



OFPPT

ROYAUME DU MAROC

مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل

Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail
DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE N° 12: ENTRETIEN ET DEPANNAGE D'UNE
INSTALLATION FRIGORIFIQUE**

SECTEUR : FROID ET GENIE THERMIQUE

SPECIALITE : MAINTENANCE HOTELIERE

NIVEAU : TECHNICIEN

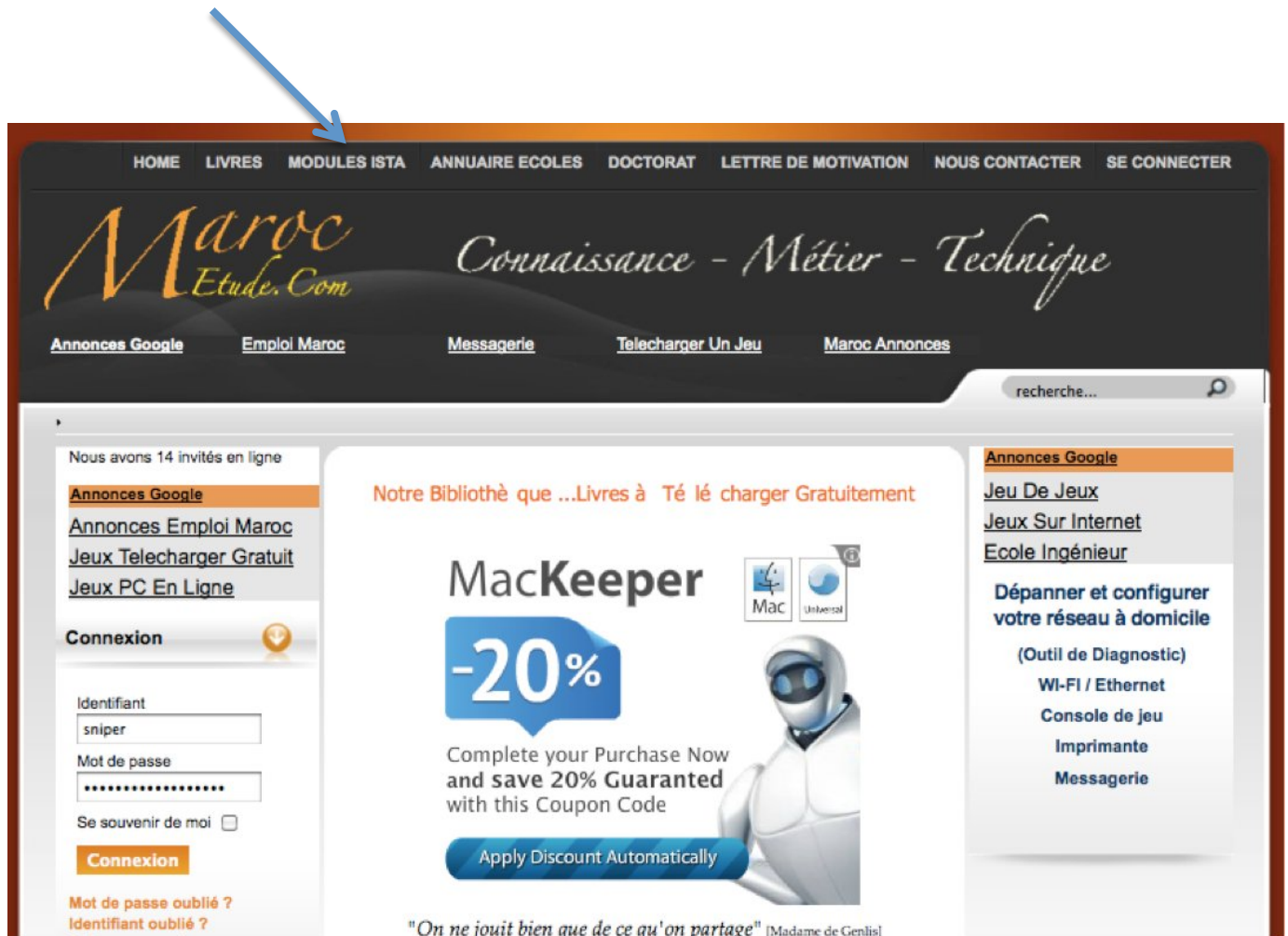
MAI 2005

PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

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

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

[MODULES ISTA](#)



REMERCIEMENTS

La DRIF remercie les personnes qui ont participé ou permis l'élaboration de ce Module de formation.

Pour la supervision :

GHRAIRI RACHID : ***Chef de projet du Secteur Froid et Génie Thermique***

BOUJNANE MOHAMED : ***Coordonnateur de C D C du Secteur Froid et Génie Thermique***

Pour l'élaboration : ***BEN YAACOUB YOUNESS Formateur à ISTA -RI- FES*** ***DR : C/N***

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.

***Monsieur Said SLAOUI
DRIF***

[illegible]

[illegible]

MODULE :	Entretien et dépannage d'une installation frigorifique
Durée : 140 H 35 % : théorique 50H 57 % : pratique 80 8% : Evaluation 10h	
OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT	
COMPORTEMENT ATTENDU Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit : Entretien et dépanner une installation frigorifique selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.	
CONDITIONS D'EVALUATION * Mise à disposition des schémas de l'installation frigorifique et électrique * Equipement de mesure et matériel nécessaire * Fiche du guide d'entretien	
CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE * Justesse de recherche des anomalies * Méthodologie de dépannage * Relevé exact des paramètres de l'installation tel que température, pression, etc	

OBJECTIF OPERATIONNEL DE PREMIER NIVEAU
DE COMPORTEMENT

<i>PRECISIONS SUR LE COMPORTEMENT ATTENDU</i>	<i>CRITERES PARTICULIERS DE PERFORMANCE</i>
<i>A. Effectuer les opérations de maintenance de l'installation frigorifique</i>	• Principaux contrôles effectués sur le circuit Frigorifique • Principaux contrôles effectués sur la partie Electrique • Pertinence de remplissage de la fiche d'entretien de l'installation
<i>B. Rechercher méthodiquement les pannes de l'installation</i>	• Pertinence de détection des pannes frigorifiques (symptômes et causes) • Pertinence de détection des pannes électriques de l'installation
<i>C. Remédier aux pannes détectées</i>	• Intervention adéquate pour remédier aux pannes de dysfonctionnement

OBJECTIFS OPERATIONNELS DE SECOND NIVEAU

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

Avant d'apprendre à effectuer les opérations de maintenance de l'installation frigorifique (A) , le stagiaire doit :

1. Effectuer les principaux contrôles portant sur l'ensemble du circuit
2. Effectuer les opérations de contrôle des principaux composants du circuit frigorifique
3. Effectuer les principaux contrôles et vérifications de l'installation électrique
4. Remplir correctement le livret d'entretien.

Avant de rechercher méthodiquement les pannes de l'installation (B) :

5. A décrire le logigramme des pannes frigorifiques
6. A établir une liste de toutes les mesures qu'il faut prendre en considération
7. A décrire tous les symptômes des pannes électriques

Avant de remédier aux pannes détectée (C) :

8. A décrire les méthodes d'intervention pour remédier aux pannes
9. A intervenir sur une installation pour remédier aux pannes de dysfonctionnement.

PRESENTATION DU MODULE

- Le module **entretien et dépannage des installations frigorifiques**
- est parmi les derniers modules de la formation du technicien en MH
- Les grandes étapes d'apprentissage concernant ce module sont :
 - ❖ Les opérations de maintenance d'une installation frigorifique.
 - ❖ La recherche des pannes frigorifiques et électriques.
 - ❖ Les interventions pour remédier à ces pannes .
- La durée du module prévue est 142 heures et les volumes horaires alloués aux parties théorique et pratique sont respectivement 50 heures et 80 heures en fin 10h pour l'évaluation.

Module : Entretien et Dépannage des Installations Frigorifiques

RESUME THEORIQUE

PRATIQUE DES INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES

Les manifolds

Constitution :

Un jeu de manifolds est composé de deux manomètres : Un BP et un HP



Manomètre BP



manomètre HP

Généralement le manomètre BP est bleu et le HP est rouge.

Il en est de même pour les flexibles HP et BP.

Chaque manomètre possède une échelle de pression en bar ou psig (ici l'échelle rouge en bar).

On distingue aussi des échelles de températures qui correspondent à des températures saturées de fluide frigorigène.

Ces deux manomètres sont compatibles avec le R12 (échelle noire), le R22 (échelle verte) et le R502 (échelle mauve).

