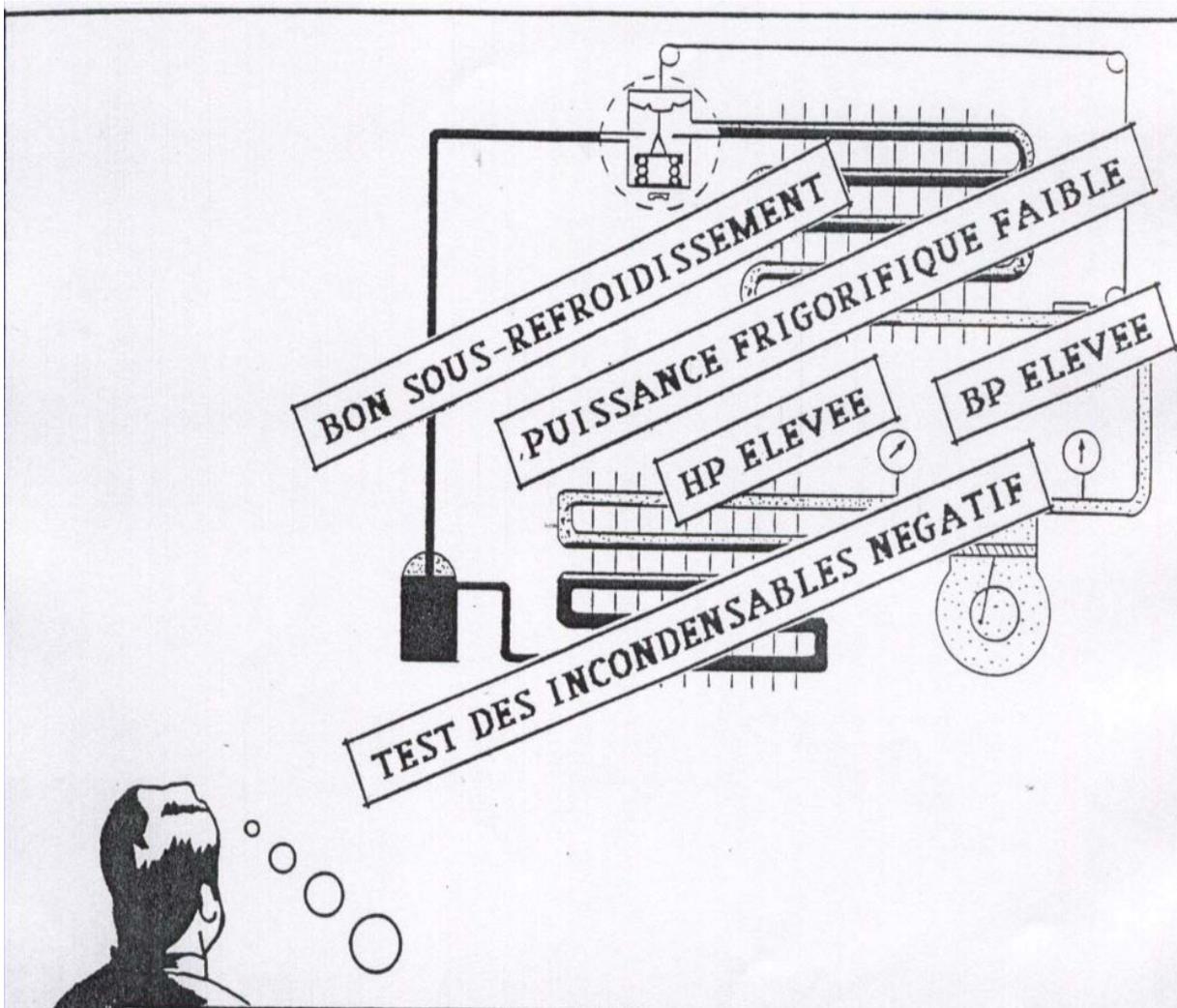
LA PANNE DE L'EXCES DE CHARGE !



METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



PANNE DES INCONDENSABLES : RESUME



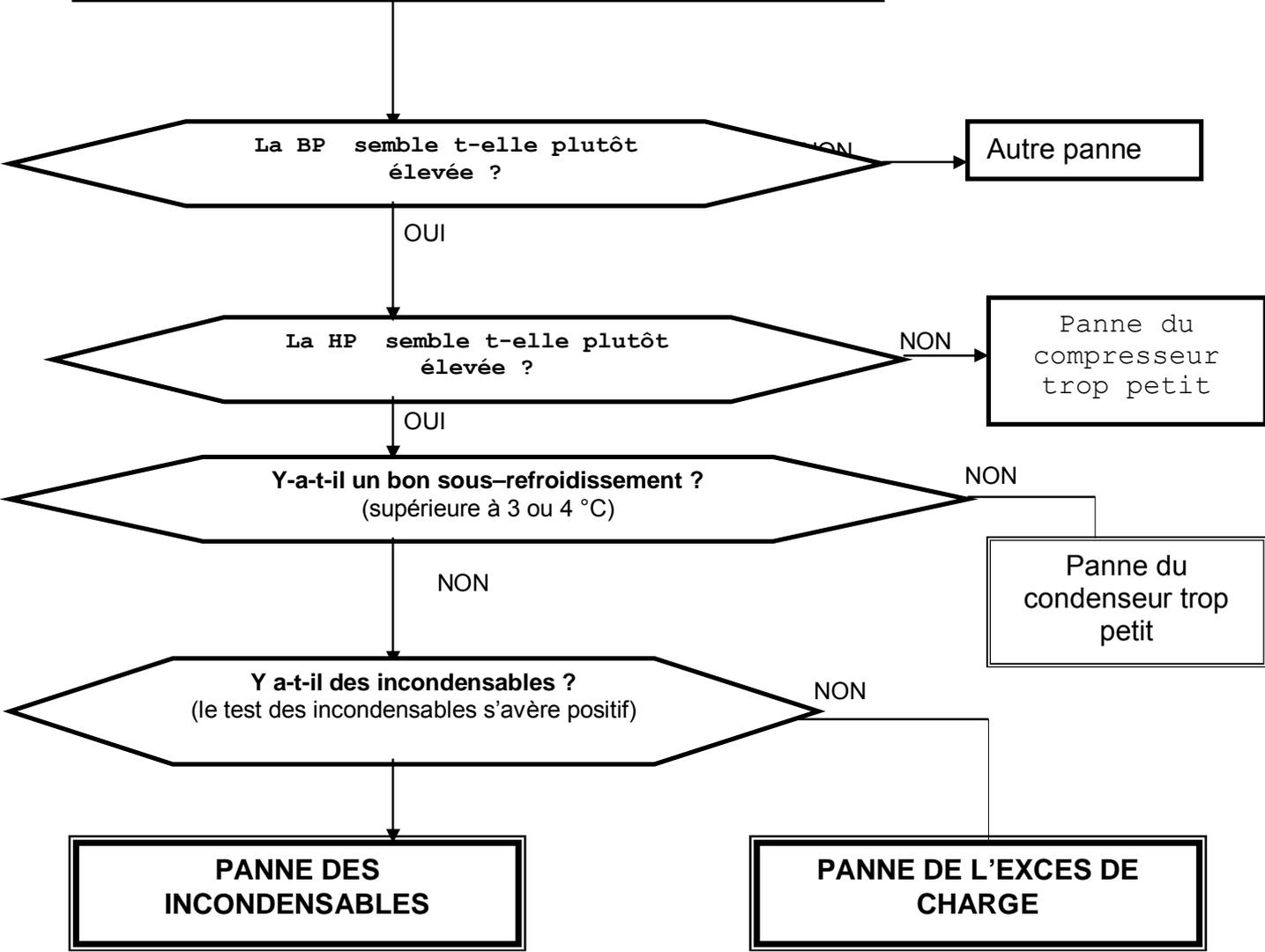
Pourquoi ce compresseur **ne fait-il pas de froid** ? ... Montons les manos...
Oh ! **La BP est Bien haute... peut être un clapet cassé ?...**
Impossible, **la HP aussi est très élevée...**
Serait-ce la panne du condenseur trop petit ?...
Non, **le sous refroidissement semble très bon...**
Que dit le test des incondensables?... **Oh la la...**
Plus de 3 bars d'écart ! ça ne peut donc être que...

LA PANNE DES INCONDENSABLES !

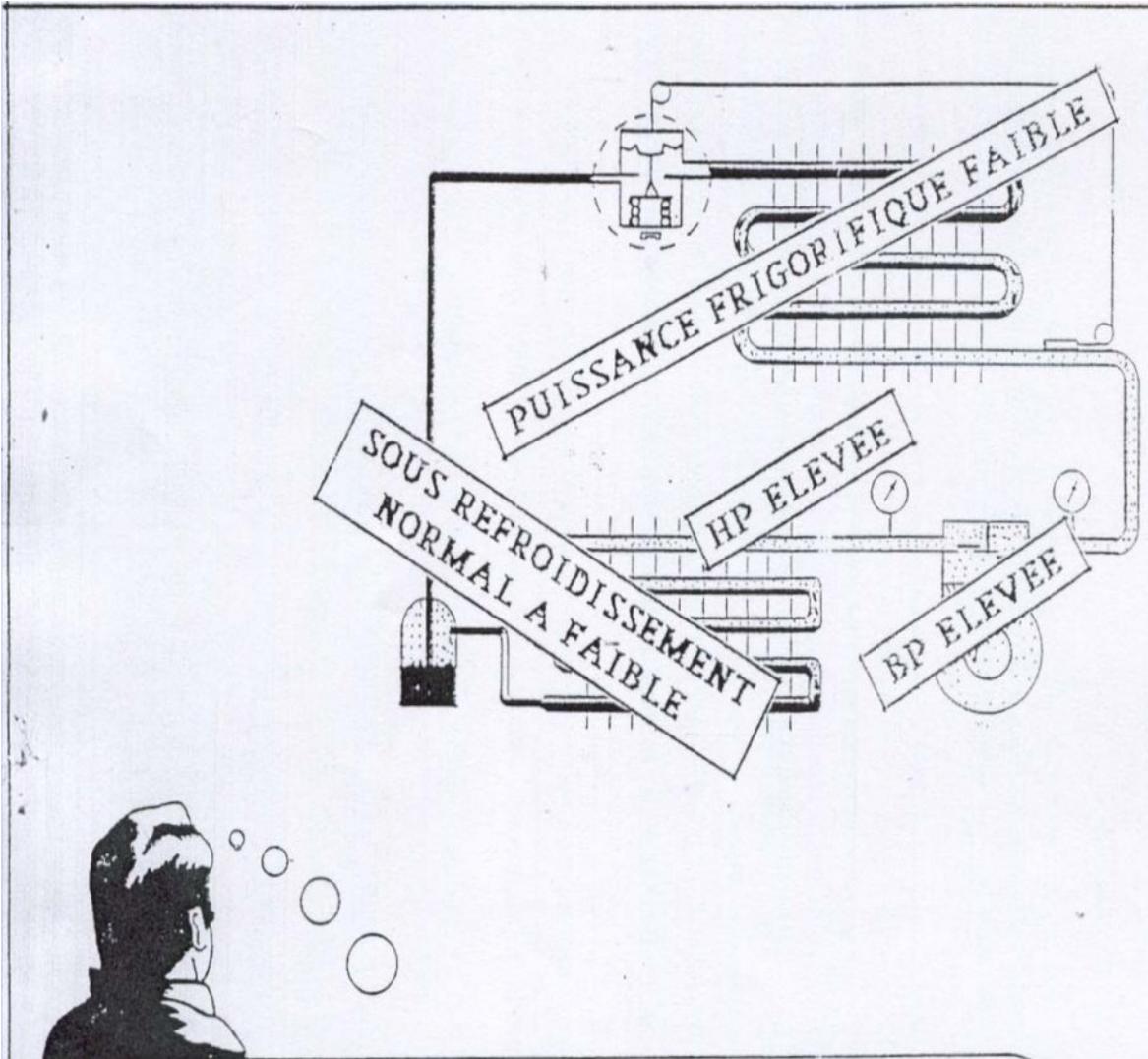


LA PANNE DES INCONDENSABLES

La puissance frigorifique est trop faible
(le compresseur « ne fait pas de froid »)



PANNE DU CONDENSEUR TROP PETIT: RESUME



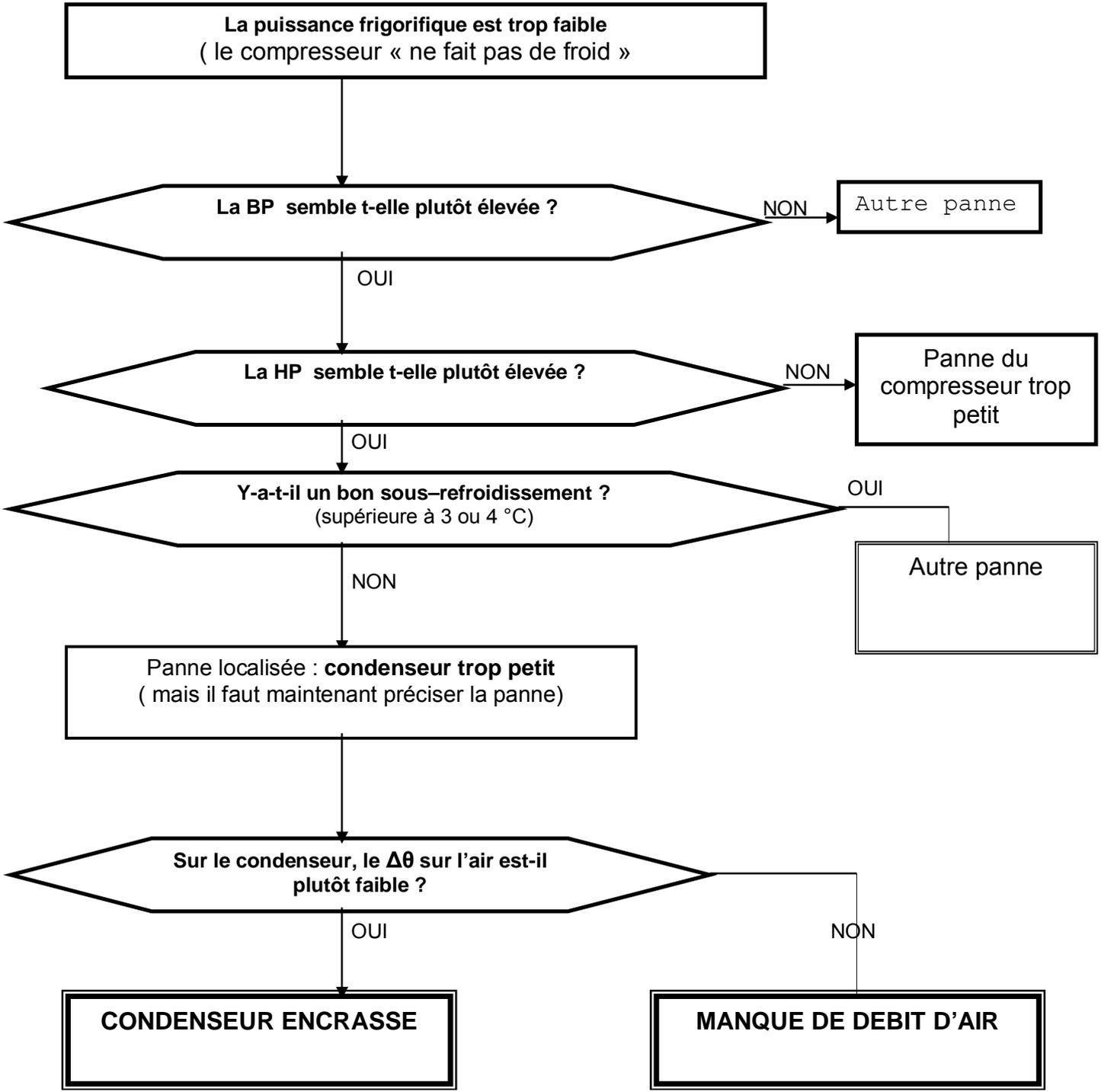
Pourquoi ce compresseur ne fait-il pas de froid ? ... Montons les manos....
Oh ! La BP est Bien haute... peut être un clapet cassé ?...
Impossible, la HP aussi est très élevée...
Serait-ce un excès de charge ou des incondensables?...
Non, impossible, le sous refroidissement est plutôt faible...
ça ne peut donc être que...

LA PANNE DU CONDENSEUR TROP PETIT !