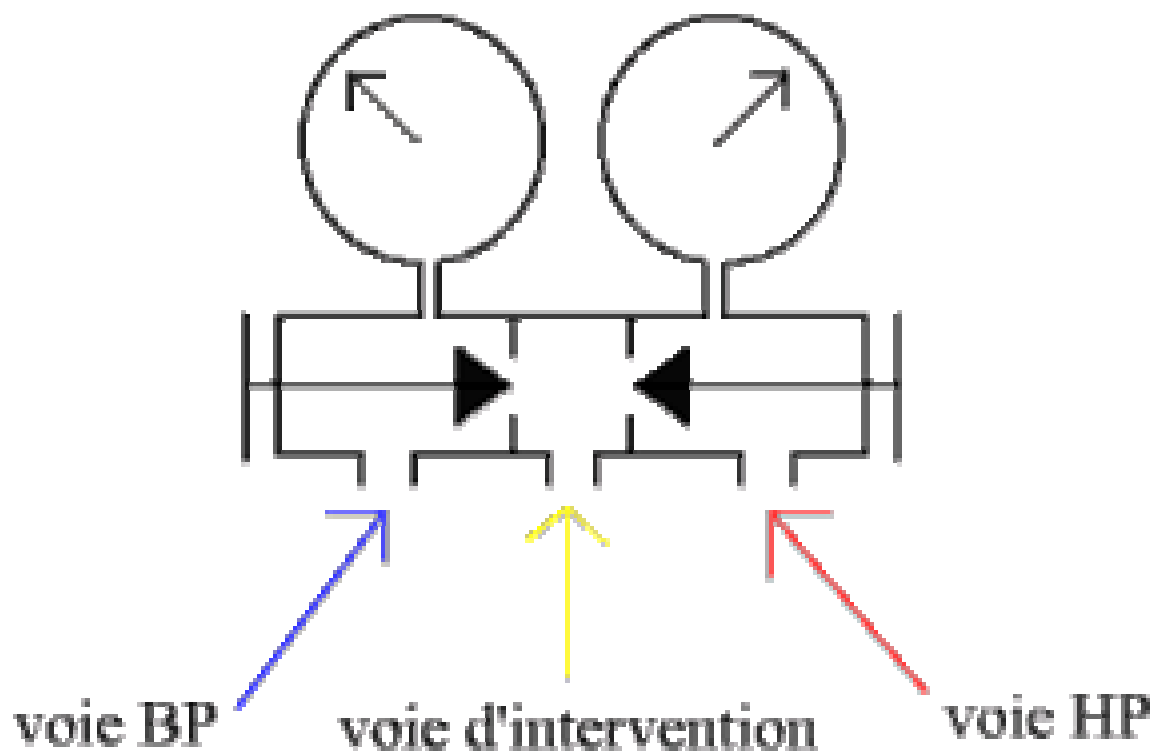
Ces couleurs sont conventionnelles, ce sont aussi celles des emballages de ces fluides frigorigènes.

Grâce à ces échelles de température on peut appliquer la relation pression température.

Exemple : Du R22 saturé à 0°C aura une pression de 4 bar.

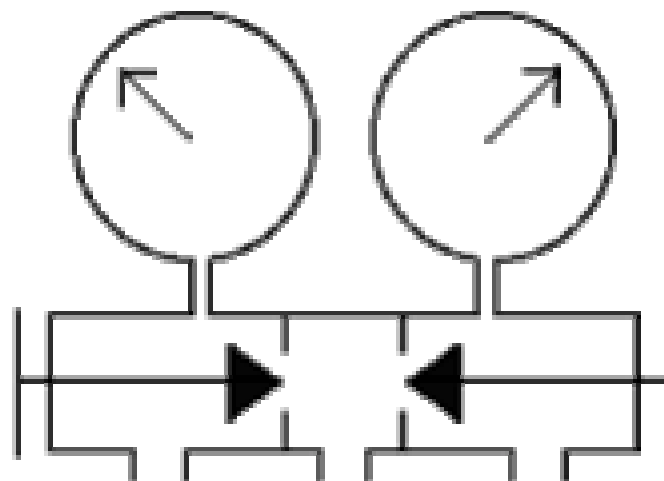
On pourra donc considéré (aux pertes de charge près) que le manomètre BP nous donnera la pression d'évaporation P_o et celui HP celle de condensation P_c .

Schéma d'un manifold



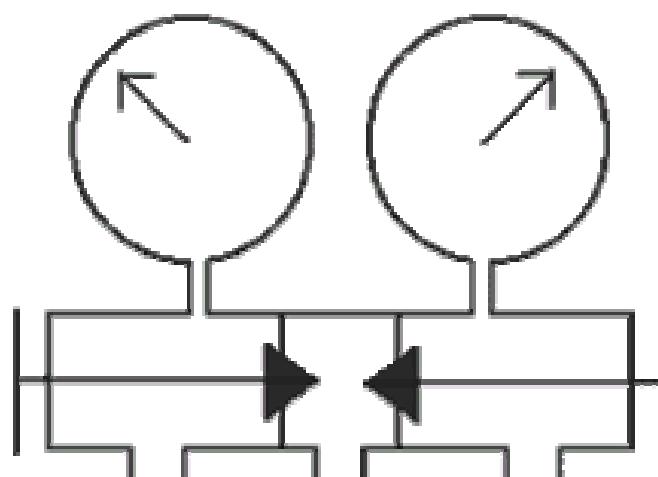
Quelques exemples d'utilisation :

Utilisation lors d'un tirage au vide.



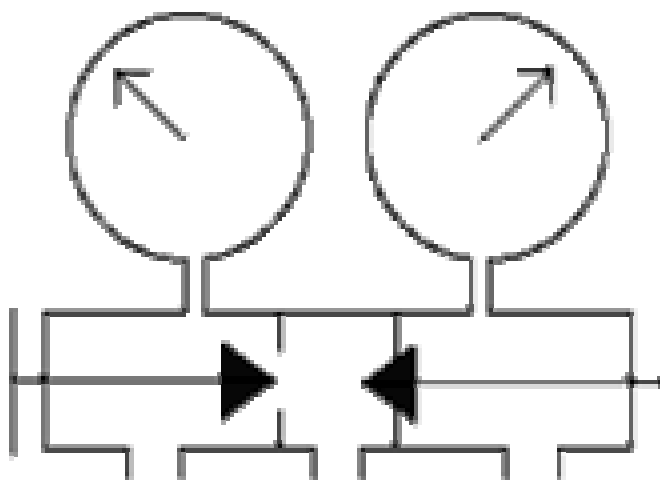
les trois voies sont en communication

Utilisation lors de la lecture des pressions



Toutes les voies sont isolées

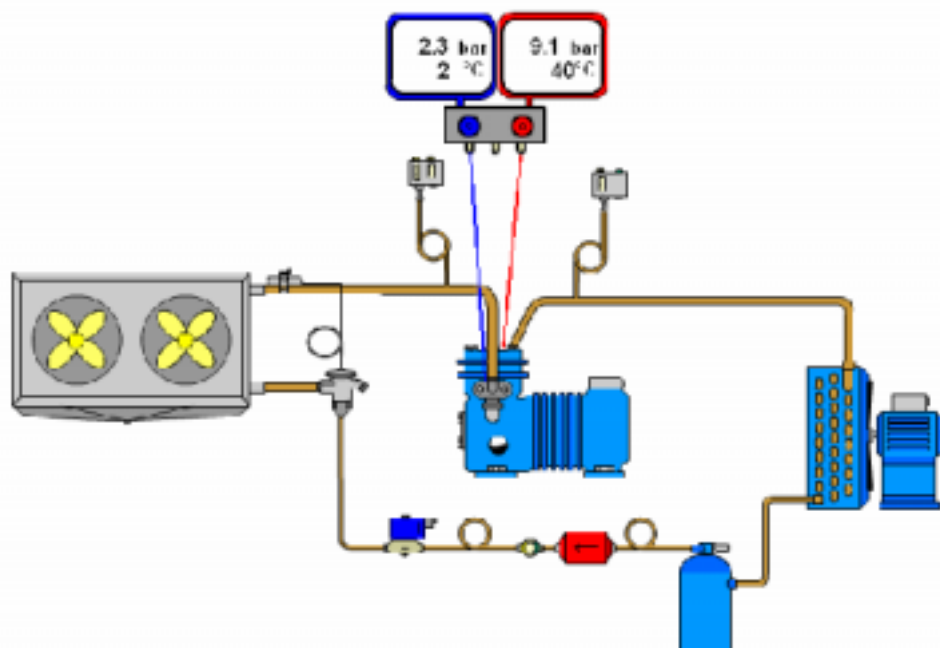
Utilisation pendant la charge.



BP et intervention en communication
HP isolée

Branchement sur une installation :

On les branche généralement sur les vannes trois voies de service du compresseur.
Pour cela nous aurons besoin d'une clef à cliquet.



Le tirage au vide

Rôle :

Enlever l'air et l'humidité du circuit frigorifique.

Le circuit ne doit pas être sous pression et les fuites ont été recherchées au préalable.

Il ne faut jamais laisser un circuit au vide, on doit réaliser au moins une précharge une fois l'opération terminée.

Conditions de départ :

La tuyauterie est terminée, les fuites ont été recherchées, le nouveau déshydrateur vient d'être monté.

Les vannes 3 et 4 sont fermées pour préserver le déshydrateur.