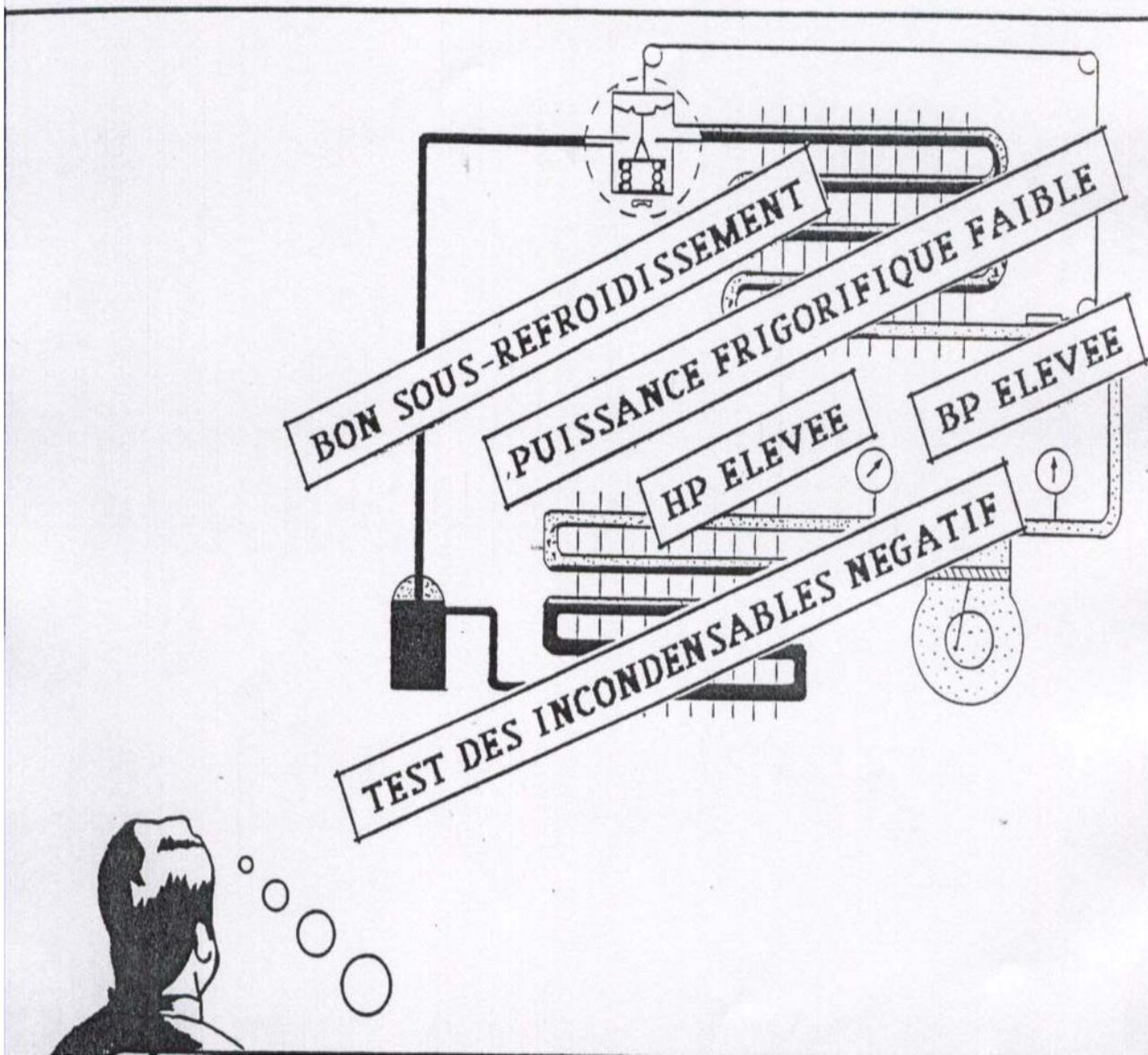


PANNE DU CONDENSEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIC



PANNE DU DETENDEUR TROP PETIT : RESUME



Pourquoi ce compresseur ne fait-il pas de froid ? ... Voyons voir....
Oh ! Que BP est faible... que peut- il bien se passer ?...
Un manque de débit d'air sur l'évapo ?... Non, la surchauffe est énorme...
Un manque de charge?... impossible, le sous-refroidissement est bon ...
Serait-ce une obstruction sur la ligne liquide ?...Non il n'y a pas de $\Delta\theta$

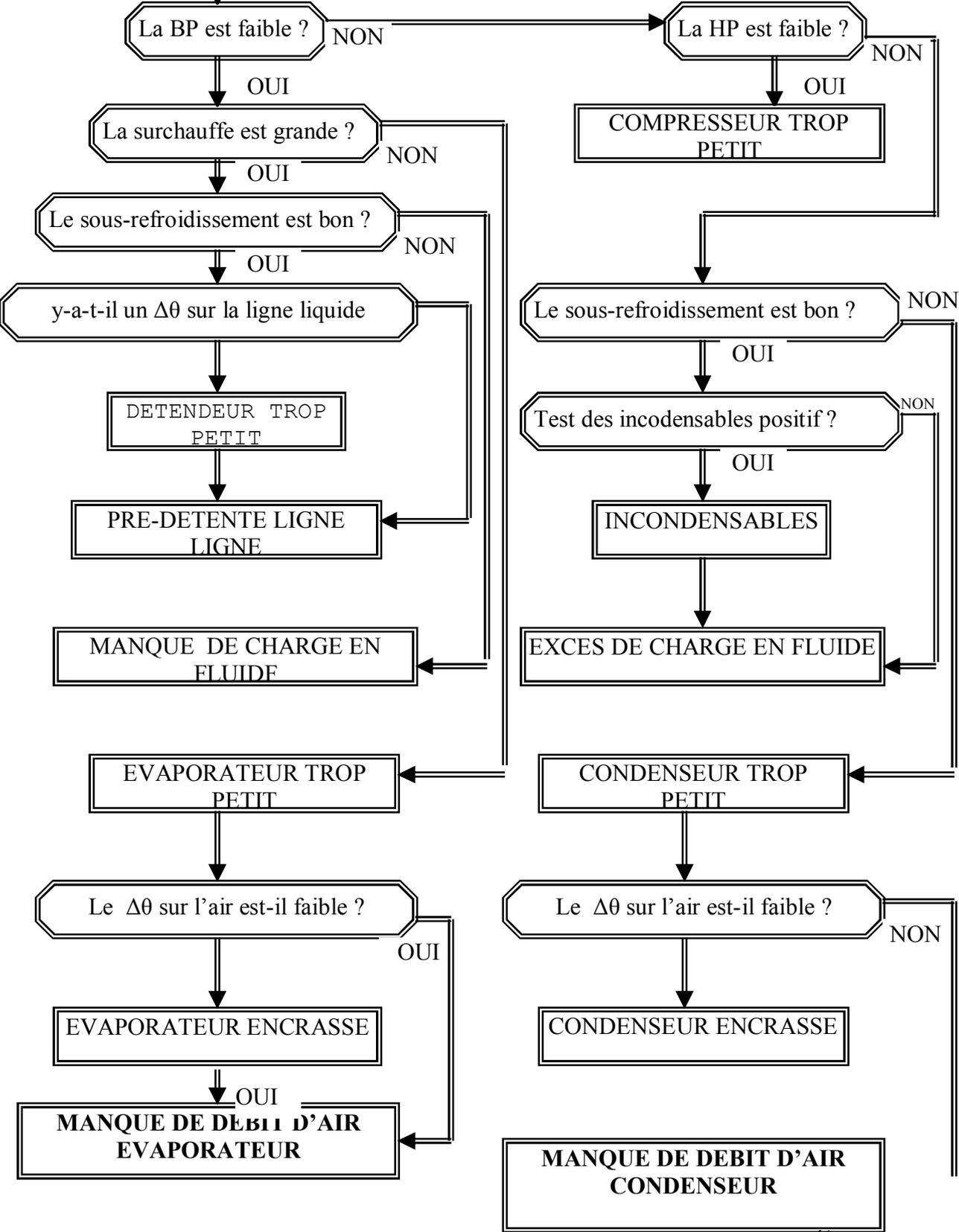
ça ne peut donc être que...

LA PANNE DU DETENDEUR TROP PETIT !