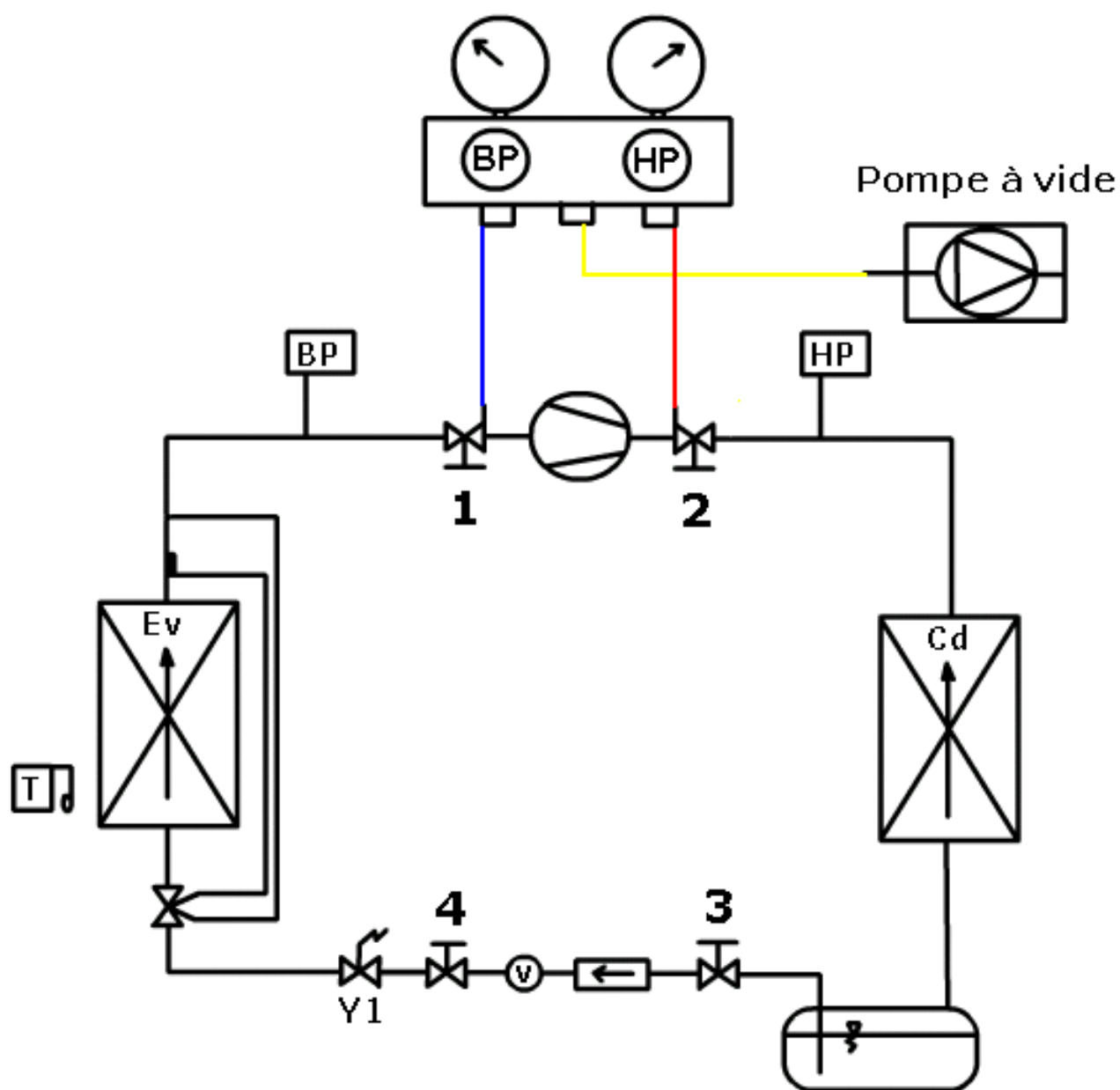
Matériel nécessaire :

- Une pompe à vide.
- Une clef à cliquet.
- Un vacuomètre si possible.
- Un jeu de manifolds.

Une pompe à vide



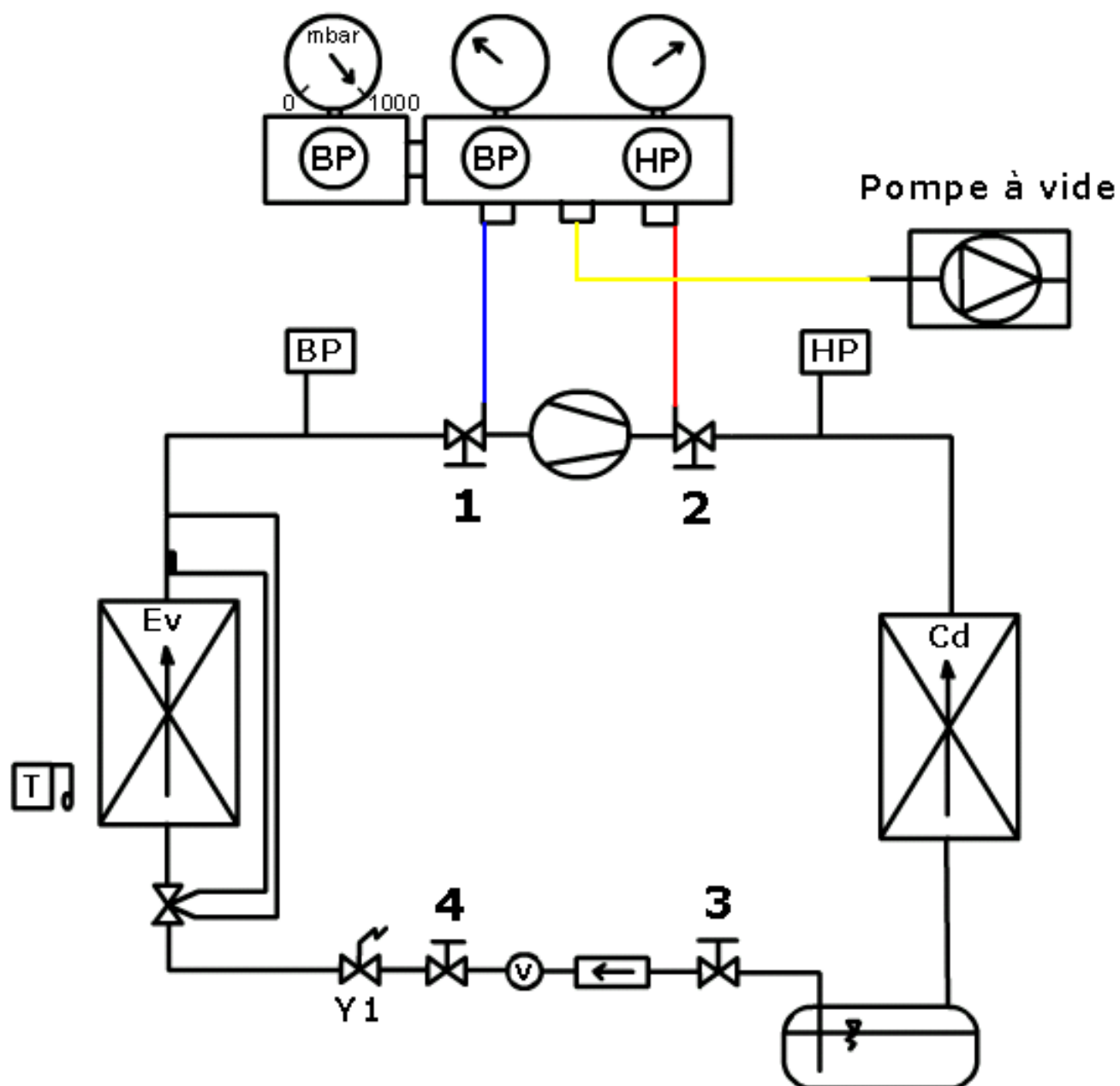
Tirage au vide sans vacuomètre :



Mode opératoire du tirage au vide : (sans vacuomètre)

- Vérifier le niveau d'huile de la pompe à vide puis raccorder la sur la voie d'intervention du jeu de manos.
- Démarrer la pompe à vide.
- Mettre les vannes 1 et 2 en position intermédiaire et vérifier que le circuit ne soit pas sous pression.
- Ouvrir les by-pass du jeu de manifolds, vérifier que la pression diminue sur les aiguilles des manos HP et BP.
- Ouvrir les vannes 3 et 4.
- Au bout d'un moment, refermer les by-pass du jeu de manifolds et vérifier la tenue du vide.
- Casser le vide à l'azote sec si possible (voir dernier paragraphe du cours).
- Le tirage sera terminé quand les aiguilles des manos HP et BP indiqueront -1 bar.
- A ce moment là, refermer les by-pass HP et BP du jeu de manifolds et arrêter la pompe à vide. Vous réaliserez la charge du système immédiatement.

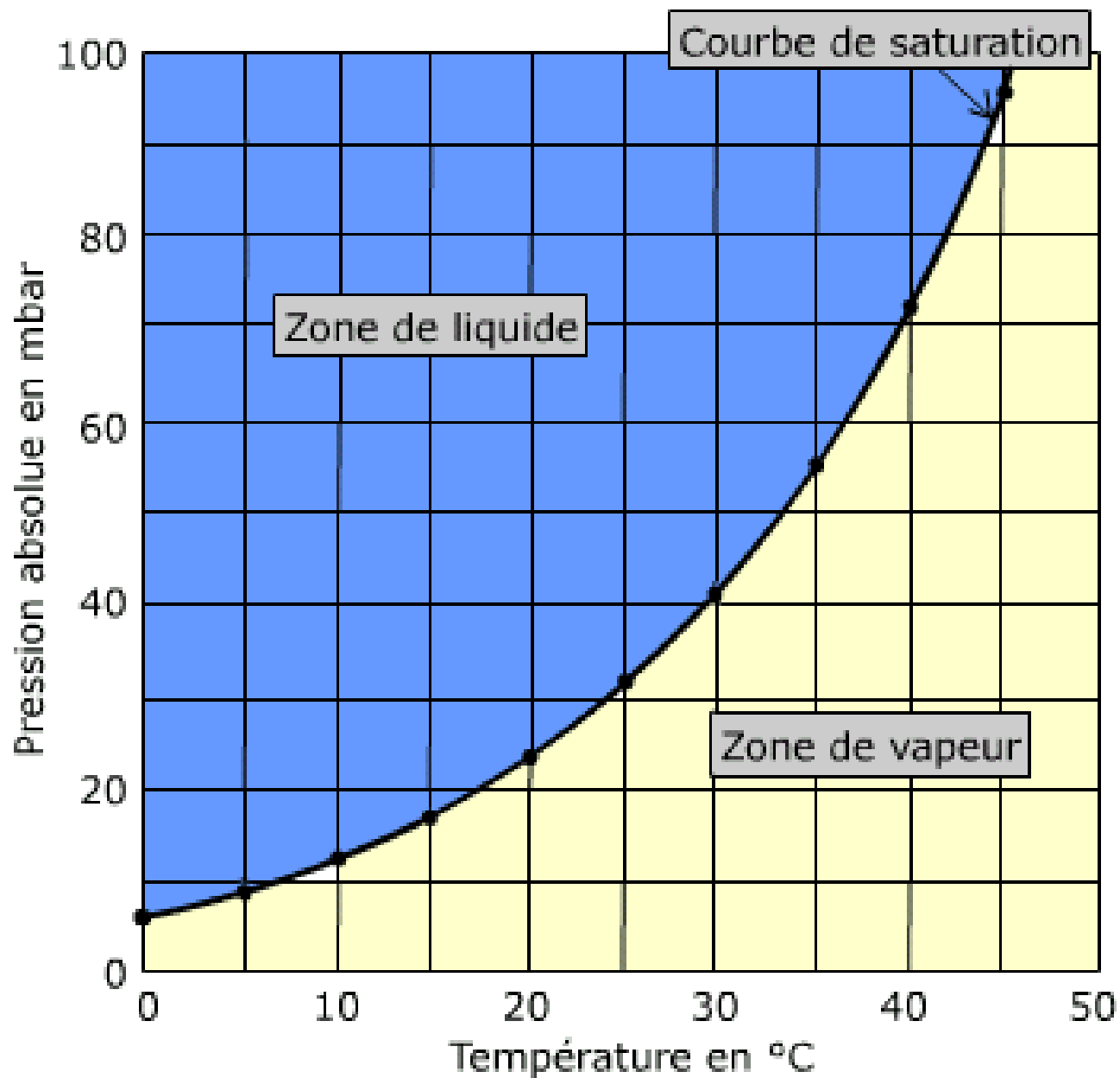
Tirage au vide avec vacuomètre :



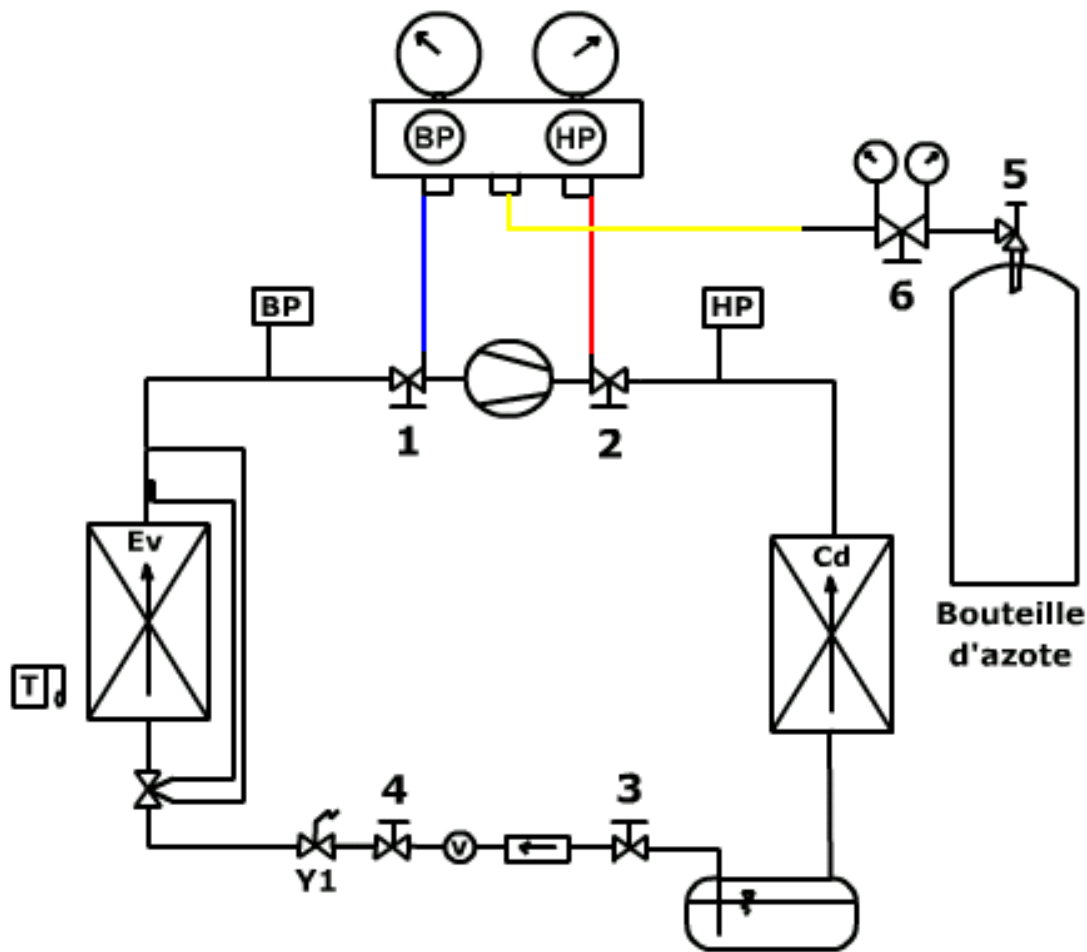
Mode opératoire du tirage au vide : (avec vacuomètre)

- *Utiliser la courbe de relation Pression-Température pour l'eau afin de savoir jusqu'à quelle pression tirer au vide.*
- *Indiquez votre résultat sur le vacuomètre à l'aide de l'aiguille repère.*
- *Branchez la pompe à vide après avoir vérifié son niveau d'huile et démarrez la.*
- *Mettre les vannes 1 et 2 en position intermédiaire et vérifier que le circuit ne soit pas sous pression.*
- *Ouvrir les by-pass du jeu de manifolds ainsi que la vanne du vacuomètre, la pression doit commencer à diminuer sur les aiguilles des manomètres HP et BP.*
- *Ouvrir les vannes 3 et 4.*
- *Au bout d'un moment, refermer les by-pass du jeu de manifolds et vérifier la tenue du vide.*
- *Casser le vide à l'azote sec si possible en pensant à refermer le robinet du vacuomètre pendant l'opération (voir dernier paragraphe du cours).*
- *Le tirage sera terminé quand l'aiguille du vacuomètre sera sous celle de repère.*
- *A ce moment là, refermer les by-pass HP et BP du jeu de manifolds ainsi que la vanne du vacuomètre et arrêter la pompe à vide.*
- *Vous réaliserez la charge du système immédiatement.*

Courbe de saturation d'eau



Casser le vide à l'azote :



- Raccorder le flexible sur le raccord du manodétendeur 6.
- Desserrez le manodétendeur, ouvrir 5 et régler le manodétendeur pour avoir 10 bar de détente.
- Réouvrir les by-pass des manifolds pour introduire l'azote.
- Refermer la vanne 5 et débrancher la bouteille d'azote.
- L'azote s'échappe de l'installation.
- Une fois la pression tombée à 0,5 bar environ sur les aiguilles des manos HP et BP, rebranchez la pompe à vide et redémarrer le pour continuer le tirage au vide.

La charge en vapeurs

Rôle :

Introduire le réfrigérant nécessaire au fonctionnement de l'installation frigorifique.

Cette de charge est longue point de vue temps mais très sécurisée pour le compresseur.

Attention : Cette méthode de charge n'est pas compatible avec les nouveaux fluides et les mélanges.