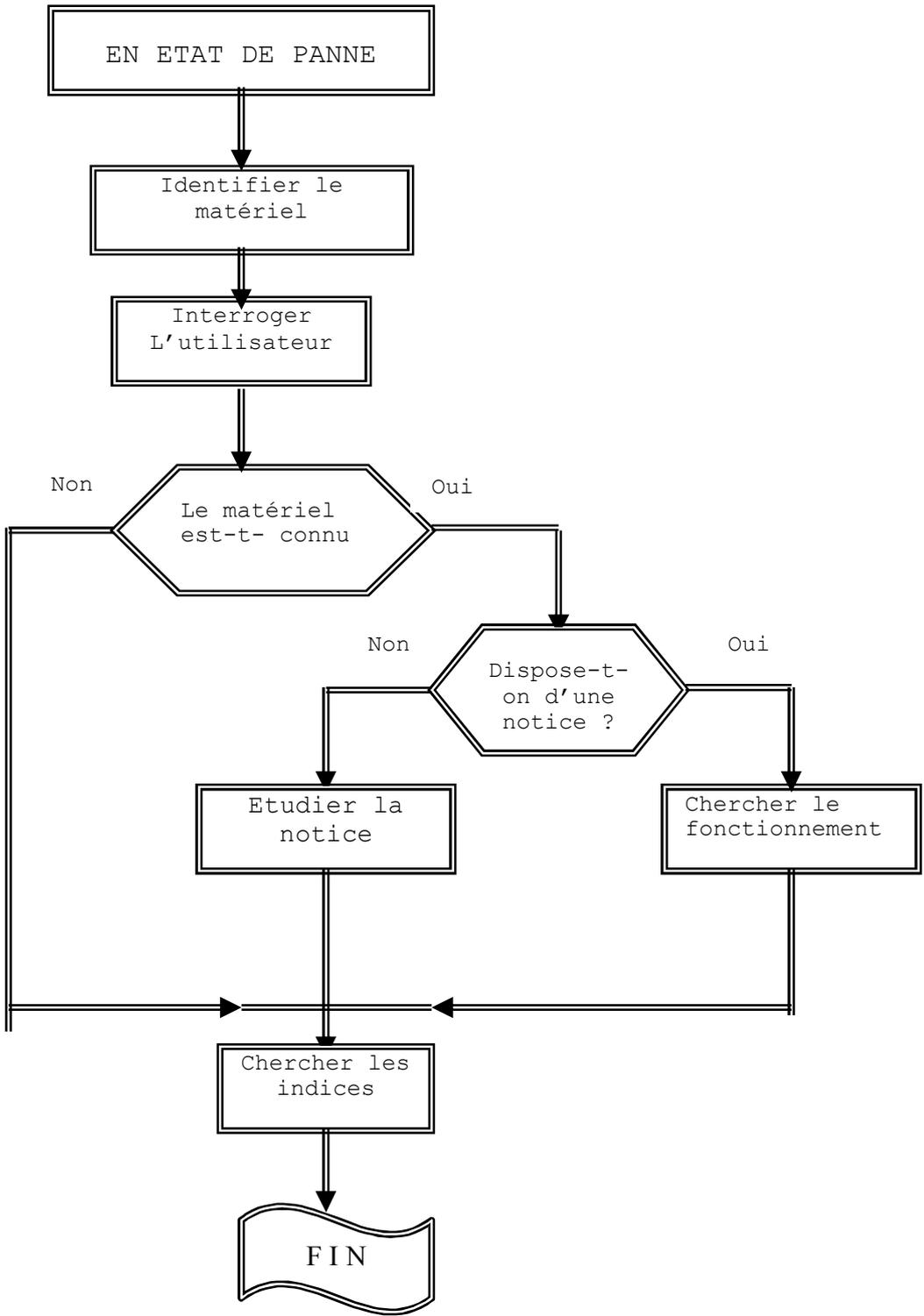
PANNES PRINCIPALES : RESUME

La puissance frigorifique est trop faible



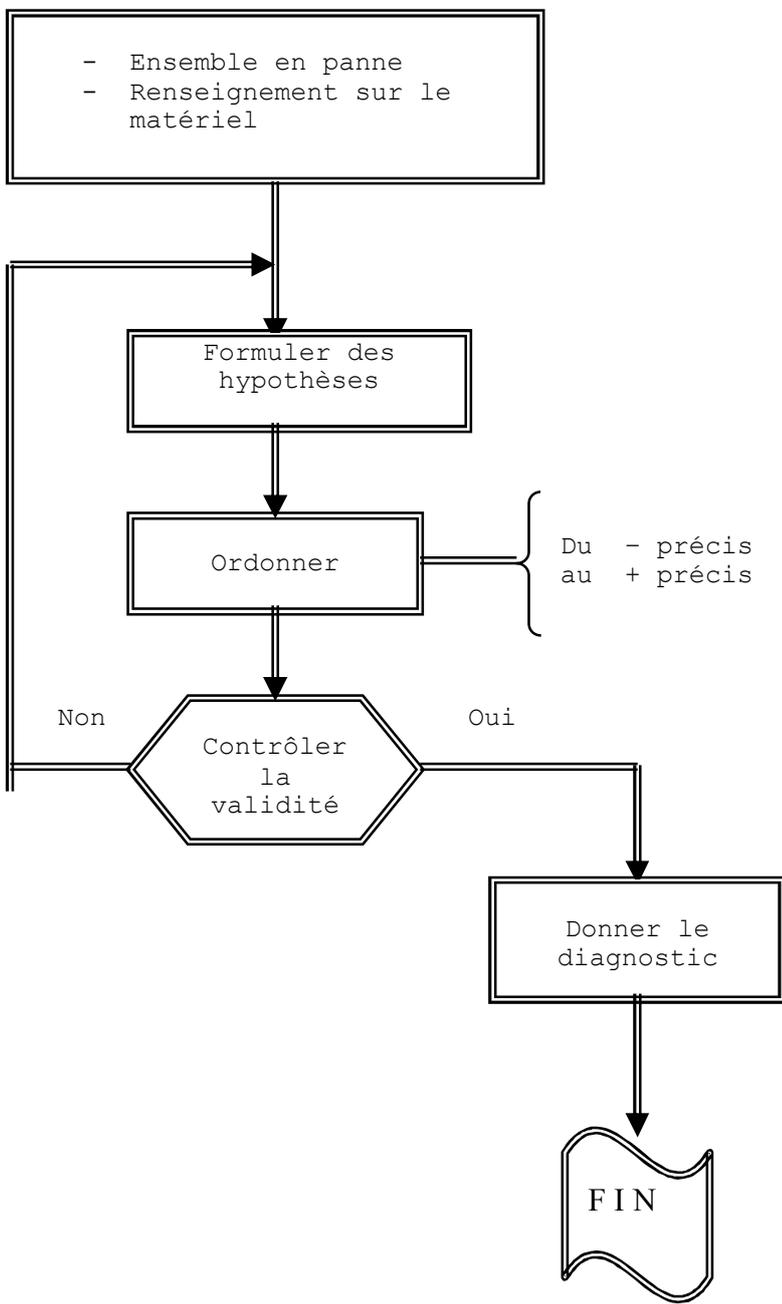


S'INFORMER



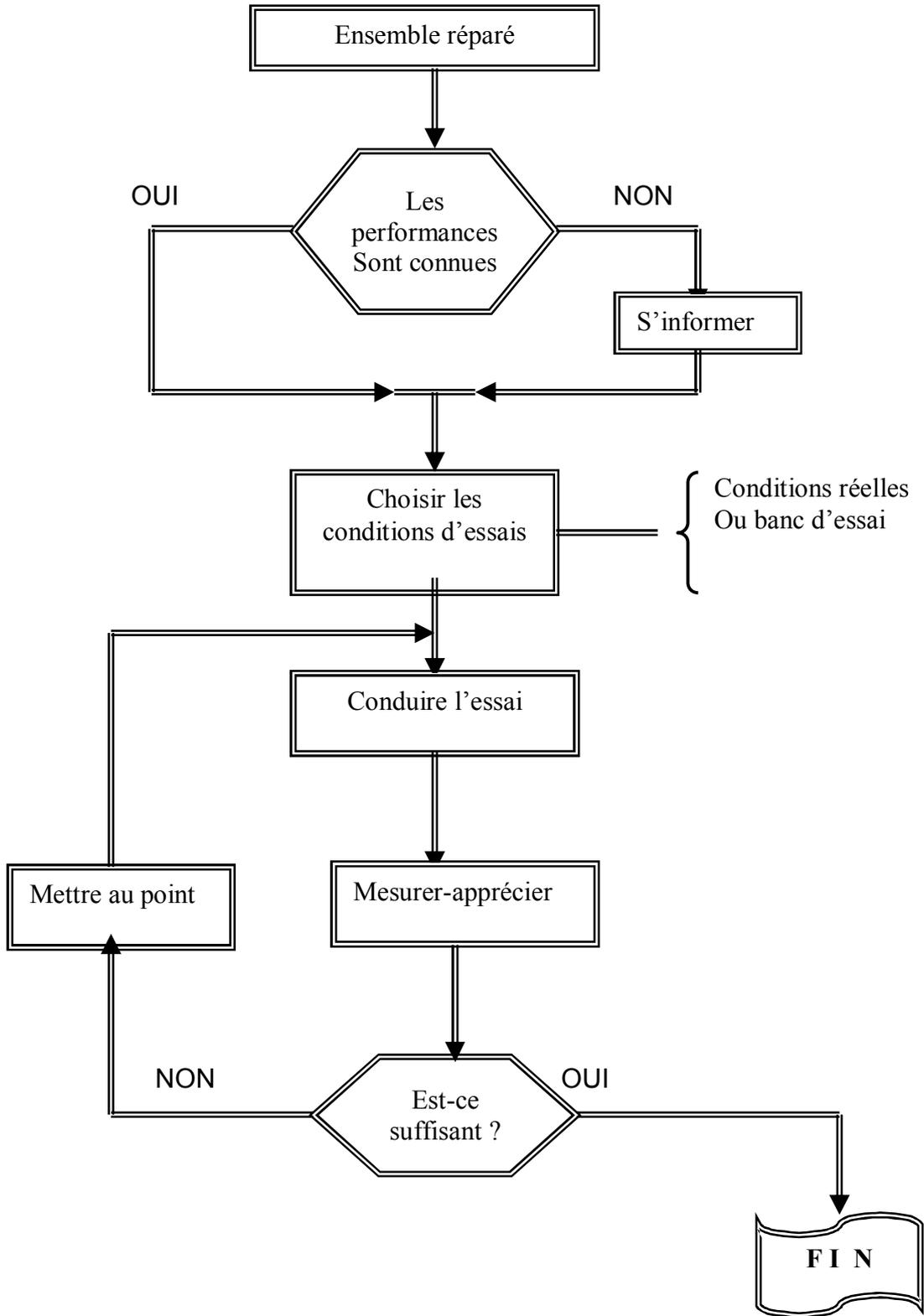


DIAGNOSTIQUER



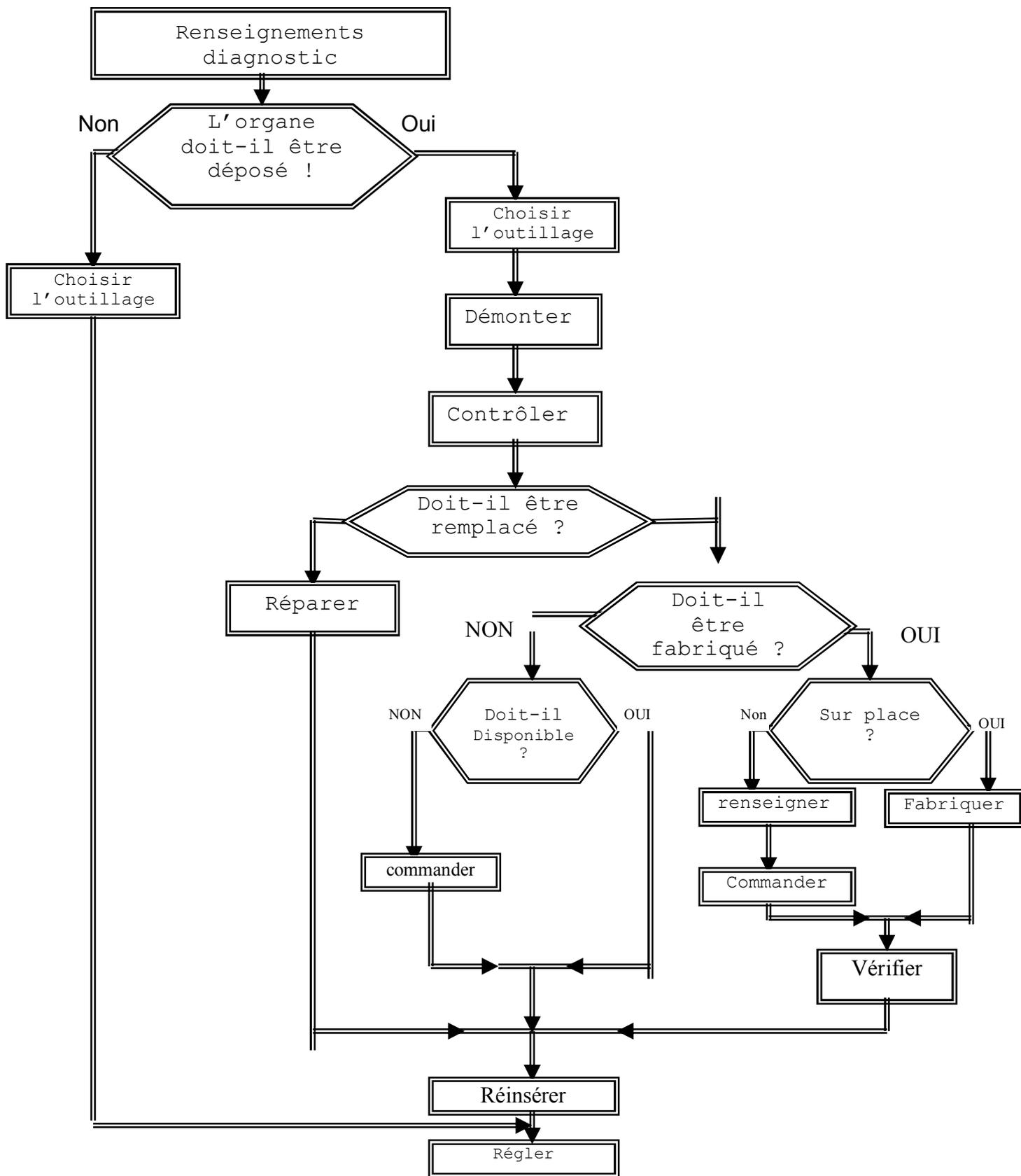


ESSAYER





DEPANNER





La Mise en Service du Climatiseur

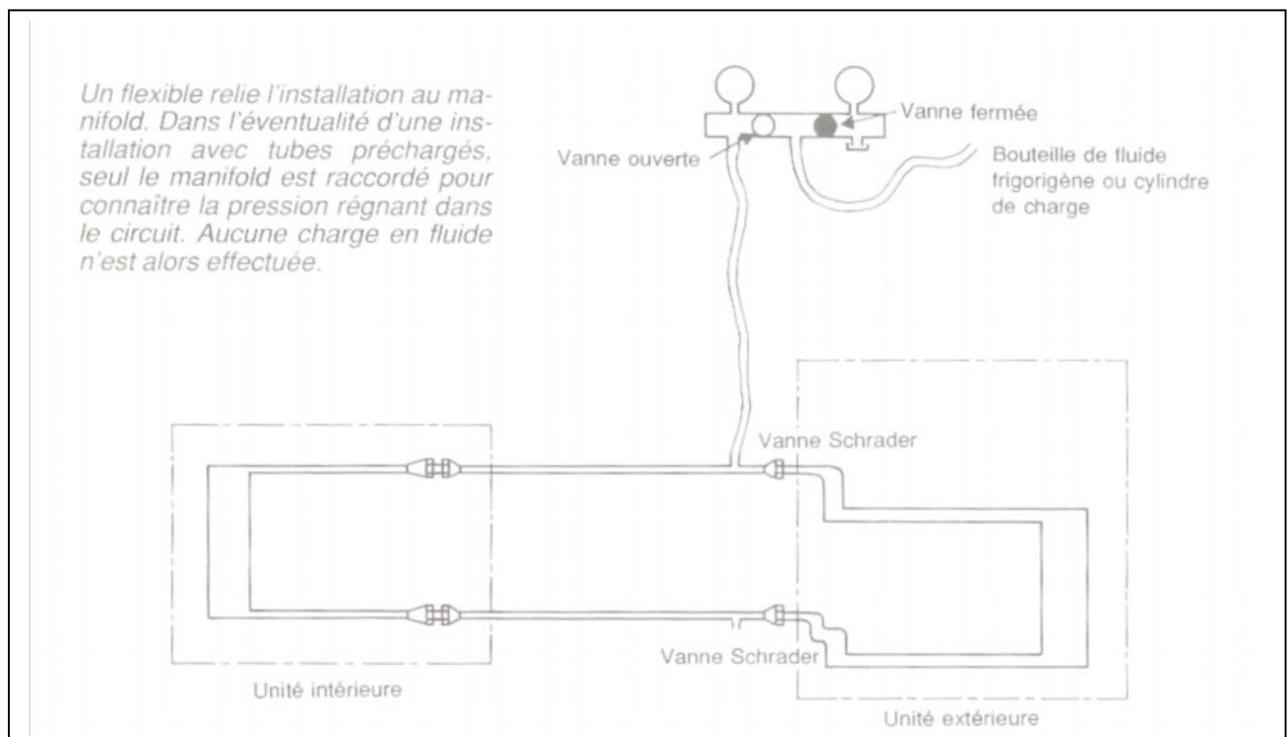
Les unités intérieure et extérieure étant raccordées frigorifiquement, les opérations de recherche des fuites, tirage au vide, et charge en fluide frigorigène seront effectuées avant la mise en route du climatiseur. Dans l'éventualité d'un raccordement avec des canalisations préchargées, le tirage au vide et la charge ne sont pas à réaliser.

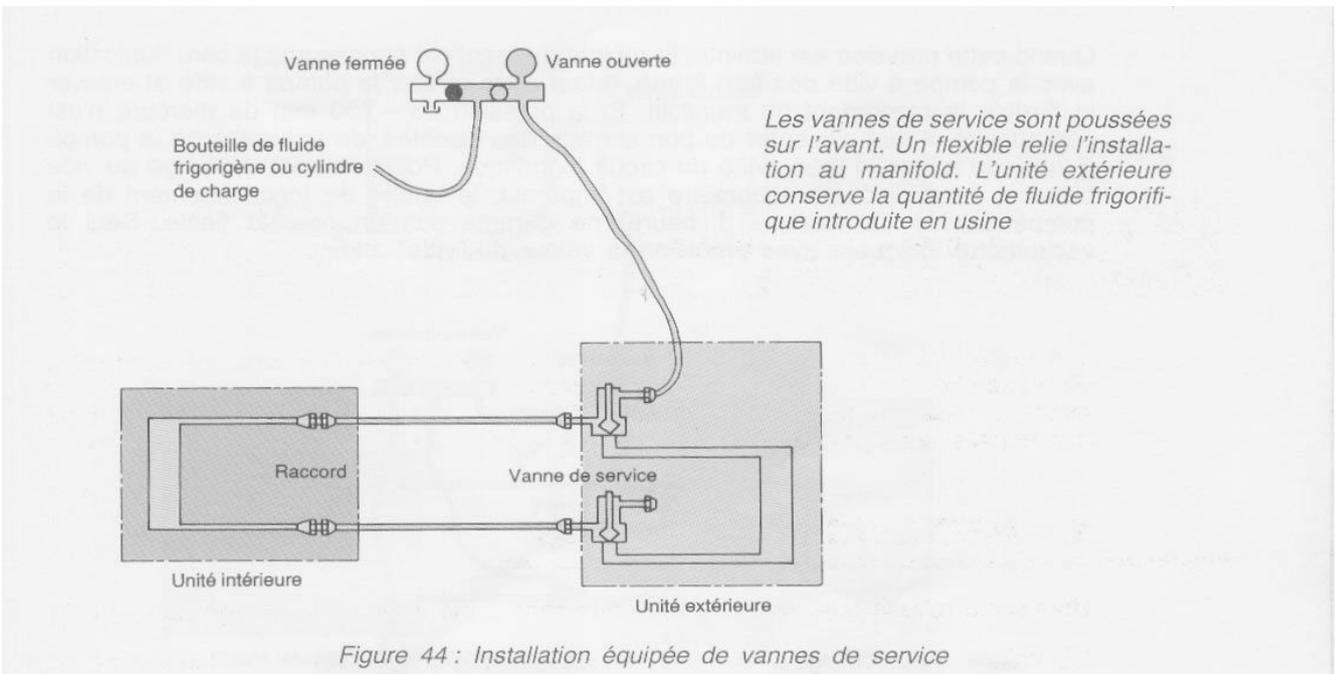
1- RECHERCHE DE FUITES

Un flexible relie la bouteille de fluide frigorigène ou le cylindre de charge au manifold.

L'installation est chargée, par l'intermédiaire du manifold, en fluide frigorigène en phase vapeur (figure 43 et 44) jusqu'à la pression régnant dans la bouteille de fluide frigorigène ou le cylindre de charge. La recherche de fuites doit être faite sur tous les raccordements réalisés par l'installateur. La vitesse de passage du détecteur est de 1 cm par seconde.

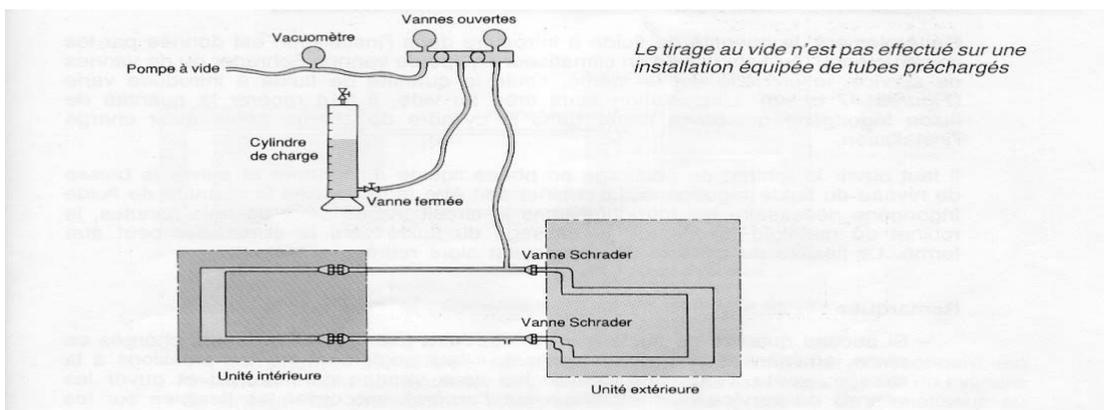
Si la lampe haloïde ou le détecteur électronique sont inutilisables, l'aérosol contenant de l'eau savonneuse sera employée. Si une fuite est détectée, le fluide injecté est récupéré. Le raccord peut alors être démonté et vérifié. Après sa remise en place, une nouvelle recherche de fuites est effectuée. L'opération terminée, le fluide frigorigène est récupéré.





2. TIRAGE AU VIDE

Le climatiseur purgé du fluide frigorigène introduit précédemment est « tiré au vide » la pompe à vide et la bouteille de charge sont raccordées comme indiqué figure 45 et 46. en raccordant ainsi la bouteille de charge, le flexible d'alimentation est aussi tiré au vide ce qui limite les éventuels problèmes. Le vacuomètre est installé entre le manifold et la pompe à vide . il faut amener la pression dans l'installation jusqu'à 23 mbar éventuellement introduite dans le circuit.



Quand cette pression est atteinte, le robinet du manifold qui assurait communication avec la pompe à vide doit être fermé. Il faut alors arrêter la pompe à vide et enlever le flexible la raccordant au manifold. Si la pression de - 730 mm de mercure n'est pas atteinte, il faut s'assurer du bon serrage des flexibles, de la qualité de la pompe

à vide, de la bonne étanchéité du circuit frigorifique. Pour effectuer un tirage au vide efficace, l'emploi d'un vacuomètre est impératif, le temps de fonctionnement de la pompe à vide (2 heures... 1 heure) ne garantit pas un résultat faible. seul le vacuomètre indiquera avec précision la valeur du « vide » atteint.

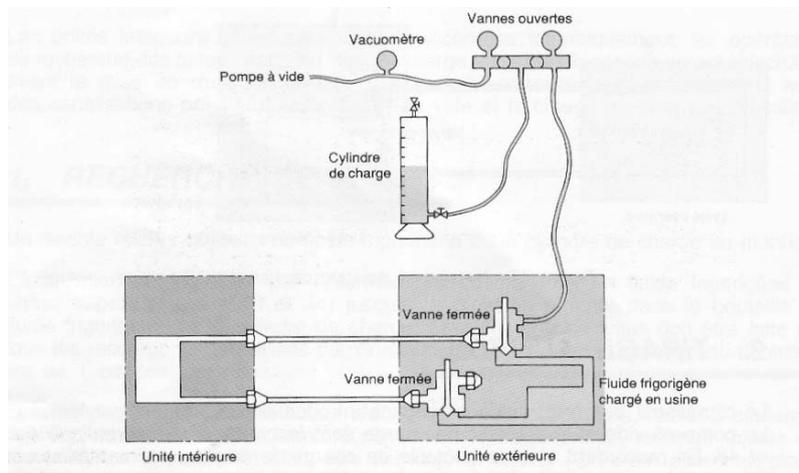


Figure 46 : climatiseur équipé de vannes de service

3. CHARGE EN FLUIDE FRIGORIGENE

Généralement, la quantité de fluide à introduire dans l'installation est donnée par les constructeurs. Qu'il s'agit d'un climatiseur équipé de vannes Schrader ou de vannes de service, le procédé est le même, seule la quantité de fluide à introduire varie (figure 47 et 48). L'installation étant tirée au vide, il faut repérer la quantité de fluide frigorigène qui devra rester dans le cylindre de charge après avoir chargé l'installation.

Il faut ouvrir le robinet de soutirage en phase liquide du cylindre et suivre la baisse de niveau du fluide frigorigène. Le robinet doit être fermé quand la quantité de fluide frigorigène nécessaire est introduite dans le circuit. Après deux ou trois minutes, le robinet du manifold favorisant le passage du fluide vers le climatiseur peut être fermé. Le flexible du cylindre de charge est alors retiré.

Remarque :

- si aucune quantité de fluide n'est à introduire(cas des climatiseurs chargés en usine, équipés de vannes de service), il faut seulement lire les pressions à la mise en route. Pour cela, fermer les deux vannes du manifold et ouvrir les vannes de service(vannes tirées sur l'arrière), raccorder les flexibles sur les vannes de service, ouvrir d'un quart de tour les vannes de service sur l'avant, purger le second flexible. Le climatiseur peut alors fonctionner ;

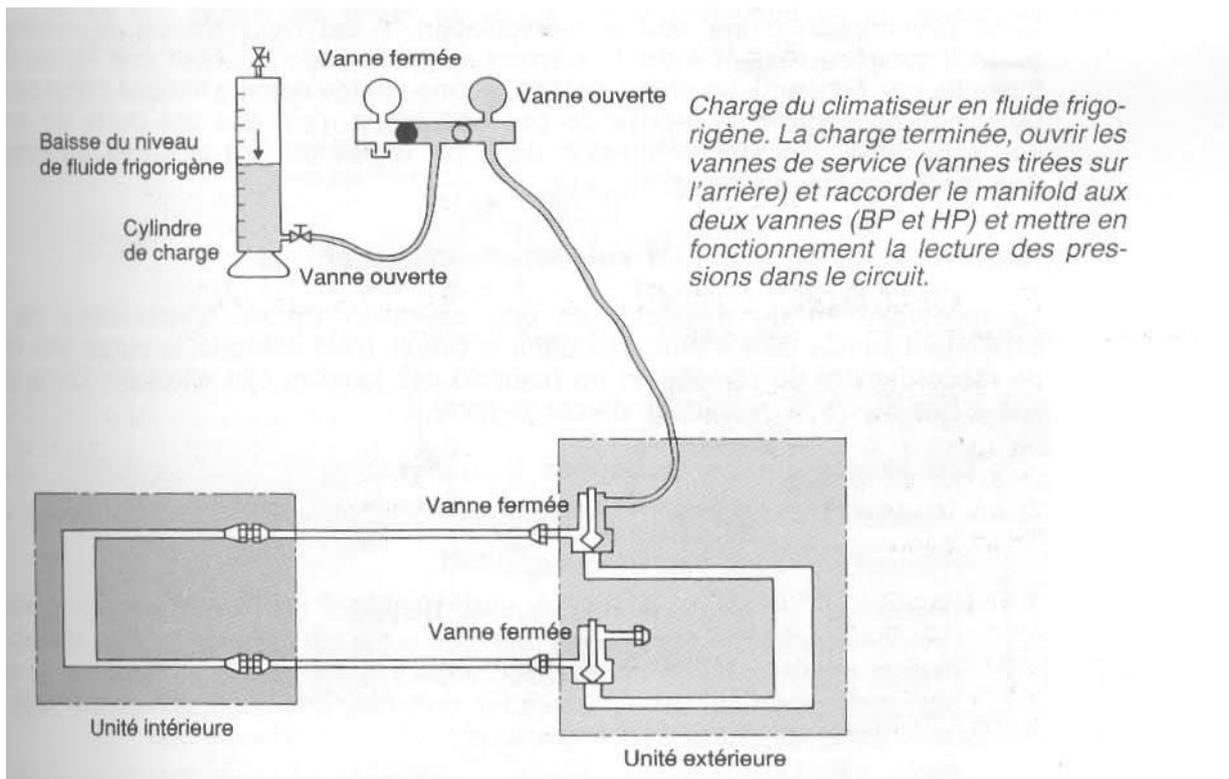
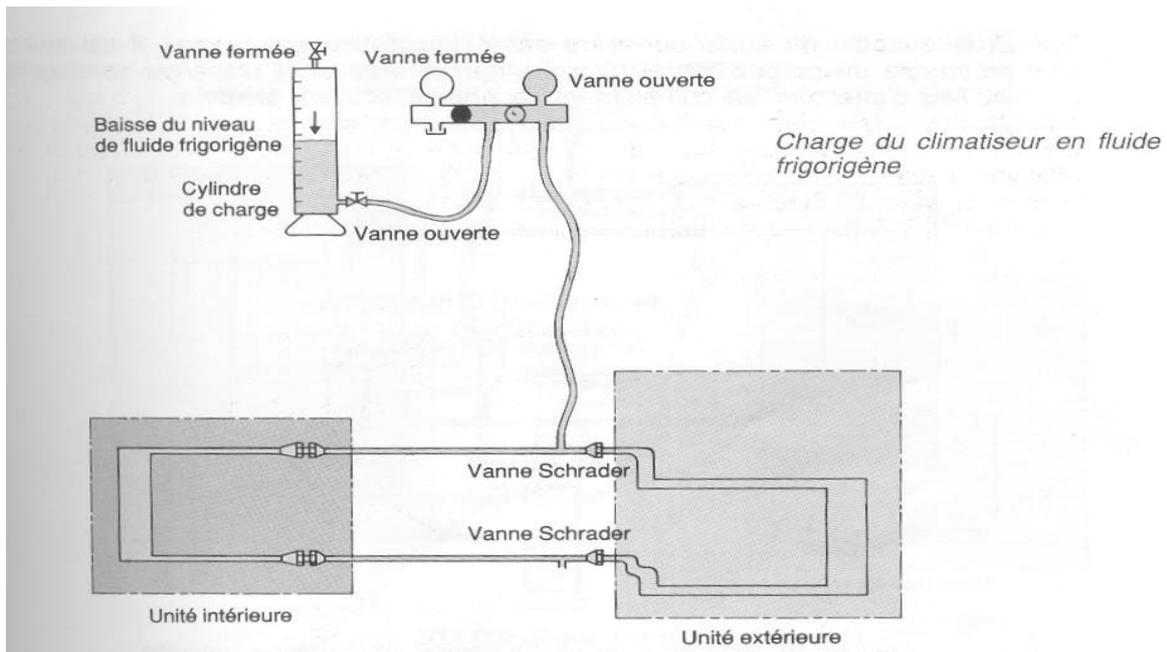


Figure 47 : climatiseur équipé de vannes schrader

• un complément de charge en phase vapeur, du climatiseur fonctionnant est courante, il suffit de raccorder la vanne de soutirage en phase vapeur du cylindre de charge au manifold et la canalisation basse pression du climatiseur au manifold (

figure 49) pour purger les flexibles les dévisser légèrement des orifices, laisser échapper un peu de fluide frigorigène et les resserrer.

• si la quantité de fluide contenue dans l'installation est connue, il est souvent préférable de purger l'installation, la tirer au vide et la recharger correctement au lieu d'effectuer un complément de charge souvent aléatoire.

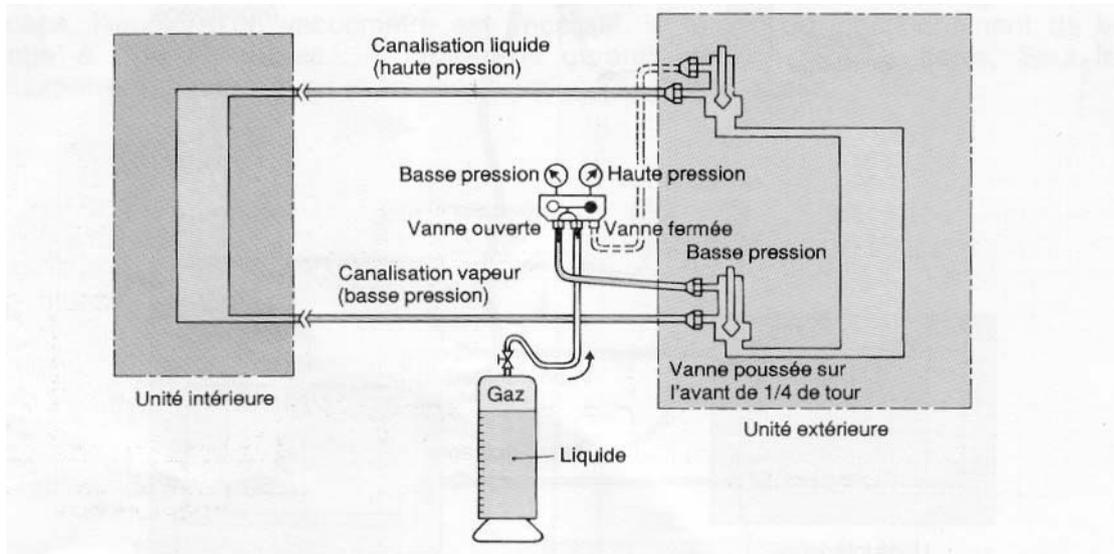


Figure 49 : recharge en phase vapeur, climatiseur en marche

Dans l'éventualité d'une fausse manipulation, il est recommandé de récupérer le fluide frigorigène restant dans le climatiseur et de recommencer une recherche des fuites (le cas échéant), un tirage au vide, et une charge comme indiqué précédemment. Le temps consacré à la reprise de ces opérations n'est pas une perte de temps, il est la garantie d'un travail effectué dans les règles de l'art assurant au client final une meilleure fiabilité du climatiseur.

Raccordement du manifold sur un climatiseur chargé

Raccordement du manifold est une opération simple. L'installateur ne devra cependant jamais faire entrer d'air dans le circuit, c'est pourquoi la purge des flexibles de raccordement du climatiseur au manifold doit toujours être effectuée. Dans tous les cas il faut suivre la procédure décrite ci-après :

Climatiseur «équipé de vannes schrader :

- arrêter le climatiseur ;
- fermer les deux vannes du manifold ;
- raccorder les flexibles des vannes Schrader du climatiseur au manifold, le manomètre haute pression est raccordé sur la canalisation vapeur. Pendant cette opération, le serrage du flexible sur la vanne Schrader doit être effectué rapidement pour éviter une perte de fluide trop importante ;
- ouvrir et refermer rapidement les vannes du manifold, l'air contenu dans les flexibles est évacué par l'orifice central du manifold, la purge des flexibles est alors effectuée (figure 50)
- le manifold est raccordé
- pour le démontage procéder de façon inverse, le desserrage du flexible sera lui aussi effectué rapidement ;

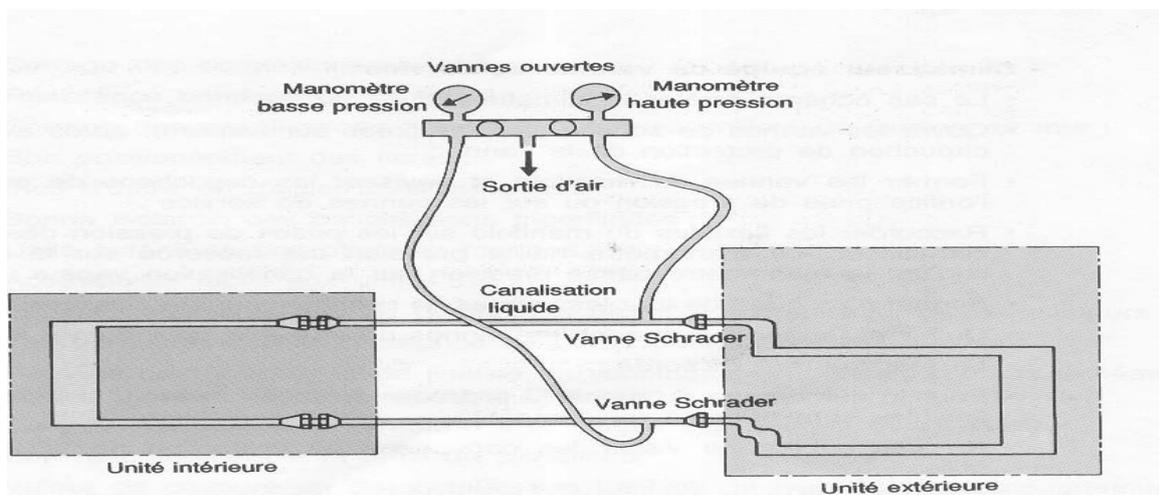


Figure 50 : puge des flexibles du manifold

● ne pas oublier de visser le capuchon de protection de la vanne Schrader après la charge .

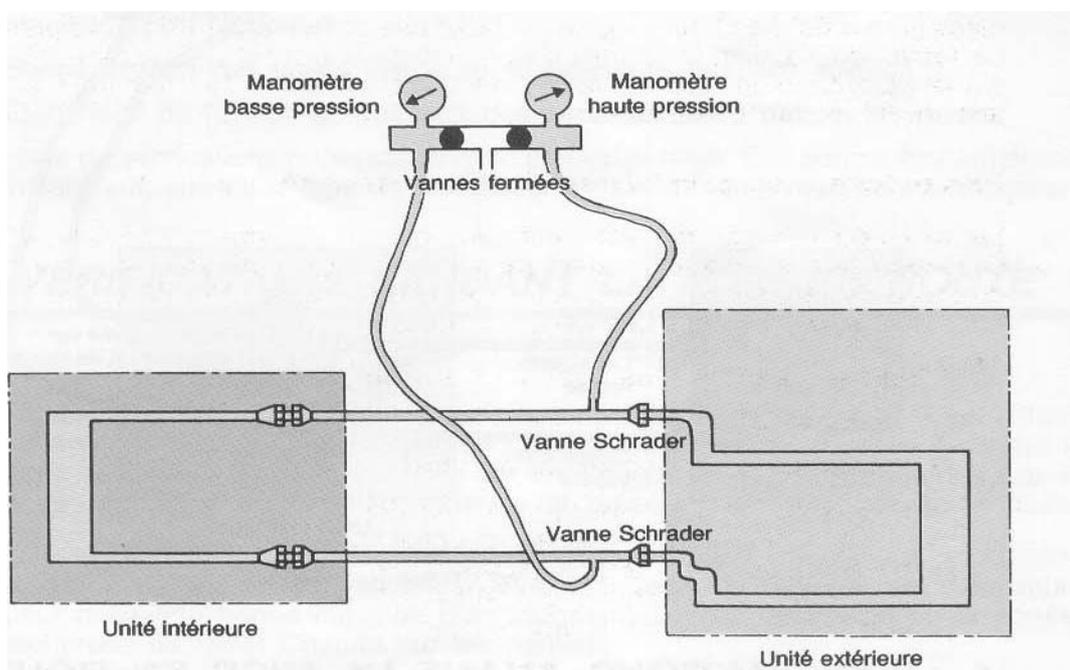
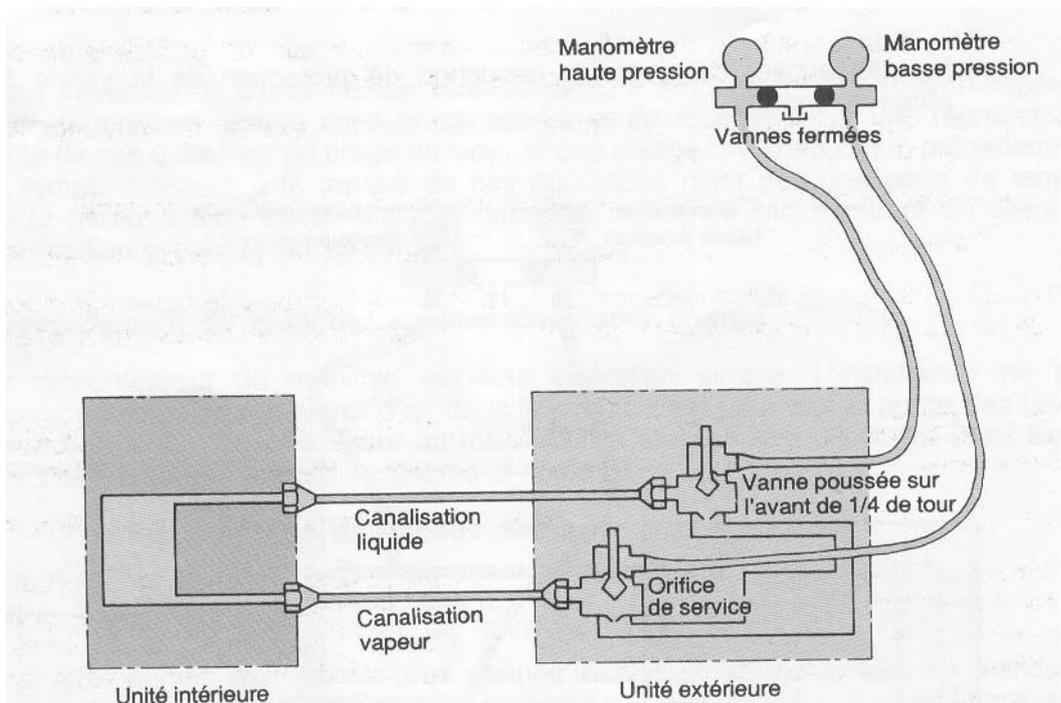


figure 51 : prise de pression

Climatiseur équipé de vannes de service :

- le cas échéant arrêter le climatiseur ;
- ouvrir les vannes de services (vannes tirées sur l'arrière) , après avoir retiré le capuchon de protection de la vanne ;

- fermer les vannes du manifold et dévisser les capuchons de protection de l'orifice prise de pression ou sur les vannes de service ;
- raccorder les flexibles du manifold sur les prises de pression des vannes du climatiseur. Le manomètre haute pression est raccordé sur la canalisation liquide, le manomètre basse pression sur la canalisation vapeur ;
- fermer d'un quart de tour les vannes de services (vannes poussées sur l'avant) ;
- ouvrir et fermer rapidement les vannes du manifold pour purger les flexibles ;
- le manifold est raccordé ;
- pour le démontage du manifold de façon inverse, le desserrage des flexibles sera effectué rapidement ;
- ne pas oublier de visser les capuchons de protection de la vanne après utilisation ;
- en fonctionnement, les vannes de service sont toujours ouvertes (vannes tirées sur l'arrière)



4. VERIFICATION AVANT LA MISE EN ROUTE

Le climatiseur étant raccordé et chargé, la mise en route peut être effectuée . Cependant, il est préférable de vérifier une dernière fois certains points

- maniement aisé des déflecteurs d'air sur les unités intérieures ;
- arrivée d'eau de ville sur les consoles à eau , bon écoulement de l'eau à l'égout, non présence de fuites ;
- serrage des connexions électriques ;
- résistance ohmique de l'appareil ;
- serrage des canalisations frigorifiques sur les colliers de fixation au mur ;
- bon positionnement des filtres ;
- plus d'outils ou d'objet dans les unités ;



- bonne isolation des canalisations frigorifiques ;
- unité extérieure non obstruée (cartons....) ;
- accessibilité facile aux unités ;
- espaces suffisants pour le démarrage des tôles d'habillage, des ventilateurs ;
- fonctionnement de la résistance de carter (installation sous tension) ;
- réglage des turbines et de l'hélice du ventilateur condenseur. Le cas échéant, vérifier qu'elles tournent librement à la main ;
- tension d'alimentation conforme à la plaque signalétique du climatiseur ;
- bon raccordement à la terre du climatiseur ;
- valeur de coupure du disjoncteur, des fusibles de types AM (accompagnement moteur)
- tension des piles de l'émetteur de la télécommande à distance
- bon écoulement de l'eau de bac de condensat
- bon positionnement des vannes de services (poussées un 1/4 de tour sur l'avant le manifold étant à la corbeille ;
- bonne fixation des unités intérieures et extérieures (stabilité, niveau)

cette liste de vérifications nécessaires n'est pas exhaustive . elle pourra être améliorée par l'installateur, suivant type de climatiseur installé et son niveau de sophistication.