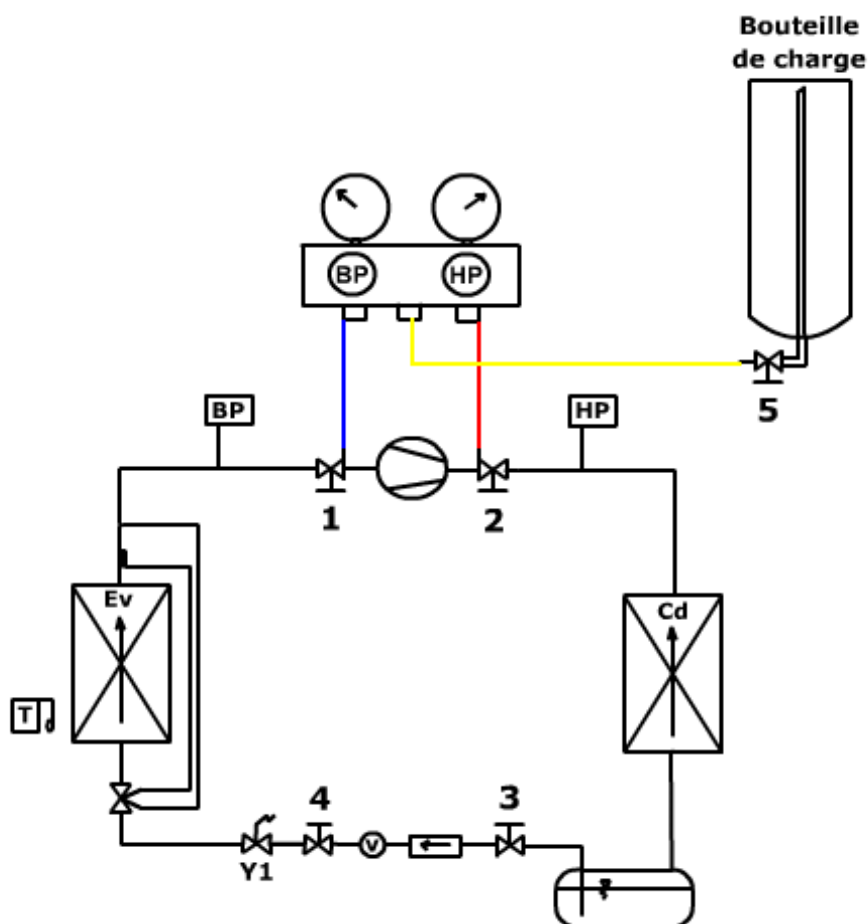
Conditions de départ :

Une installation tirée au vide et étanche, les appareils de sécurités et de régulations sont préréglés.

Le jeu de manifolds est resté monté sur l'installation, by-pass fermés.

Matériel nécessaire :

- Une bouteille de réfrigérant.
- Une clef à cliquet.
- Un thermomètre équipé d'une sonde de contact.
- Un jeu de manifolds.



Mode opératoire de la charge en vapeurs :

- *Raccorder la bouteille de charge tête en bas sur la voie d'intervention du jeu de manifolds.*
- *Ouvrir la vanne 5 et purger le flexible d'intervention sur le jeu de manos.*
- *Vérifier la tenue du vide et la position des vannes 4 et 3. (elles doivent être ouvertes)*
- *Installation à l'arrêt, introduire des vapeurs dans le circuit BP et HP en ouvrant les by-pass HP et BP du jeu de manifolds.*
- *Refermer le by-pass HP du jeu de manos.*
- *Démarrer l'installation.*
- *Dès que les premières bulles apparaissent au voyant de liquide, fermer le by-pass BP du jeu de manos.*
- *Refermer légèrement la vanne 1 vers l'arrière si l'aiguille BP du manos tremble. (idem pour celle HP avec la vanne 2)*
- *Si la BP n'est pas stable, réintroduire du fluide par le by-pass BP du jeu de manifolds jusqu'à stabilisation. Sinon, attendre le régime permanent.*
- *En régime permanent, ajuster la charge par le by-pass BP du jeu de manos pour avoir un sous refroidissement compris entre 4 et 7°C.*
- *Une fois le sous refroidissement bon, fermer la vanne 5, le by-pass BP du jeu de manos et démonter la bouteille de charge.*
- *Continuer les opérations de réglages des sécurités et des régulations.*

La charge en liquide

Rôle :

Introduire le réfrigérant nécessaire au fonctionnement de l'installation frigorifique.

Cette de charge est rapide point de vue temps mais risquée pour le compresseur.

Cette méthode de charge est compatible avec les nouveaux fluides et les mélanges.

Conditions de départ :

Une installation tirée au vide et étanche, les appareils de sécurités et de régulations sont préréglés.

Le jeu de manifolds est resté monté sur l'installation, by-pass fermés.

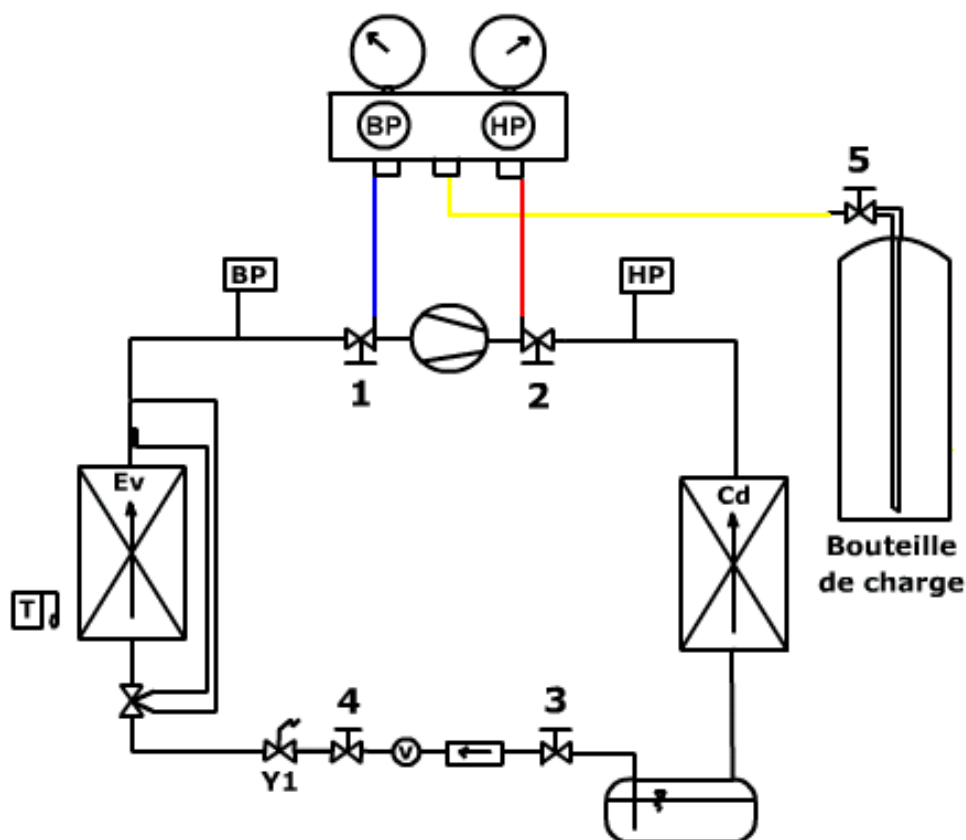
Matériel nécessaire :

Une bouteille de réfrigérant.

Une clef à cliquet.

Un thermomètre équipé d'une sonde de contact.

Un jeu de manifolds.



Mode opératoire de la charge en liquide :

- Raccorder la bouteille de charge tête en haut sur la voie d'intervention du jeu de manifolds.
- Ouvrir la vanne 5 et purger le flexible d'intervention sur le jeu de manos.
- Vérifier la tenue du vide et la position des vannes 4 et 3 qui doivent être ouvertes.
- Installation à l'arrêt, introduire du fluide frigorigène dans le circuit BP et HP en ouvrant brièvement les by-pass HP et BP du jeu de manifolds.
- Refermer les by-pass BP et HP du jeu de manos.
- Démarrer l'installation.
- Introduire le réfrigérant en faisant des détentes avec le by-pass BP.
- Dès que les premières bulles apparaissent au voyant de liquide, fermer le by-pass BP du jeu de manos.
- Refermer légèrement la vanne 1 vers l'arrière si l'aiguille BP du manos tremble.
(idem pour celle HP avec la vanne 2)
- Si la BP n'est pas stable, réintroduire du fluide par le by-pass BP du jeu de manifolds comme expliqué précédemment jusqu'à stabilisation. Sinon, attendre le régime permanent.
- En régime permanent, ajuster la charge par le by-pass BP du jeu de manos pour avoir un sous refroidissement compris entre 4 et 7°C.
- Une fois le sous-refroidissement bon, fermer la vanne 5, le by-pass BP du jeu de manos et démonter la bouteille de charge.
- Continuer les opérations de réglages des sécurités et des régulations.

La mise en service

Actions préliminaires à la mise sous tension :

1. Tirage au vide.
2. Casser le vide à l'azote sec et vérifier les fuites au milles bulles (on peut remplacer l'azote par du fluide frigo et dans ce cas on peut utiliser une lampe haloïde ou un détecteur électronique).
3. Fin du tirage au vide.
4. Préréglage des pressostats (réglages théoriques).
5. Préréglage du thermostat (sauf si électronique).
6. Réglage des relais thermiques des moteurs de ventilateurs (vous trouverez l'intensité absorbée sur la plaque signalétique du moteur).
7. Préréglage du relais thermique du moteur du compresseur (prérégalez le à l'intensité nominale du moteur qui l'entraîne).
8. Vérification du calibre des fusibles du sectionneur.
9. Pré charge (ou charge au cylindre quand nous connaissons la quantité de fluide à mettre dans l'installation).

Évidement, vous pourrez effectuer certaines de ces opérations pendant le tirage au vide.

Actions à réaliser après le démarrage :

1. Préparez les sondes nécessaires à la mesure de la surchauffe, du sous-refroidissement et des $\Delta\theta_{\text{total}}$.
2. Attendre le régime permanent. Vous devrez sûrement ajouter un peu de fluide. Le voyant de liquide et le fonctionnement de l'installation vous guiderons pour cela (sous-refroidissement nul, peu de fluide au voyant, impossibilité de descendre en température).

Actions à réaliser pendant le régime permanent :

1. Appoint de charge si nécessaire jusqu'à avoir un sous-refroidissement compris entre 4 et 7°C.
2. Modification du réglage du détendeur si la surchauffe n'est pas comprise entre 5 et 8°C.
3. Vérification des $\Delta\theta_{\text{total}}$ l'évaporateur et condenseur.
4. Réglage du relais thermique du moteur du compresseur à la pince ampèremétrique (il doit être réglé en prenant l'intensité absorbée par ce moteur quand la température de chambre froide à sa valeur maximale).
5. Réglage final des pressostats BP et HP.
6. Réglage final du thermostat.
7. Remplir un compte rendu de mise en service qui comporte tout les paramètres de fonctionnement de la chambre froide (HP, BP, réglages...)

Cela sera utile en cas de panne !

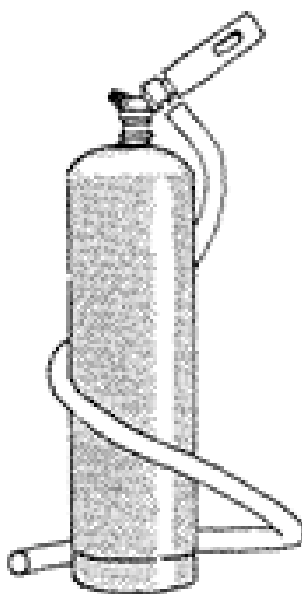
Technologie de détection de fuites

La détection des fuites sur une installation neuve ou lors d'une intervention sur une installation frigorifique est une chose très importante. Et il faut lui apporter le plus grand soin.

Conséquence du Protocole de Montréal, le confinement du fluide frigorigène dans les systèmes est devenu une priorité.

Le décret n°98-560 paru le 30 juin 1998 rend la détection des fuites et leur réparation obligatoires à partir de juin 1999.

La lampe haloïde :



Une flamme chauffe une plaque de cuivre. En présence de chlore, la flamme devient verdâtre.

Pours fluides chlorés uniquement.

Utilisation inadaptée aux HFC.

Peu fiable pour les fuites de moins de 14 g/ an.

Ne permet pas de quantifier la fuite.

L'eau savonneuse :



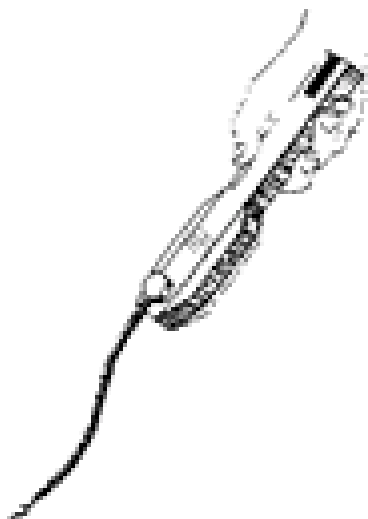
Formation de bulles en cas de fuite après pulvérisation d'une solution aqueuse épaisse sur les surfaces ou canalisations à contrôler.

Convient pour la plupart des fluides.

Pas assez précis pour les petites fuites.

Ne permet pas de quantifier la fuite.

La détection électronique à effet Corona :



Lorsqu'un gaz est soumis à un champ électrique, il s'ionise et forme un nuage d'électrons.

La présence d'un autre gaz modifie ionisation.

Bonne sensibilité aux CFC mais nettement moindre pour les fluides actuels.

La détection électronique à conductivité thermique :

Les oxydes métalliques disposent d'une conductivité thermique qui varie fortement selon les gaz en présence.

Bonne sensibilité aux HFC, mais également pour tous les gaz.

Quantification des fuites possible.

Sensibilité inférieure à 5 g/ an.

Détection électronique à diode chauffée :

Au contact de la surface chaude ($> 500^{\circ}\text{C}$), l'halogène (Cl-Br-F) est séparé de la molécule et ionisé.

Le flux de courant électrique créé est dirigé vers une électrode collectrice.

Bonne technologie pour tous les fluides frigorigènes.

Sensibilité inférieure à 5 g/ an.

Détection ultrasonique :

Une fuite émet dans le domaine audible mais aussi dans celui des hautes fréquences.

Les fréquences ultrasoniques (20 kHz - 200 kHz) sont converties en sons audibles et s'entendent à l'endroit de la fuite.

Satisfaisant pour tous les fluides frigorigènes.

Sensibilité médiocre à ce jour.

Détection par fluorescence :

On introduit un traceur fluorescent dans l'huile du compresseur. Après homogénéisation, il suffit d'inspecter le circuit avec une lampe émettrice de rayons U.V. Les points luminescents jaune vert apparaissent à l'endroit des fuites. Satisfaisant pour tous les fluides frigorigènes.

Sensibilité minimale de l'ordre de 7 g/ an.

Détection par coloration :

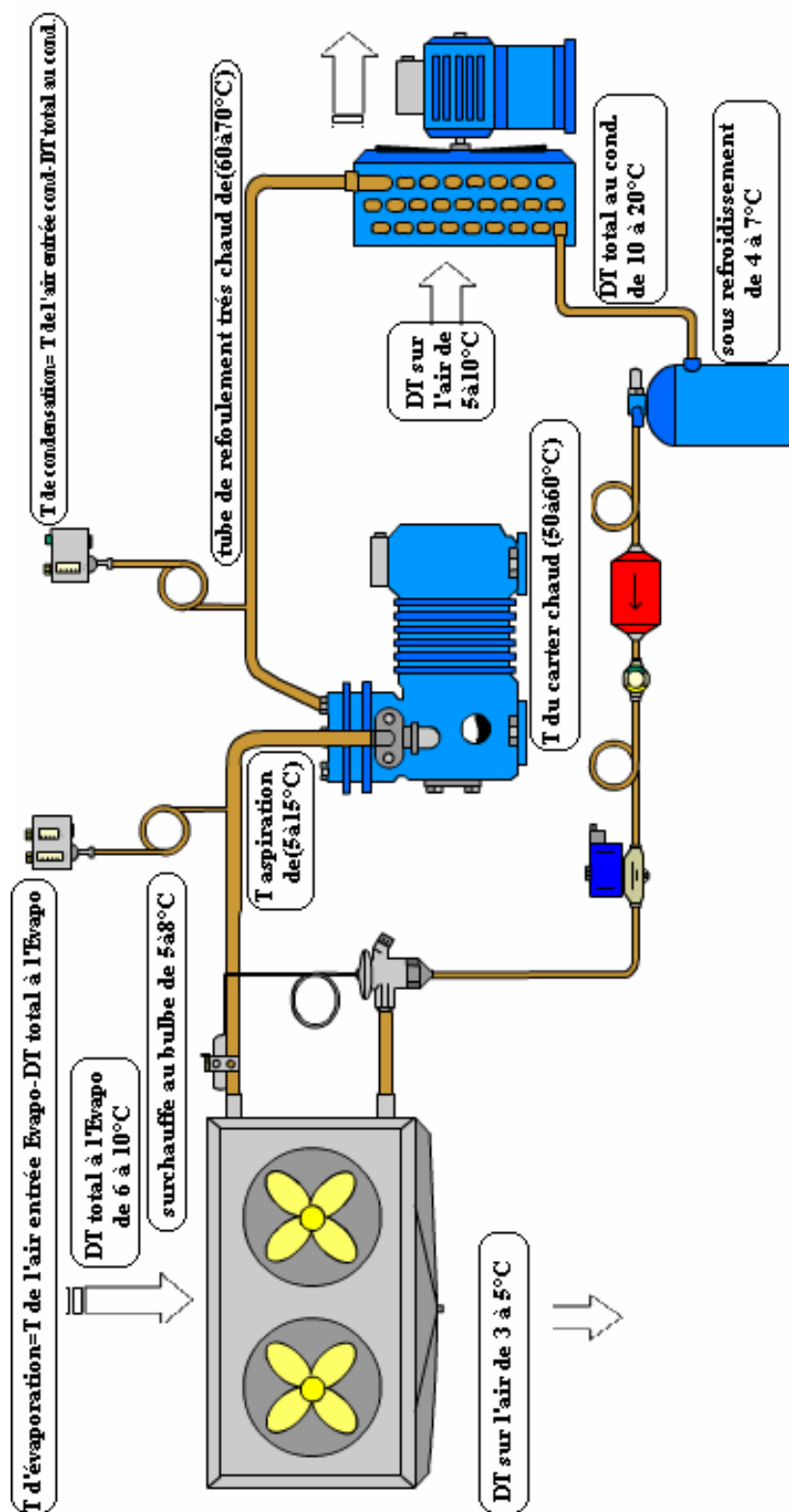
On introduit un traceur coloré dans l'huile du compresseur. Après homogénéisation, la pression dans le circuit rend la coloration visible à chaque endroit où il y a la fuite.

Procédé abandonné en raison de plusieurs risques : nocivité, action sur les joints, problèmes de fonctionnement, etc...