5- VERIFICATIONS PENDANT LA MISE EN ROUTE

les vérifications préliminaires étant effectuées, la mise en route peut débuter.

L'interrupteur du coffret de régulation est mis en position « ON » (marche). Il est difficile de donner une chronologie des vérifications à effectuer, d'une manière générale le technicien teste toutes les possibilités de commandes et régulation offertes par le coffret de régulation ou la télécommande et procède aux vérifications énoncées ci-après :

- vérification de vitesse du ventilateur . procéder alors au réglage des déflecteurs pour avoir une bonne diffusion d'air (augmentation ou diminution de la portée recherche de l'effet Coanda sur les parois) ;
- sens de rotation des ventilateurs ;
- bonne diffusion de l'air ;
- bon fonctionnement du contrôle de température. En modifiant le point de consigne du thermostat, vérifier l'enclenchement et la coupure du compresseur (attention aux systèmes temporisés au démarrage) ;
- bon fonctionnement des possibilités offertes par la régulation (régime de nuit, horloge....)
- organes de régulation de pression de condensation ;
- bonne inversion de cycle et si possibles la bonne régulation du processus de dégivrage ;
- pour les armoires de climatisation, tension et alignement des courroies, étanchéité des gaines ;
- vibrations ou bruits dans les unités intérieures et extérieures
- intensité absorbée ;

- performances : en refroidissement, après 15 à 30 minutes de fonctionnements l'écart de températures sur l'air doit être de 8 à 12 °C, en chauffage (mode réversible) il doit être de 15 à 20 °C ;
- Charge en fluide. Elle est visualisée par la lecture des pressions sur les manomètres.

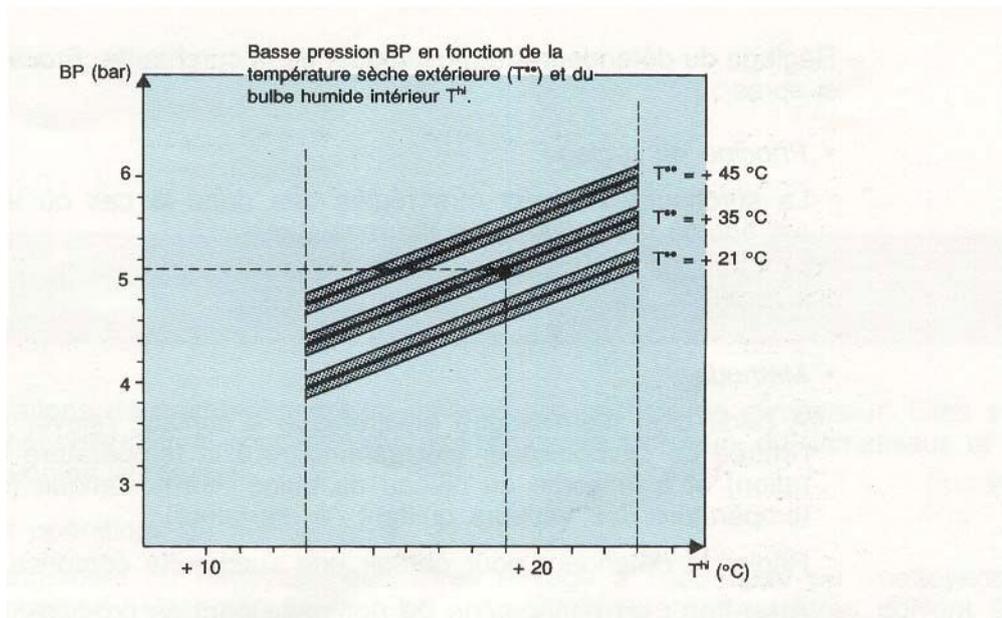


Figure 54 valeurs moyennes des basses pressions de référence (document AIRWELL)

D'une manière générale, retenons que :

- pour une augmentation de la température intérieure, la haute pression et la basse pression augmentent ;
- pour une diminution de la température intérieure, la haute pression et la basse pression diminuent ;
- pour une augmentation de la température extérieure, la haute pression et la basse pression augmentent ;
- pour une diminution de la température extérieure, la haute pression et la basse pression diminuent ;
- une pression de refoulement trop basse signifiera un manque de charge ;
- une pression de refoulement trop élevée indiquera un excès de charge .

une recharge en fluide frigorigène sera nécessaire si un manque de réfrigérant est constaté.

• **un excès de la charge entraîne :**

- des pressions de condensation exagérées,
- des températures de refoulement exagérées avec, pour conséquence, la défaillance des clapets,
- la diminution de la puissance fournie,
- le déclenchement du pressostat haute pression ou des relais thermique,
- la surchauffe du moteur électrique.

• **un manque de charge provoque :**



- une diminution de la puissance récupérée à l'évaporateur,
- une surchauffe exagérée,
- la mise hors d'état du moteur du compresseur hermitique ou semmi-hermitique car celui-ci n'est plus assez refroidi par les vapeurs venant de l'évaporateur.
- Une pression d'évaporation faible, une prise en glace (grive) de l'évaporateur.
- Réglage du détendeur thermostatique, de la surchauffe. procéder comme indiqué ci-après :

● principe du réglage

La surchauffe ne peut être réglée que dans le cas où le circuit frigorifique est équipé d'un détendeur thermostatique.

Le réglage se fait après la charge en fluide frigorigène du circuit frigorifique. Contrôler la charge avec le voyant liquide.

● Méthode

A l'aide d'un thermomètre électronique à contact, relever les températures à l'entrée de l'évaporateur (correspondant à la température constante d'évaporation) et à la sortie au niveau du bulbe thermostatique (correspondant à la température des vapeurs quittant l'évaporateur) ;

Régler le détendeur pour obtenir une surchauffe comprise entre 5 et 7°C.

ATTENTION : un phénomène de pompage peut se produire. Il se manifeste par de faibles quantités de liquide envoyées par intermittence dans la conduite d'aspiration. Il en résulte des risques pour le compresseur. Il faut donc observer la température de sortie de l'évaporateur pendant 5 à 10 minutes pour être certain qu'elle ne varie pas. Si le pompage se manifeste (la température baisse rapidement et remonte aussitôt), il faut légèrement la surchauffe jusqu'à l'obtention de la stabilité, donc fermer légèrement le détendeur.



ELEMENT :

| OPERATIONS | QUALIF | TEMPS ALL. | PERIODICITE | | | | | | |
|------------|--------|------------|-------------|---|---|---|---|---|--|
| | | | J | H | M | T | S | A | |
| ENTRETIEN | | | | | | | | | |



P . E . P S T A N D A R D

ELEMENT :

| OPERATIONS | QUALIF | TEMPS ALL. | PERIODICITE | | | | | | |
|----------------------|--------|------------|-------------|---|---|---|---|---|--|
| | | | J | H | M | T | S | A | |
| CONTROLES ET RELEVES | | | | | | | | | |



Module n°-10 :

CLIMATISATION A DETENTE DIRECTE

GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES



TP 1 : INTITULÉ DU TP : SCHÉMAS ÉLECTRIQUES NÉCESSAIRES POUR LA RÉALISATION DU MONTAGE

1.1. Objectif(s) visé(s) :

- le stagiaires doit établir sur feuille de dessin format A4 un schéma électrique normalisé prévu pour la réalisation du montage d'un système à détente directe

1.2. Durée du TP

La durée de cette difficulté est de 3h

1.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

- a) Equipement
 - Néant
- b) Matière d'œuvre :
 - Crayon, feuille, Règle graduée, compas. Gomme.

1.4. Description du TP :

Sur une feuille de dessin format A4 demandez aux stagiaires d'établir un schéma électrique normalisé prévu pour le montage du système à détente directe

1.5. Déroulement du TP

Ce TP se déroule dans une salle de cours ou dans l'atelier, cette opération doit être individuelle



TP 2 : INTITULÉ DU TP : MONTAGE D'UN ÉVAPORATEUR À AIR FORCÉ SUR NICHE PÉDAGOGIQUE

2.1. Objectif(s) visé(s) :

- Le stagiaire doit être capable de fixer un évaporateur à air forcé

2.2. Durée du TP:

- La durée de cette difficulté est de 2h

2.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Evaporateur à air forcé
- Châssis métallique pour fixation
- Chignole , mètre à ruban, caisse à outils, niveau à bulle d'air

b) Matière d'œuvre :

- Forêt à béton Ø 8 mm
- Cheville en plastique Ø 8mm

2.4. Description du TP :

Sur îlot pédagogique ou niche de montage demandé aux stagiaires de fixer l'évaporateur à air forcé sur châssis métallique déjà usiné.

2.5. Déroulement du TP

Ce TP se déroulera dans l'atelier avec un maximum de 3 stagiaires par équipe



TP 3 : INTITULÉ DU TP : FIXATION DU GROUPE FRIGORIFIQUE

3.1. Objectif(s) visé(s) :

- Le stagiaire doit être capable de fixer sur socle le groupe frigorifique destiné pour la réalisation du circuit frigorifique.

3.2. Durée du TP:

La durée de cette difficulté est de 2h

3.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Équipement :

- Groupe frigorifique à air forcé
- Caisse à outils
- Chignole niveau à bulle d'air, cilynbloc de fixation pour amortir la vibration

a) Matière d'œuvre :

- Forêt à béton Ø 8 mm
- Cheville en plastique Ø 8 mm

3.4. Description du TP :

Sur îlot pédagogique ou niche de montage demandé aux stagiaires de fixer le groupe frigorifique à air forcé sur châssis métallique ou sur socle.

3.5. Déroulement du TP

Cet TP se déroulera dans l'atelier maximum 3 stagiaires par groupe



TP 4 : INTITULÉ DU TP : RACCORDEMENT DE LA TUYAUTERIE D'ASPIRATION AU COMPRESSEUR FRIGORIFIQUE

5.1. Objectif(s) visé(s) :

- Le stagiaire doit être capable de raccorder la ligne d'aspiration d'un circuit frigorifique.

5.2. Durée du TP:

La durée de cette difficulté est de 2h

5.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Dugéonnière, coupe tube, Cintreuse, appropriée poste oxyacétilinique

b) Matière d'œuvre :

- baguette d'argent, poudre décapant
- tube de cuivre adapté au diamètre de la ligne d'aspiration du compresseur frigorifique, écrous flare appropriés.

5.4. Description du TP :

Sur îlot pédagogique ou niche de montage demandez aux stagiaires de relier la sortie de l'évaporateur déjà fixé (voir TP4) à l'aspiration du compresseur frigorifique en respectant la pente pour favoriser le retour d'huile ainsi le siphonnage de tube cuivre juste à la sortie de l'évaporateur

5.5. Déroulement du TP

Ce TP se déroulera dans l'atelier avec une équipe de stagiaires maximum.



III . TP 5 : intitulé du TP : Découvert de système

III.1. Objectif(s) visé(s) :

- Le stagiaire doit découvrir lui même le système à détente directe (Monobloc et Split système)

III.2. Durée du TP:

La durée de cette difficulté est de 16h

III.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Climatiseur monobloc
- Climatiseur Split système
- Multimètre
- **thermomètre électronique**

b) Matière d'œuvre :

- Papier, crayon
- Catalogue

III.4. Description du TP :

Le stagiaire doit opérer au plusieurs étapes qui lui permette d'appréhender et de connaître dans le petit détail ces installations. Il doit faire :

- 1) Relevé technique détaillé de tous les éléments qui les composent
- 2) **Schémas** (le stagiaire doit établir un schémas de principe (aéraulique , hydraulique , frigorifique et électrique)
- 3) Notices de fonctionnement
- 4) promettre de fonctionnement (une fiche de mise en service stipulera tous les réglages et valeurs de mesure obtenues dans le courbe d'un fonctionnement optimal
- 5) programme d'entretien (un programme d'entretien préventif sera «étudier pour chacun des installations)

III.5. Déroulement du TP

- Dans l'atelier
- Par équipes (trois stagiaires aux maximum)



TP 6 : INTITULÉ DU TP : RACCORDEMENT DE LA LIGNE LIQUIDE D'UNE INSTALLATION FRIGORIFIQUE À DÉTENTE DIRECTE

6-1. Objectif(s) visé(s) :

- Le stagiaire doit être capable de raccorder la ligne liquide d'une installation frigorifique à détente directe .

6.2. Durée du TP:

La durée de cette difficulté est de 3h

6.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

a) Equipement :

- Dudgeonnière, coupe tube, cintruses appropriés, chignole

b) Matière d'œuvre :

- tube de cuivre recuit approprié
- filtre déshydrateur, voyant de liquide, électrovanne
- chevies en plastique, collier consol, collier atlas.
- Forêt à béton 8 mm, écrous flares appropriés

6.4. Description du TP :

Sur îlot pédagogique au niche de montage demandez aux stagiaires de raccorder le filtre de déshydrateur voyant de liquide et l'électrovanne sur la ligne liquide de l'installation frigorifique.

6.5. Déroulement du TP

- dans l'atelier
- deux stagiaires par équipe



7- TP 7 : intitulé du TP : Raccordement du pressostat mixte de sécurité (HP,BP) ainsi que le pressostat BP de régulation.

7.1. Objectif(s) visé(s) :

- le stagiaire doit être capable de raccorder les pressostats (sécurité et régulation) au compresseur frigorifique

7.2. Durée du TP:

La durée de cette difficulté est de 2h

7.3. Matériel (Équipement et matière d'œuvre) par équipe :

b) Equipement :

- Dudgeonnière, Coupe tube, Cintreuse ¼, poste O.A

c) Matière d'œuvre :

- Tube de Cuivre ¼ recuit
- Erous flares pour le raccordement

7.4. Description du TP :

Sur îlot pédagogique ou niche de montage demandez aux stagiaires de fixer les pressostats à côté du groupe frigorifique sur un niveau supérieur, puis les raccorder sur les raccords de prise de pression des vannes du compresseur frigorifique en respectant les normes de raccordement

7.5. Déroulement du TP

- Dans l'atelier
- Deux sagittaires par équipe



TP 8 : INTITULÉ DU TP : DIAGNOSTIQUER ET DEPANNER UNE INSTALLATION FRIGORIFIQUE A DETENTE DIRECTE

8-1. Objectif(s) visé(s) :

- le stagiaire être capable de dépanner et diagnostiquer une installation frigorifique à détente directe .