«Source dehon service infos».

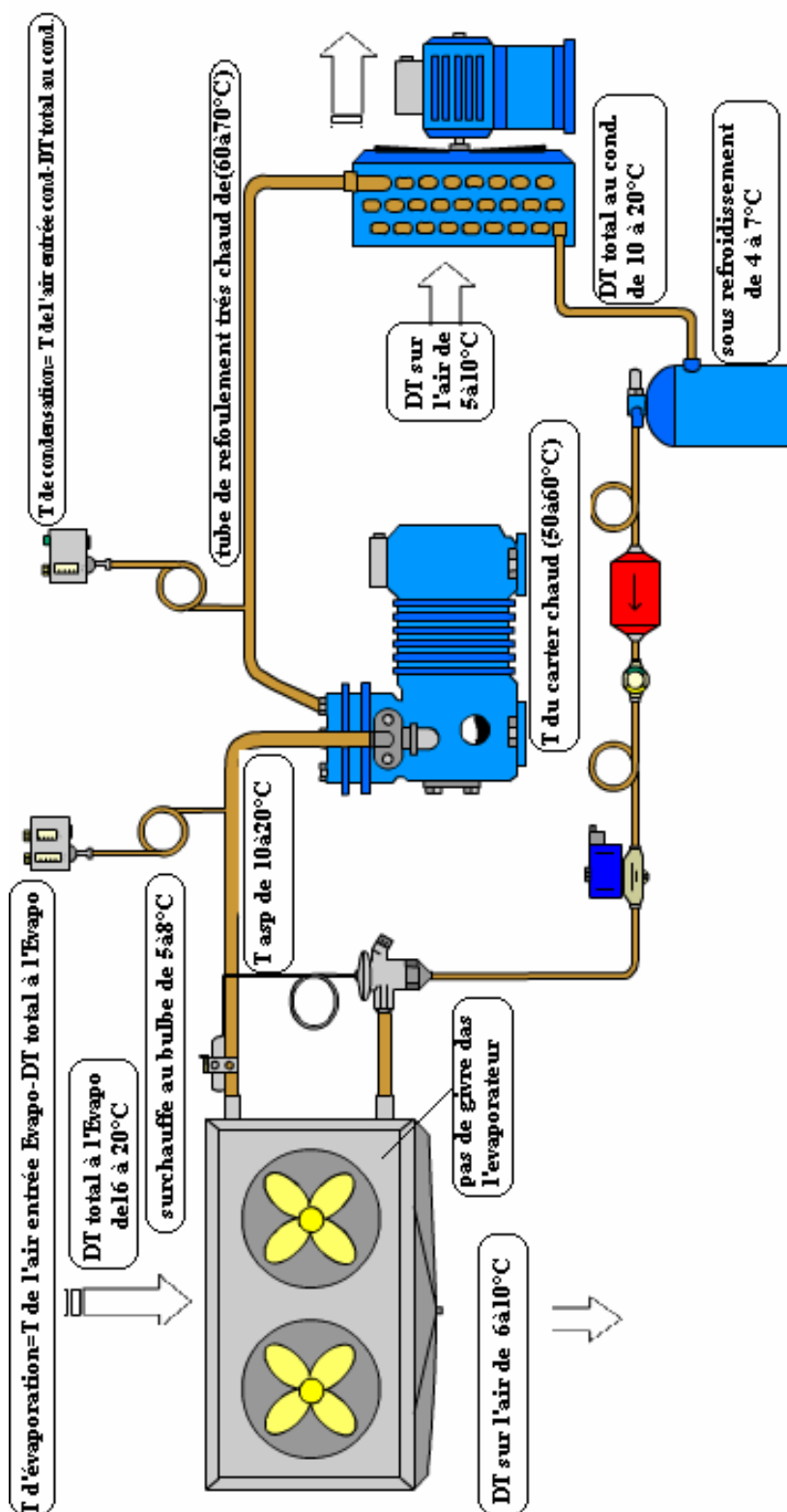
INSTALLATION DE FROID COMMERCIAL AU R134a

Valeurs indicatives de divers paramètres de fonctionnement normal



INSTALLATION DE CLIMATISATION AU R22

Valeurs indicatives de divers paramètres de fonctionnement normal



DEPANNAGES INTRODUCTION

Les 4 premières familles de pannes provoquent une puissance frigorifique trop petite avec Une BP anormalement faible :

- 1) ***pannes du détendeur trop petit*** (la puissance du détendeur est 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*** (une pré-détente parasite se produit dans la ligne liquide avant le détendeur).
- 4) ***Pannes de l'évaporateur trop petit*** (la puissance de l'évaporateur est insuffisante).

La cinquième famille de pannes provoque une puissance frigorifique trop faible avec Une BP élevée :

- 5) ***pannes du compresseur trop petit*** (la puissance du compresseur est insuffisante).

Les 3 dernières familles de pannes provoquent une élévation anormale de la HP :

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

Pannes principales

Lorsque vous arrivez sur une installation frigorifique en panne, la première chose à faire est toujours d'aller voir le client afin d'avoir le maximum d'indications sur les motifs de son appel (il fait trop chaud en ambiance, l'installation fait un bruit anormal, elle fait disjoncter le réseau électrique, un autre dépanneur est venu récemment...). Ensuite, il faut "observer", "écouter" et éventuellement "sentir" l'installation (surtout si on ne la connaît pas) afin de déceler d'éventuels indices (état général, traces d'huile, bruits suspects, odeurs de brûlé). Puis il faut monter les manomètres et être certain du fluide frigorigène utilisé dans le circuit, (regardez le train thermostatique du détendeur, cherchez une étiquette de signalisation...).

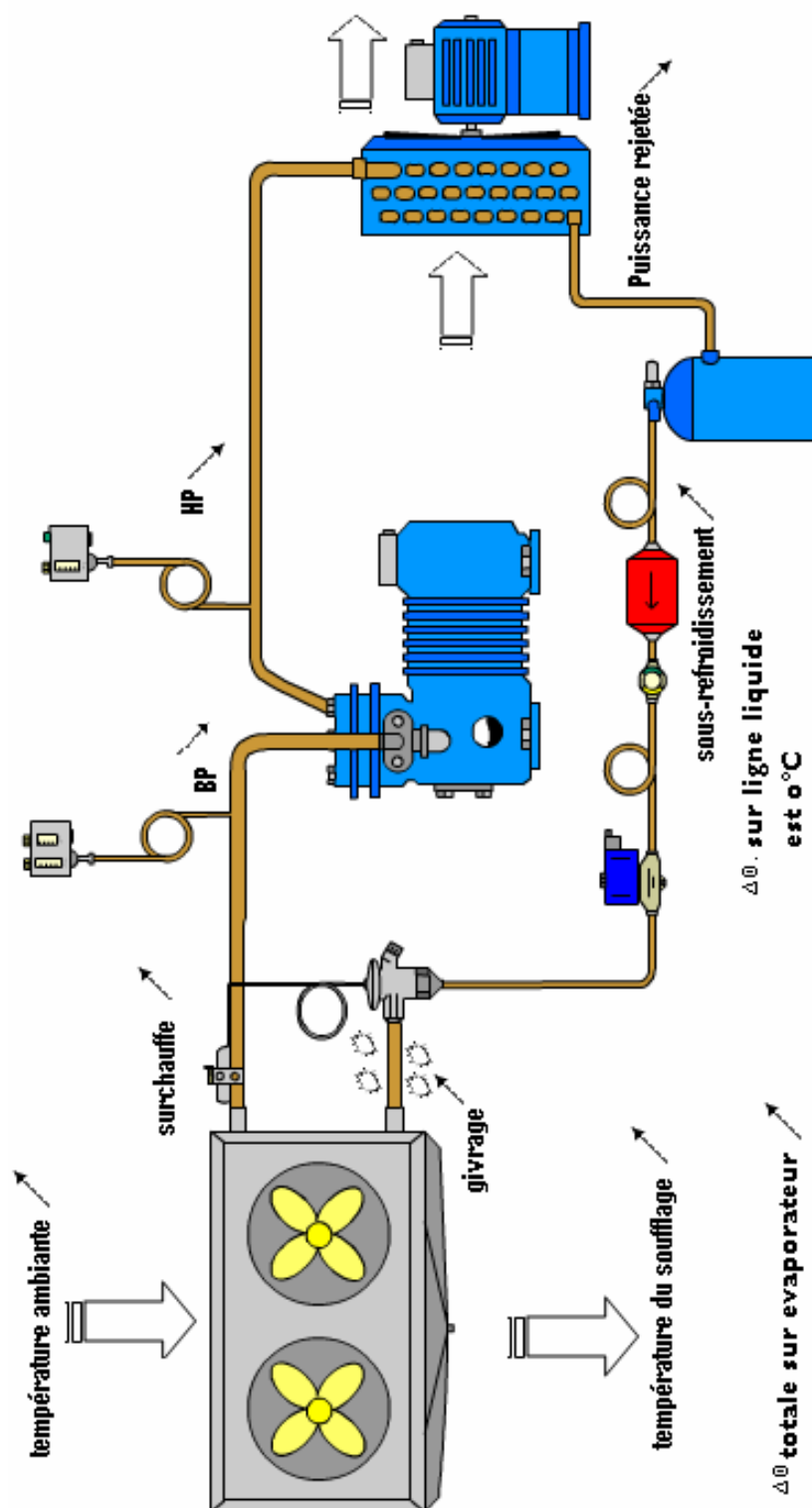
Dans la majorité des cas, l'installation peut fonctionner (mal, mais le compresseur tourne) et la panne fait partie d'une des 8 familles que nous venons d'étudier. *Votre rôle est de trouver laquelle, de réparer et de vous assurer qu'il n'y aura pas d'autres ennuis à court terme.*

Raisonnez toujours en températures plutôt qu'en pressions. Vos raisonnements resteront valables quelque soit le fluide frigorigène utilisé dans l'installation (R22, R134a, R404A, R407C...) !