8.2. Equipements

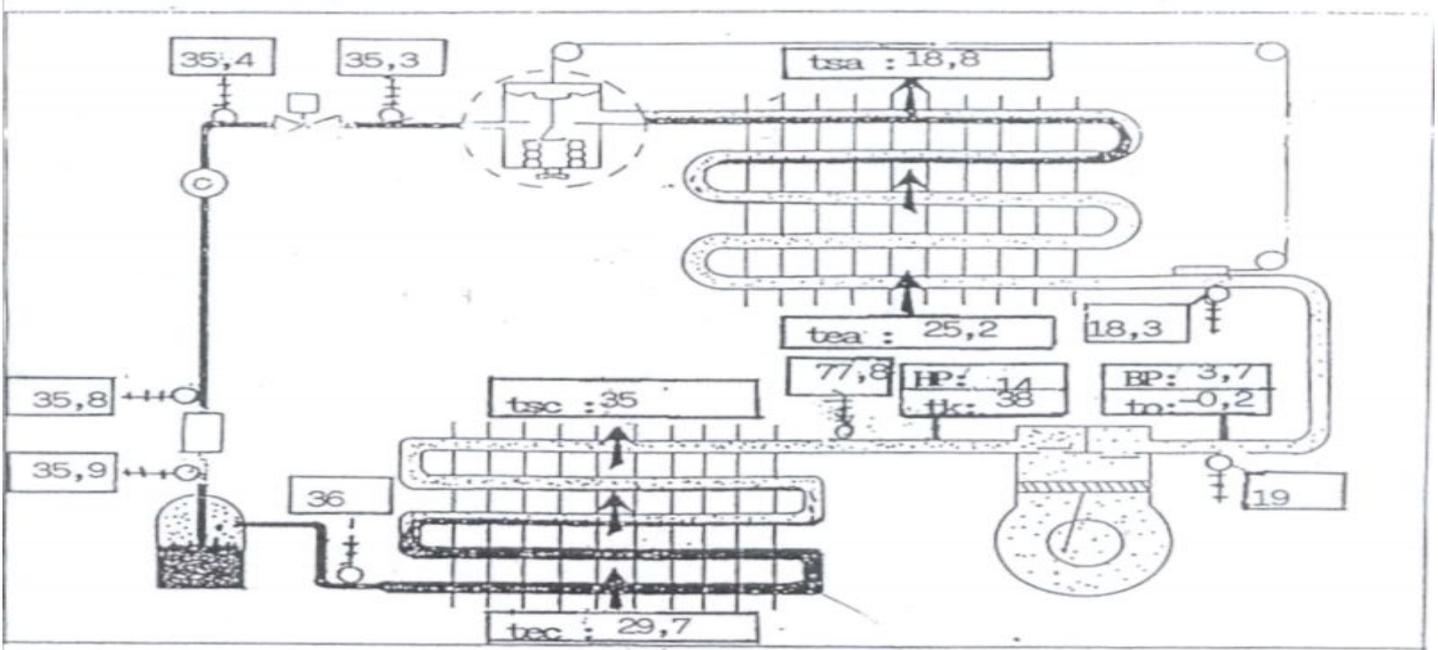
- matières d'œuvre
- fiche de relevé
- crayon

8.3. directive :

- donnez aux stagiaires la fiche du relevé destinés pour faire les opérations de dépannages et de diagnostics
- le stagiaire doit procéder aux opérations suivantes :
 - analyser la relevée
 - Diagnostiquer
 - Dépanner



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



INTENSITES comp. : A, Vent . cond. . : A, Vent. Evap. :
A

SYMPTOMES CONSTANTE .

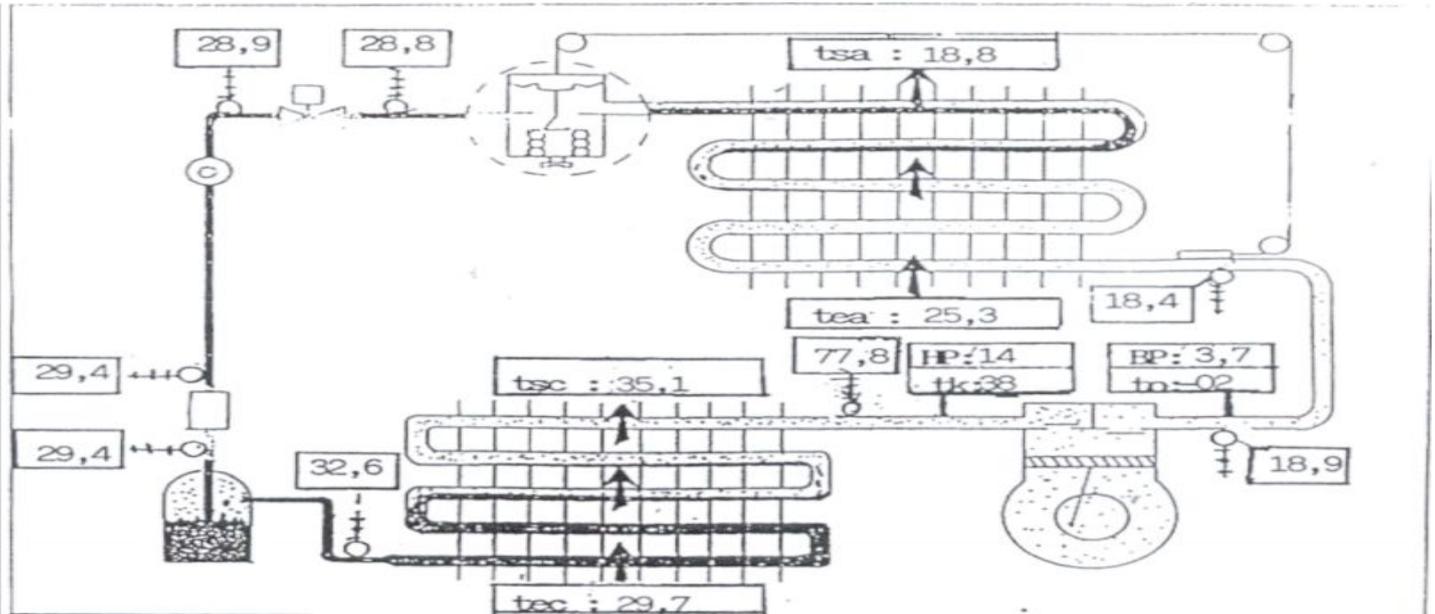
| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|----|------------------------|----|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe | = | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | °C | | |

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|----|-----------------------|---------------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) | = | °C | ΔT bouteille = °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy | = °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag. | = °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa | = °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec | = °C |
| | ΔT total (tk - tec) | = | °C | |

| | | | |
|--------------------------------|------------------|----|----------------|
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) | = | °C |
| Surchauffe | = | °C | |
| EVAPORATEUR | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | |
| | Total (tea - te) | = | °C |

INTENSITES comp. : A, Vent . cond. . : A, Vent. Evap. :

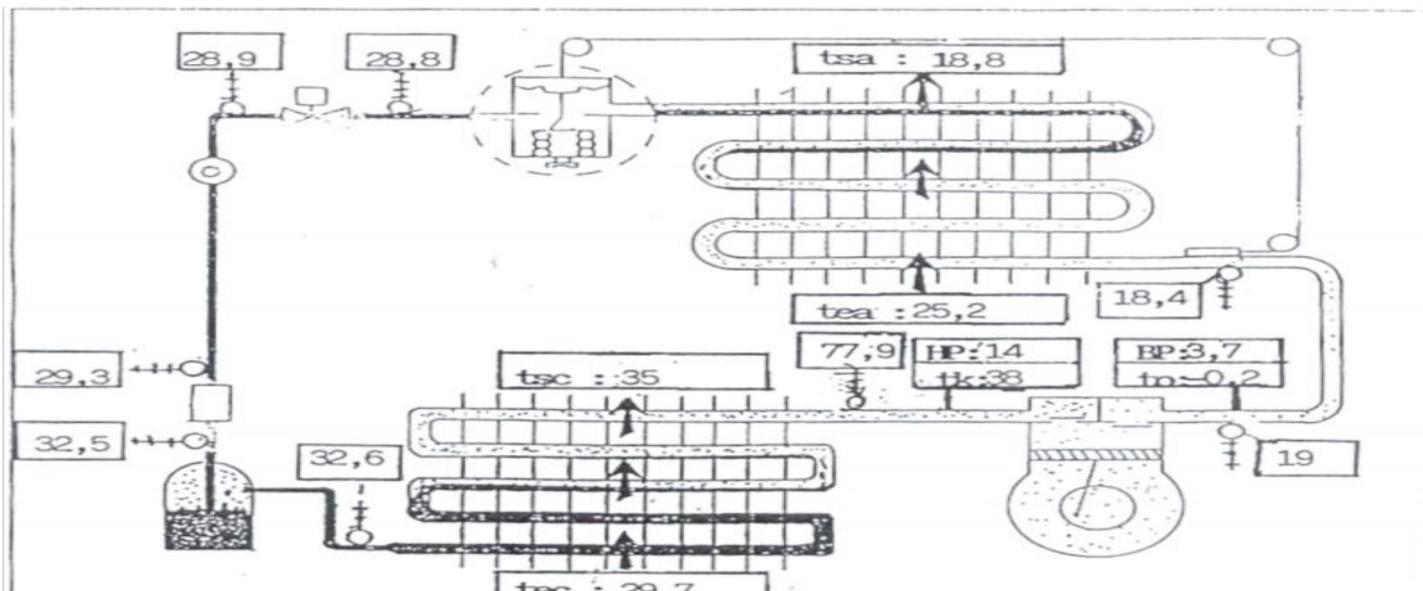
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|----|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | | ΔT total (tk - tec) = | °C | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe = | | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | | Total (tea - te) = | °C | |

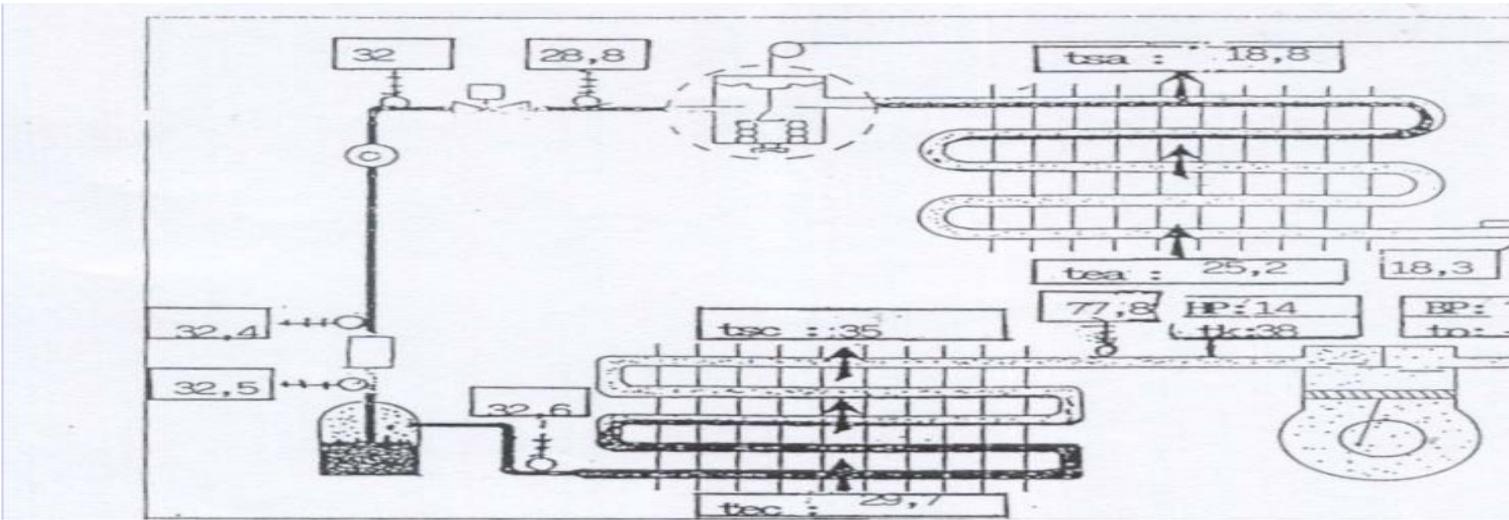
| | | |
|--------------------|---------------------|------------------|
| INTENSITES comp. : | A, Vent . cond. . : | A, Vent. Evap. : |
| A | | |

SYMPTOMES CONSTANTE .
DIAGNOSTIC .



PANNE .

FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|----|------------------------|----|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe = | | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | | | °C |



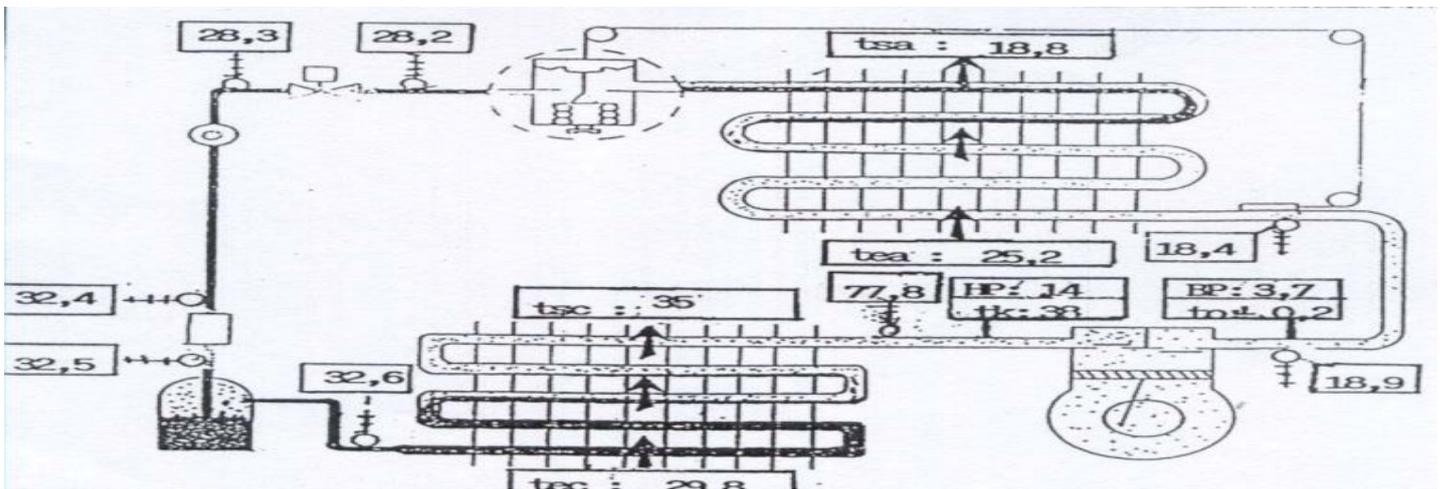
SYMPTOMES CONSTANTE .

| | | |
|-------------------------|---------------------|------------------|
| INTENSITES comp. : A | A, Vent . cond. . : | A, Vent. Evap. : |
|-------------------------|---------------------|------------------|

DIAGNOSTIC .

PANNE .

FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC





| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|----|---|------------|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy | = °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag. | = °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| | Surchauffe = | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | | | °C |

| | | |
|--------------------|---------------------|------------------|
| INTENSITES comp. : | A, Vent . cond. . : | A, Vent. Evap. : |
| A | | |

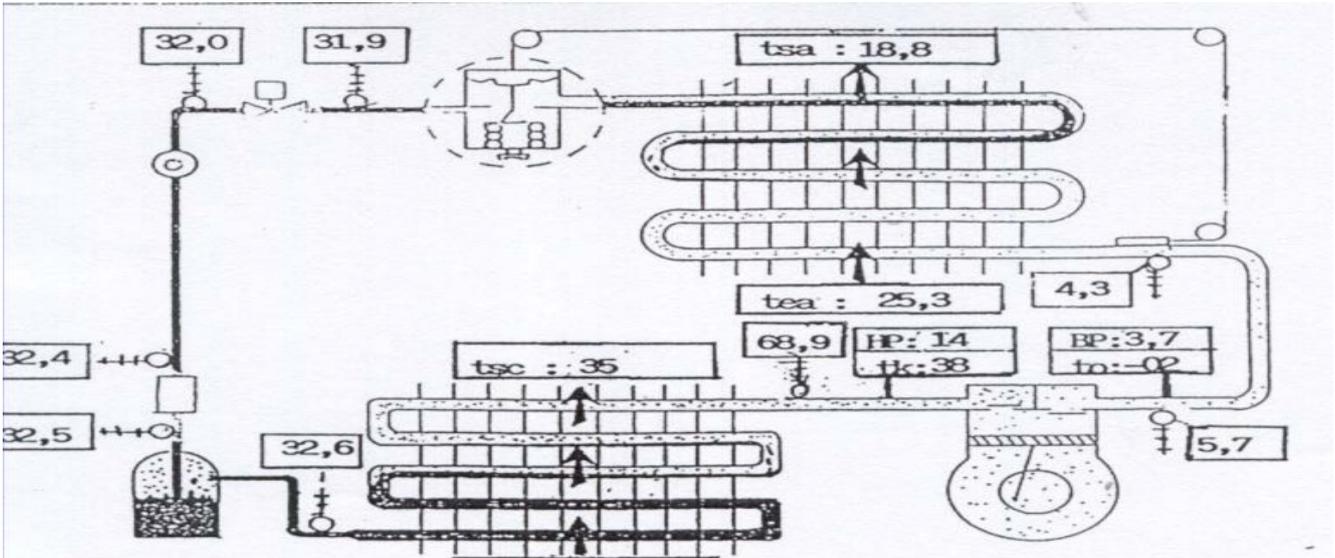
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

| |
|---------|
| PANNE . |
|---------|



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



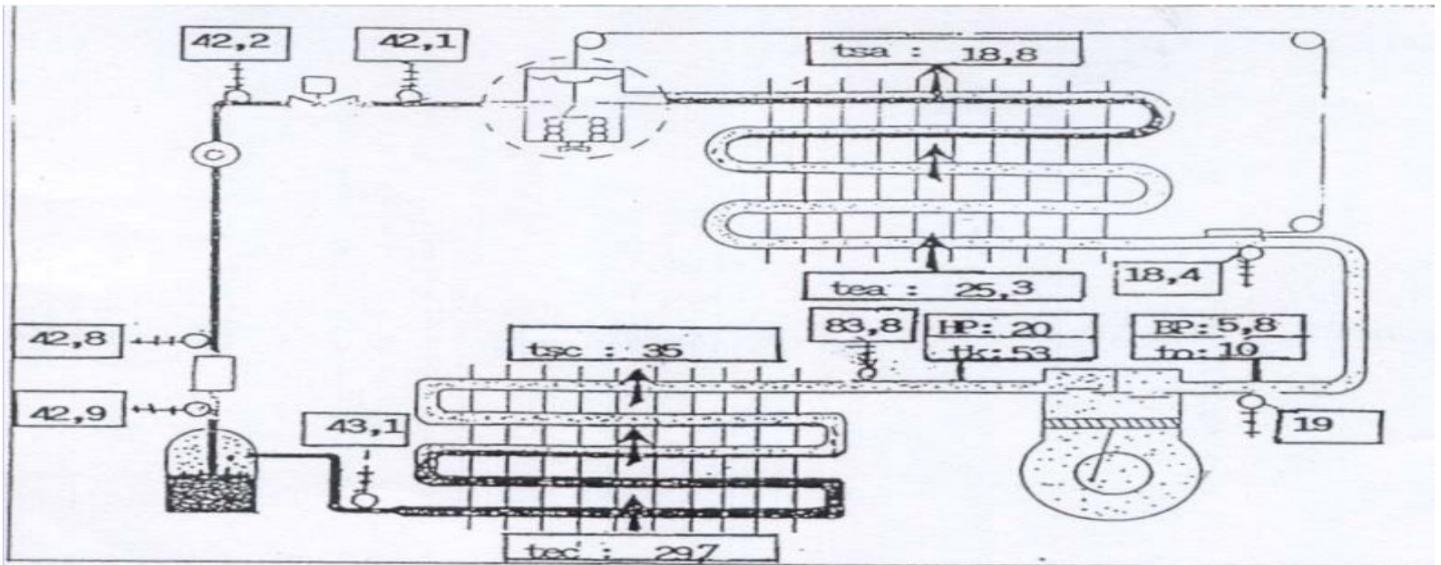
| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|---|------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy | = °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag. | = °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe | = | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | °C | | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. Evap. : |
| A | | | | |

SYMPTOMES CONSTANTE .
DIAGNOSTIC

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe | = | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | °C | | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. Evap. : |
| A | | | | |

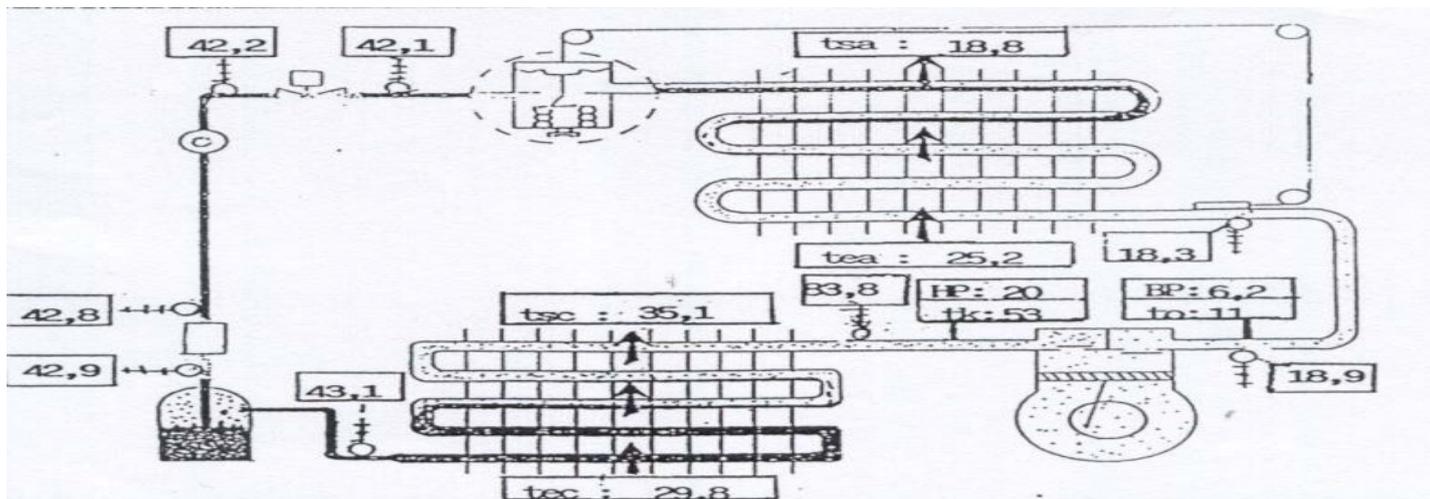
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe = | | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | °C | | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. Evap. : |
| A | | | | |

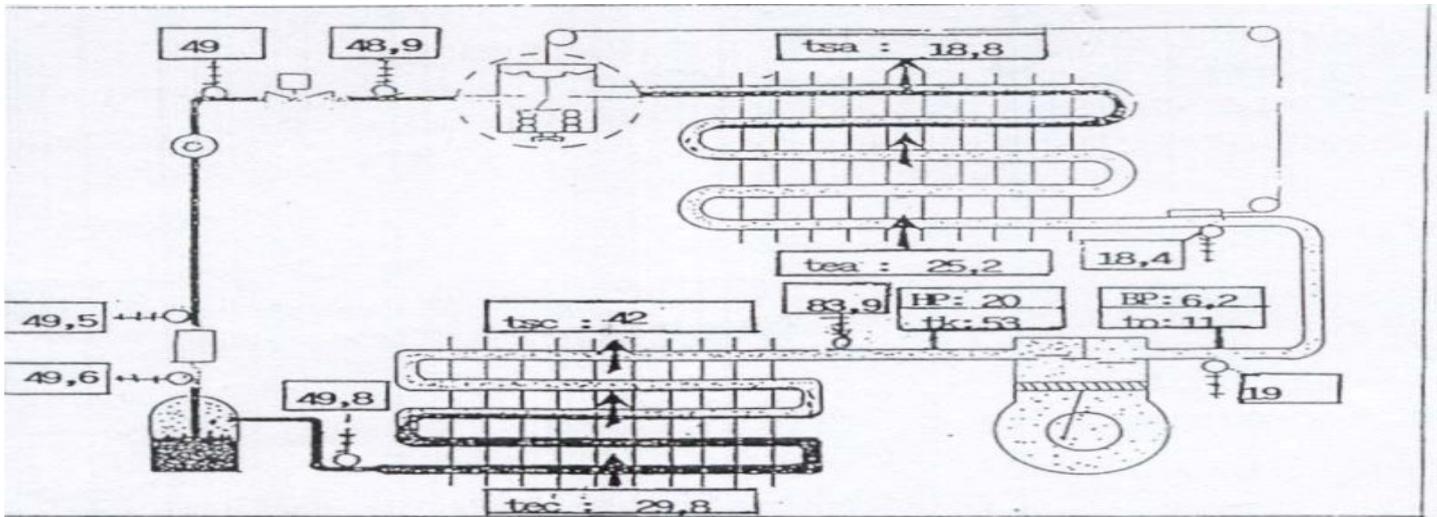
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | | ΔT total (tk - tec) = | °C | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| | | Surchauffe = | °C | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | | Total (tea - te) = | °C | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. Evap. : |
| A | | | | |

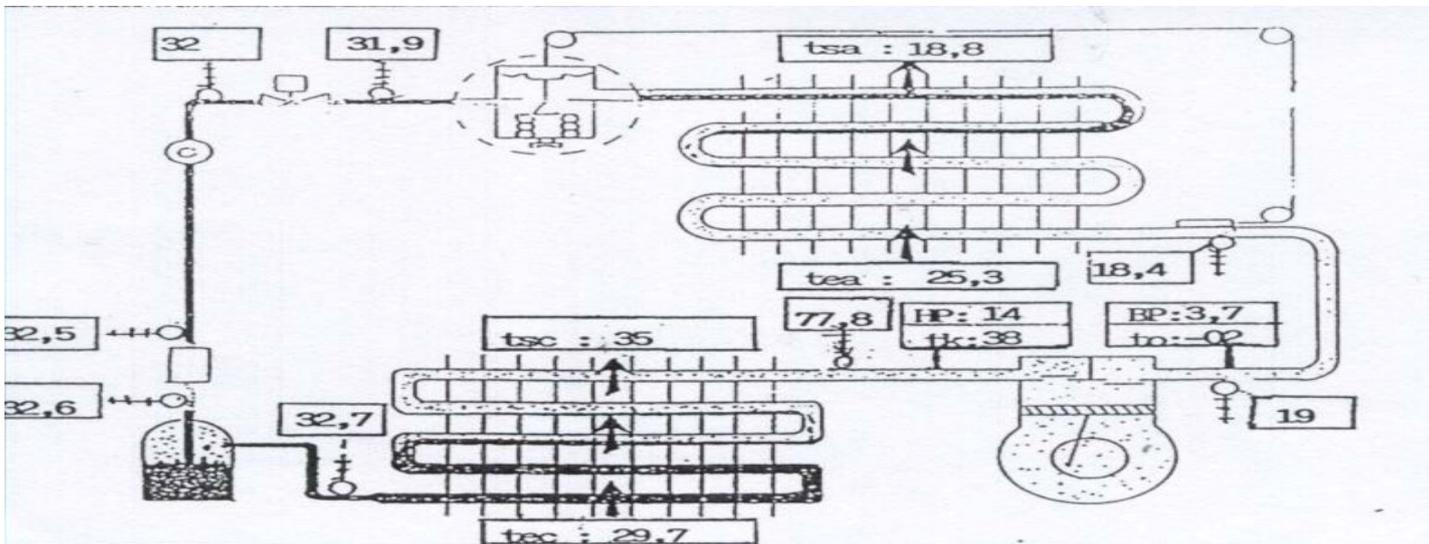
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



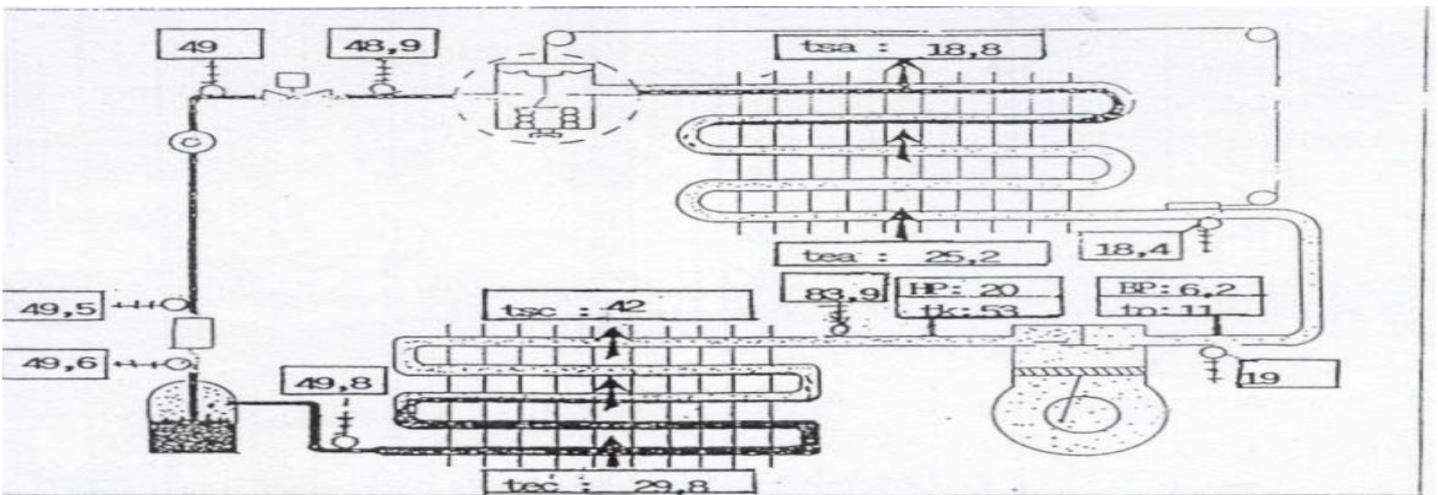
| | | | | |
|-----------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | | ΔT total (tk - tec) = | °C | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe = | | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | | Total (tea - te) = | °C | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. Evap. : |
| A | | | | |

SYMPTOMES CONSTANTE .
DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|------------------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe | = | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | °C | | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. Evap. : |
| A | | | | |

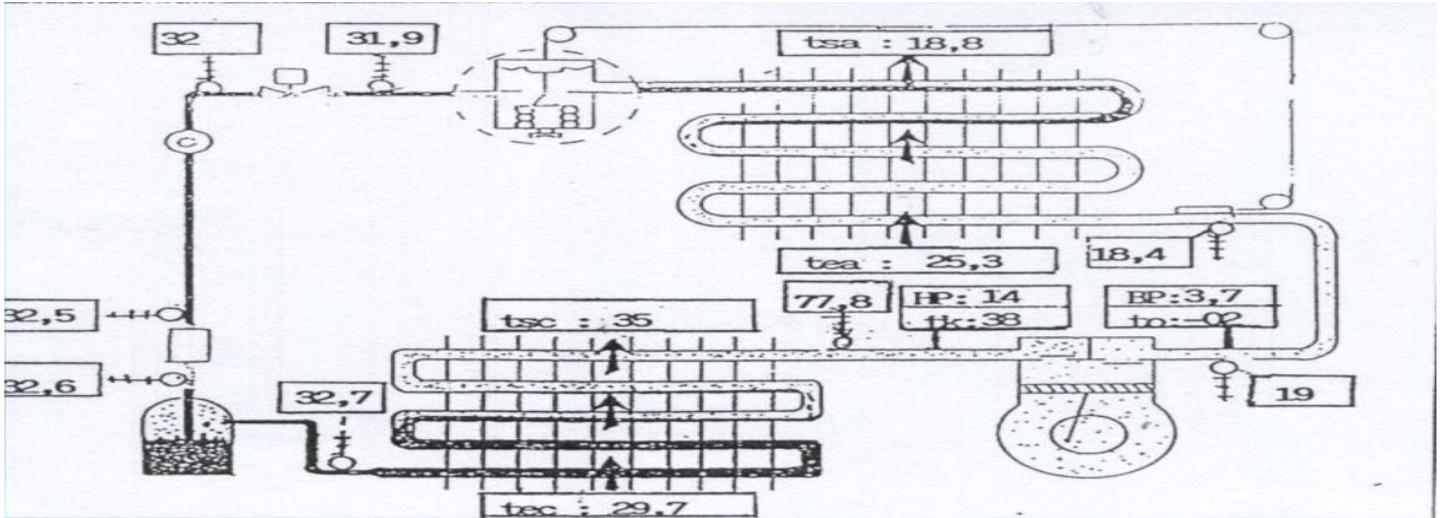
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|----|---|------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy | = °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag. | = °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |

| | | | |
|--------------------------------|----------------------|----|----------------|
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | |
| Surchauffe = | | °C | |
| EVAPORATEUR | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | |
| | Total (tea - te) = | °C | |

| | | |
|--------------------|---------------------|------------------|
| INTENSITES comp. : | A, Vent . cond. . : | A, Vent. Evap. : |
| A | | |

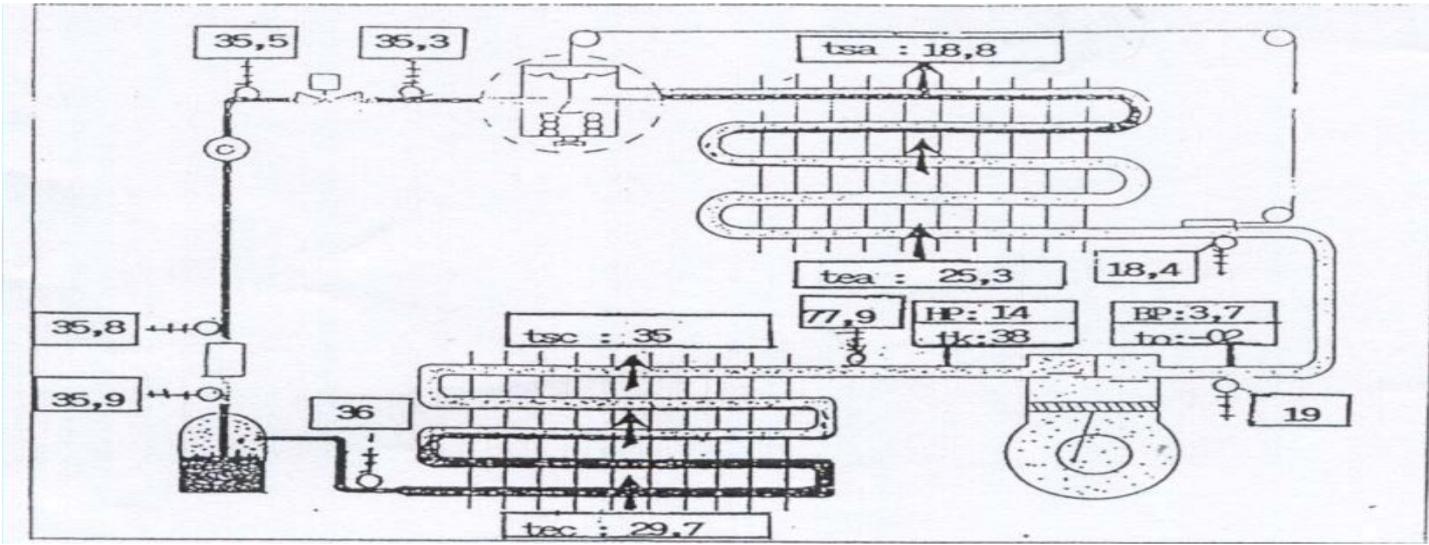
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|----|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | | ΔT total (tk - tec) = | °C | |

| | | | |
|--------------------------------|-------------|----------------------|------------------|
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | |
| Surchauffe = | | °C | |
| EVAPORATEUR | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | |
| | | Total (tea - te) = | °C |

INTENSITES comp. : A, Vent . cond. . : A, Vent. Evap. :

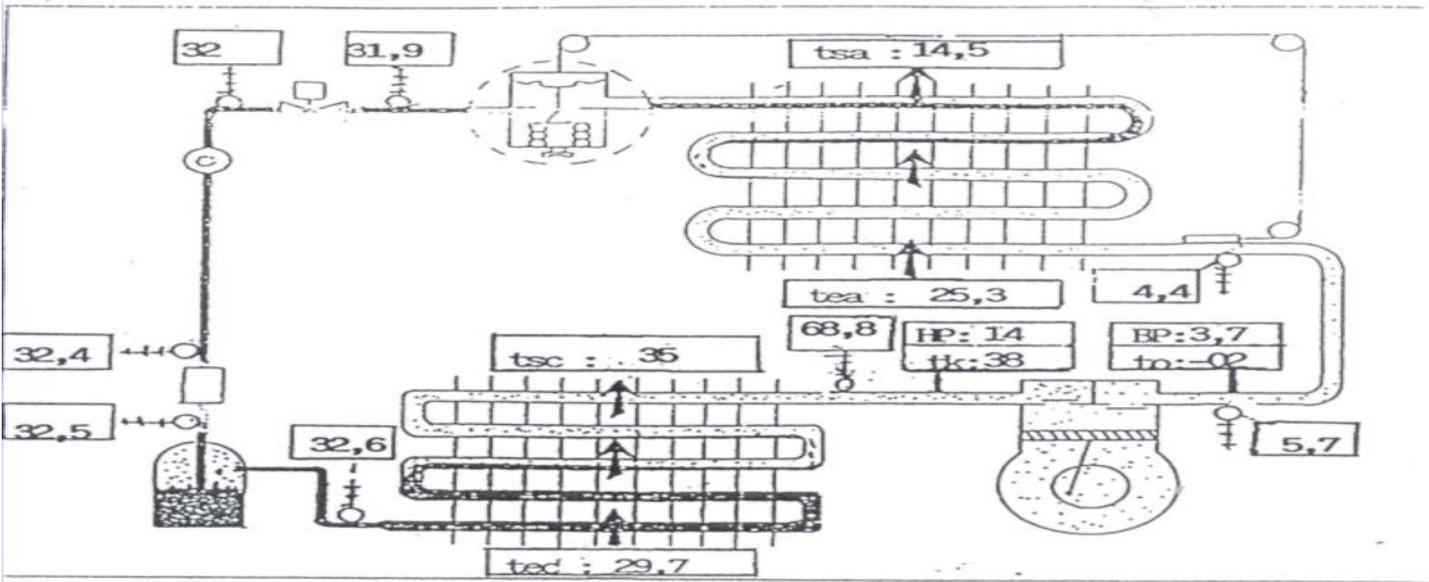
A

SYMPTOMES CONSTANTE .
DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------|------------------------|----|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | | ΔT total (tk - tec) = | °C | |

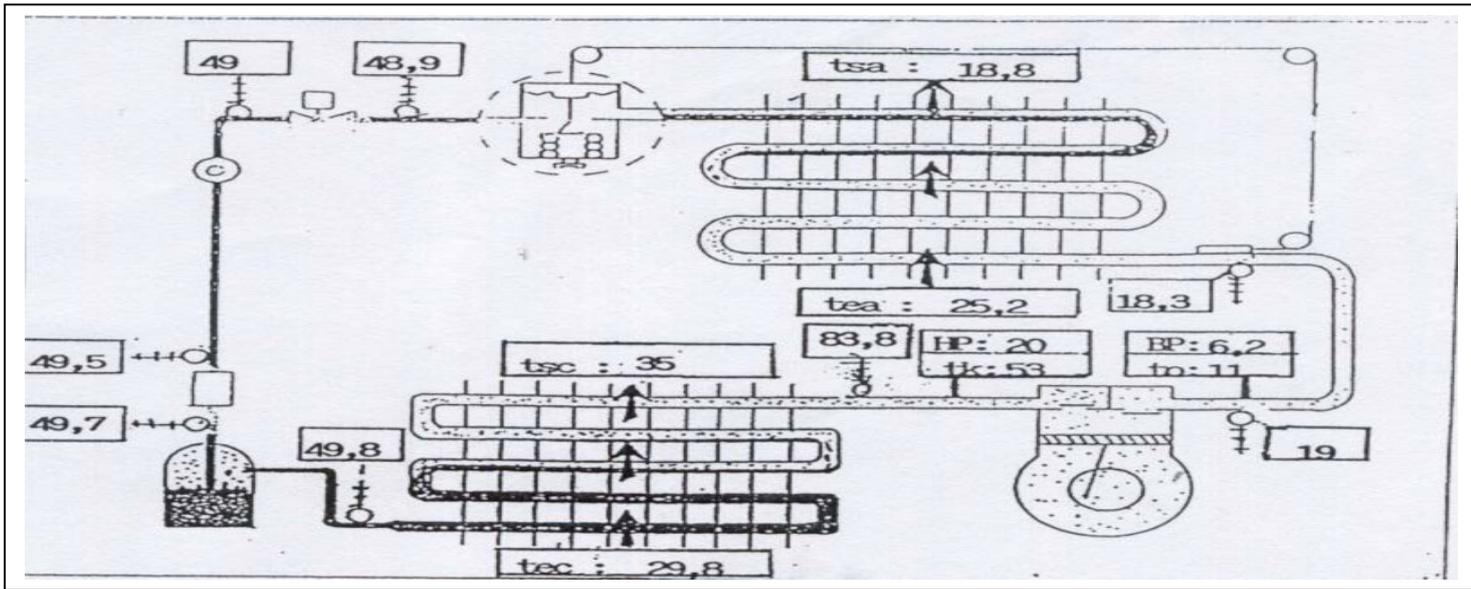
| | | | |
|--------------------------------|-------------|----------------------|------------------|
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | |
| Surchauffe = | | °C | |
| EVAPORATEUR | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | |
| | | Total (tea - te) = | °C |

INTENSITES comp. : A, Vent . cond. . : A, Vent. Evap. :

SYMPTOMES CONSTANTE .
DIAGNOSTIC .

PANNE .

FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------|---|------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy | = °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag. | = °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | tk - tsa = | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | tsk - tec = | °C |
| | | ΔT total (tk - tec) = | °C | |

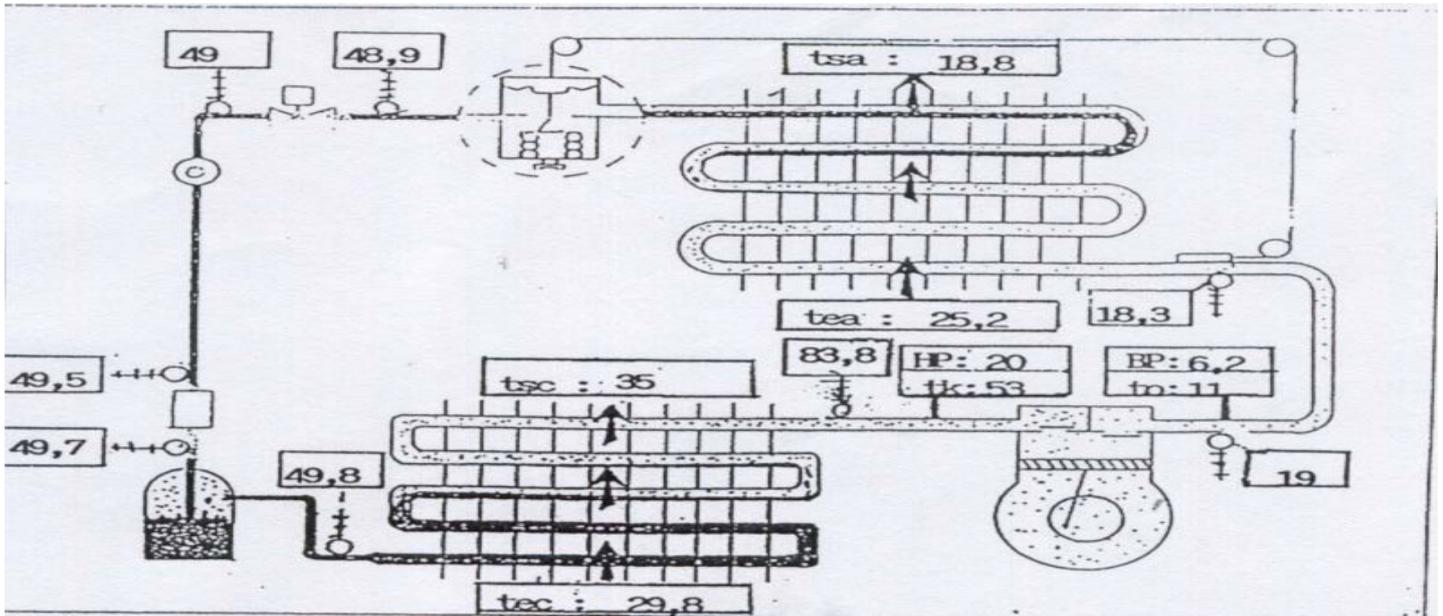
| | | | |
|--------------------------------|-------------|----|-------------------------|
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | |
| Surchauffe = | | °C | |
| EVAPORATEUR | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | tes - tsa = °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | |
| | | | Total (tea - te) = °C |

DIAGNOSTIC .

| | | |
|--------------------|---------------------|------------------|
| INTENSITES comp. : | A, Vent . cond. . : | A, Vent. Evap. : |
| A | | |



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|-----------------------------|-------------|----|--|------|
| Temp . refoulement | = | °C | $\Delta T.$ | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy | = °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |

CONDENSEUR

Temp . e PANNE .

| | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|----|---------------|----|
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |

| | | | |
|-------------------|-------------|----|------------|
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | |
| Surchauffe | = | °C | |

EVAPORATEUR

| | | | | |
|-------------------------|---|----|---------------|----|
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ | °C |
|-------------------------|---|----|---------------|----|

| | | | |
|-------------------------|---|----|--|
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | |
|-------------------------|---|----|--|

Total (tea - te) = °C

| | | |
|--------------------|---------------------|------------------|
| INTENSITES comp. : | A, Vent . cond. . : | A, Vent. Evap. : |
| A | | |

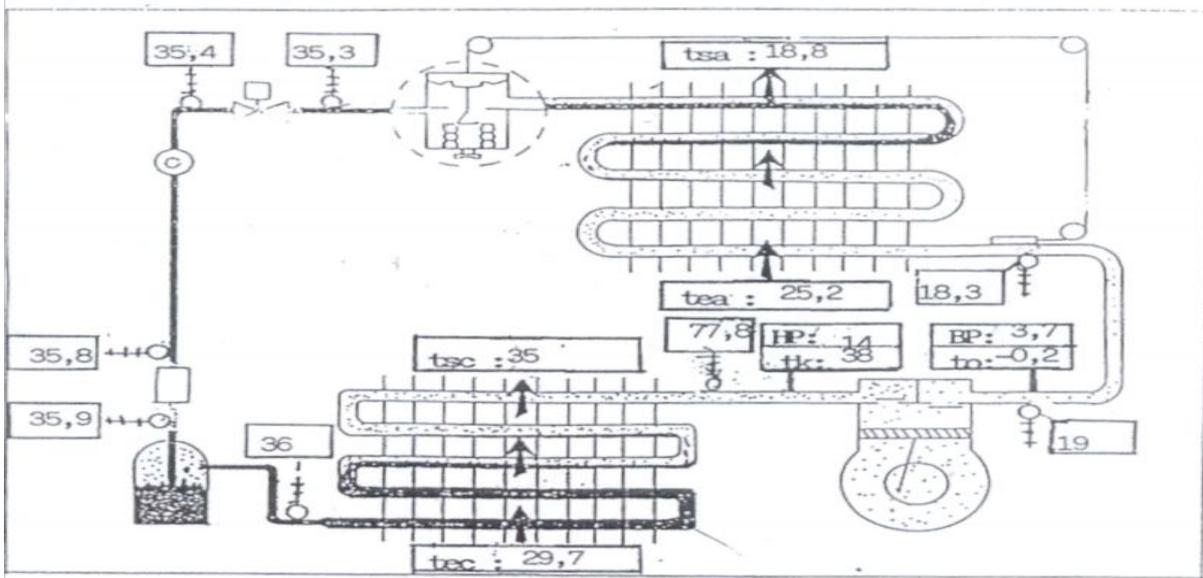
SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



FICHE DE RELEVÉ ET DE DAIGNOSTIC



| | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------------|----------|
| Temp . refoulement | = | °C | ΔT . | |
| Pression HP = | Bars (tk) = | °C | ΔT bouteille = | °C |
| Temp .linge liquide | = | °C | ΔT deshy = | °C |
| Sous-refroidissement | = | °C | ΔT vanne Mag.= | °C |
| CONDENSEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tec) | = | °C | $tk - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | $tsk - tec =$ | °C |
| | ΔT total (tk - tec) = | °C | | |
| Temp . aspiration | = | °C | ΔT | |
| Pression BP = | Bars (to) = | °C | | |
| Surchauffe = | | °C | | |
| EVAPORATEUR | | | | |
| Temp . entrée air (tes) | = | °C | $tes - tsa =$ | °C |
| Temp . sortie air (tsa) | = | °C | | |
| | Total (tea - te) = | °C | | |
| INTENSITES comp. : | | A, Vent . cond. . : | | A, Vent. |
| Evap. : | A | | | |

SYMPTOMES CONSTANTE .

DIAGNOSTIC .

PANNE .



EVALUATION

Etape 1. utilisation de moyen de montage d'un circuit frigorifique à détente directe

1- Etablir une liste de matériel nécessaire pour la réalisation du montage .

NB la liste doit comprendre

- a) les organes nécessaires pour la réalisation du circuit frigorifique
- b) les outils nécessaires pour la réalisation du circuit frigorifique
- c) la matire d'œuvre en quantité

OUI NON

2-

- a) fixation du groupe et de l'évaporateur
fixer le groupe et l'évaporateur sur l'îlot qui est à votre disposition
faire approuver

OUI NON

si la fixation ne se fait pas correctement vous perdez les points de cet élément. Vous devez corriger la situation avant de poursuivre l'épreuve

- b) fixation des organes de régulation et de sécurité du circuit frigorifique.

fixer sur îlot pédagogique les organes de régulation et de sécurité du circuit frigorifique

faire approuver

OUI NON

Si la fixation ne se fait pas correctement vous perdez les points de cet élément vous devez corriger le situation avant de poursuivre l'épreuve.

3- Raccordement et fixation des autres organes du circuits frigorifiques

Raccorder et fixer le filtre deshydrateur, voyant de liquide, électrovanne et détendeur thermostatique à leurs place prévus

Raccorder le tube des pressostats avec le groupe .

Faire approuver

Si le raccordement ne se fait pas correctement vous perdez OUI NON le cet élément. Vous devez corriger la situation avant de poursuivre l'épreuve



4- démarrer l'installation frigorifique

pour démarrer votre installation vous devez procéder comme suite :

a) serrer convenablement les éléments raccordés

b) vérifier l'étanchéité du circuit en mettant sous pression votre installation

Faire approuver

OUI NON

Si l'étanchéité ne se fait pas correctement vous perdez les points de cet élément.
Vous devez corriger la situation avant de poursuivre l'épreuve

c) tirer au vide votre installation

faire approuver

OUI NON

d) charger votre installation

faire approuver

OUI NON

NB : les opérations d) et c) ne peuvent se faire qu'après la réalisation de la deuxième étape de l'évaluation



Etape2 : Fixation des équipements électriques , leur câblage et fonctionnement

a) fixation des équipements électriques
avant la réalisation de cette difficulté vous devez présenter à votre examinateur :

- un schéma électrique normalisé de puissance et de commande selon le mode régulation par tirage au vide automatique.
- La liste des équipements électriques
- La liste de la matière d'œuvre nécessaire
- La liste du matériel nécessaire pour réaliser le câblage électrique ;

Fixer la goulotte et la rail Ω Sur l'armoire électrique

Faire approuver

OUI NON

Fixer les équipements électriques

Faire approuver

OUI NON

Fixer l'armoire électrique

Fixer l'armoire électrique sur îlots pédagogique

Faire approuver

OUI NON

b) câbler et tester votre armoire

Faire approuver

OUI NON

Si le teste de fonctionnement n'est pas correcte vous perdez les points de cet élément. Vous devez corriger la situation avant de poursuivre l'épreuve



Etape 3 : Dépanner l'installation frigorifique

a) localiser la panne

pour réaliser cet étape vous devez consulter votre examinateur

vous devez localiser la panne en respectant le temps demandé par votre examinateur

faire approuver

OUI NON

b) réparer la panne

faire approuver

OUI NON



Liste des références bibliographiques.

| Ouvrage | Auteur | Edition |
|-------------------------------|---------------|--------------------------------|
| <i>FRIGODEP</i> | <i>KOTZA</i> | <i>1^{ère} EDITION</i> |
| <i>Guide de climatisation</i> | <i>EDF</i> | <i>1^{ère} EDITION</i> |

**NB : Outre les ouvrages, la liste peut comporter toutes autres ressources jugées utiles
(Sites Internet, Catalogues constructeurs, Cassettes, CD,...)**