PENSEZ BIEN QU'UNE GRANDE SURCHAUFFE INDIQUE TOUJOURS UN MANQUE IMPORTANT DE LIQUIDE DANS L'ÉVAPORATEUR ET QU'UN FAIBLE SOUS REFROIDISSEMENT INDIQUE SOIT UN MANQUE DE CHARGE (SI LA BP EST FAIBLE), SOIT UN CONDENSEUR TROP PETIT (SI LA HP EST ÉLEVÉE).

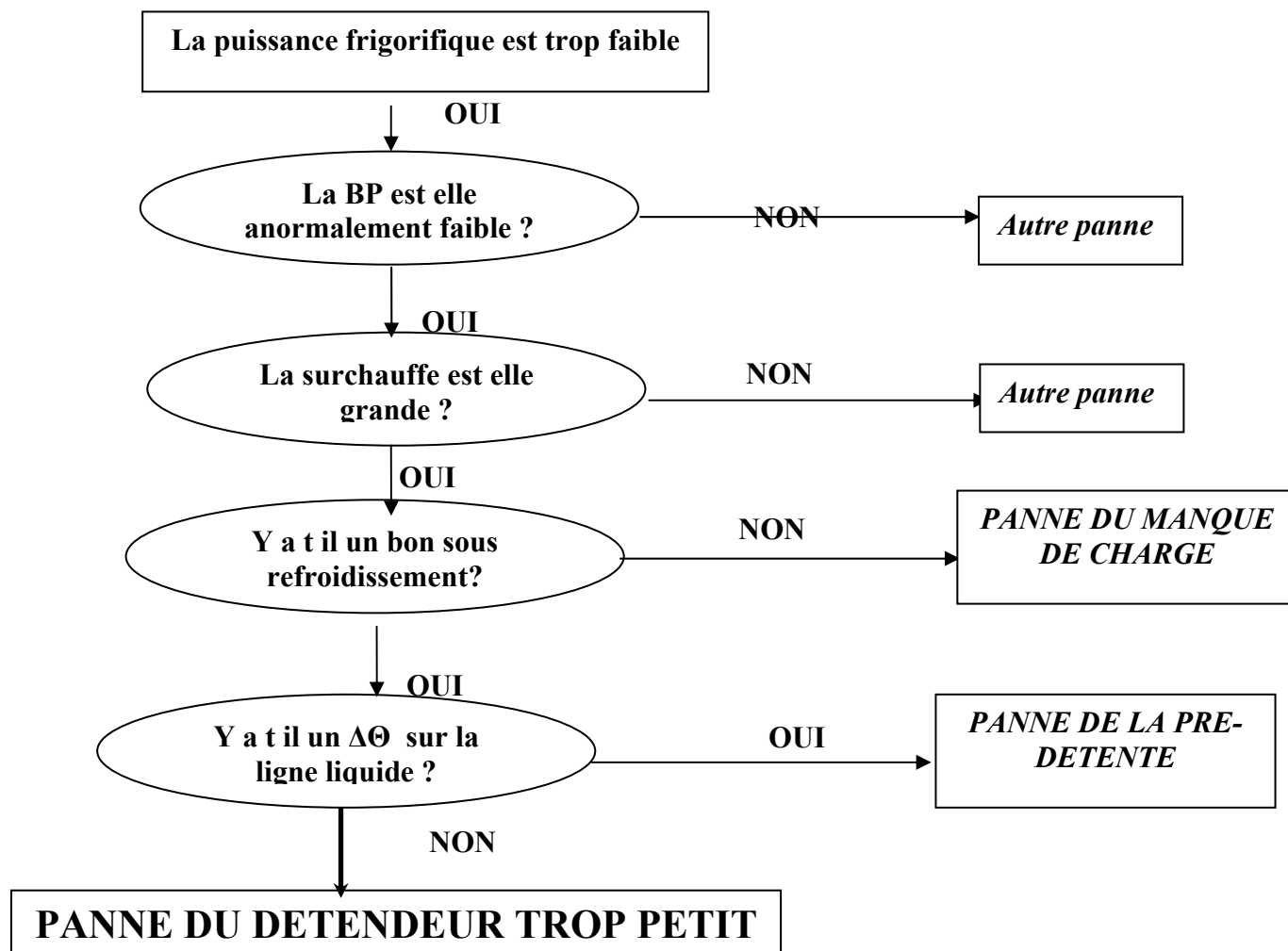
PANNE DU DETENDEUR TROP PETIT

SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DU DETENDEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE

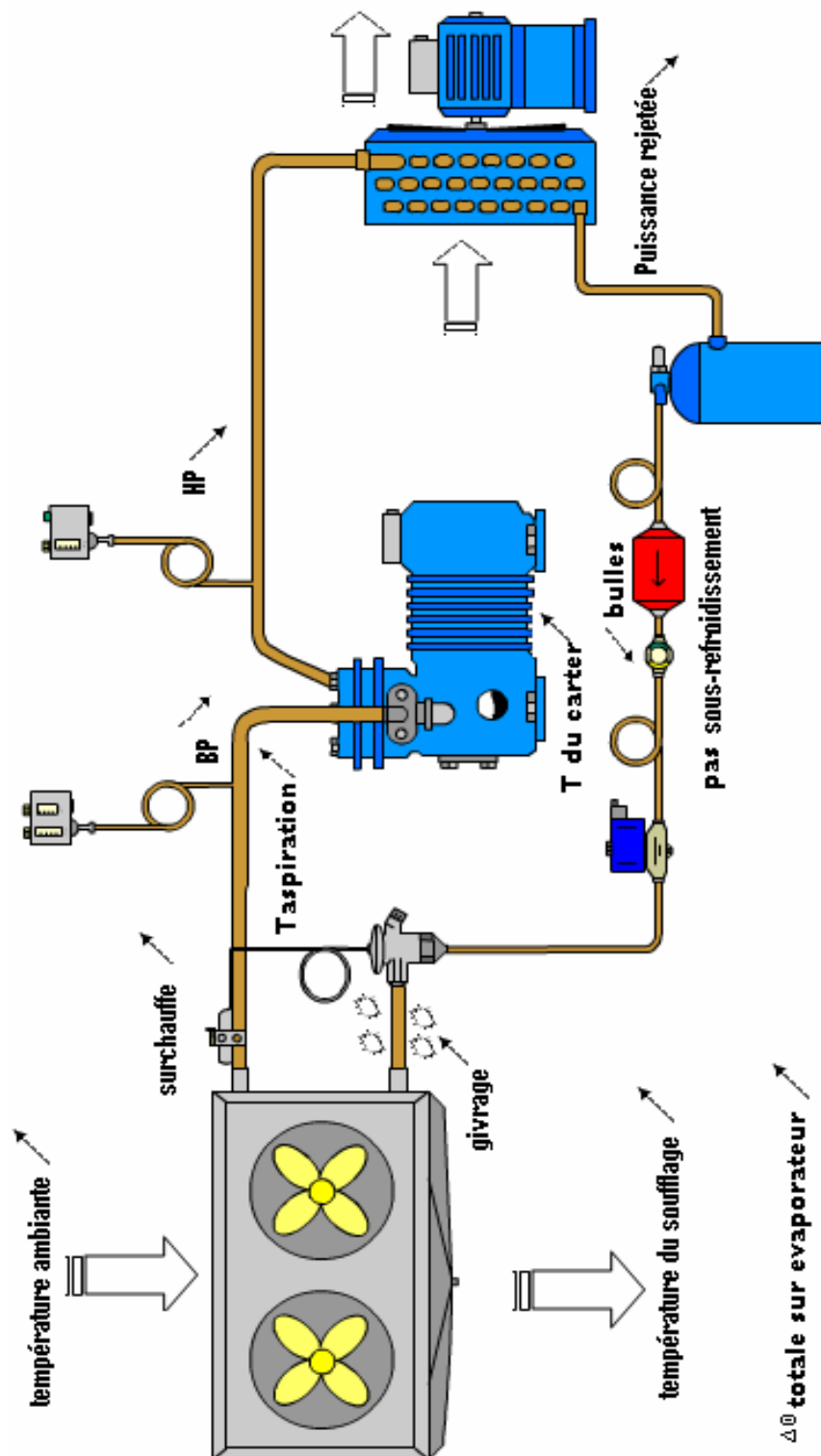


RESUME DE LA PANNE DETENDEUR TROP PETIT :

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP FAIBLE**
- **GRANDE SURCHAUFFE**
- **BON SOUS REFROIDISSEMENT**
- **PAS DE $\Delta\theta$ SUR LA LIGNE LIQUIDE**

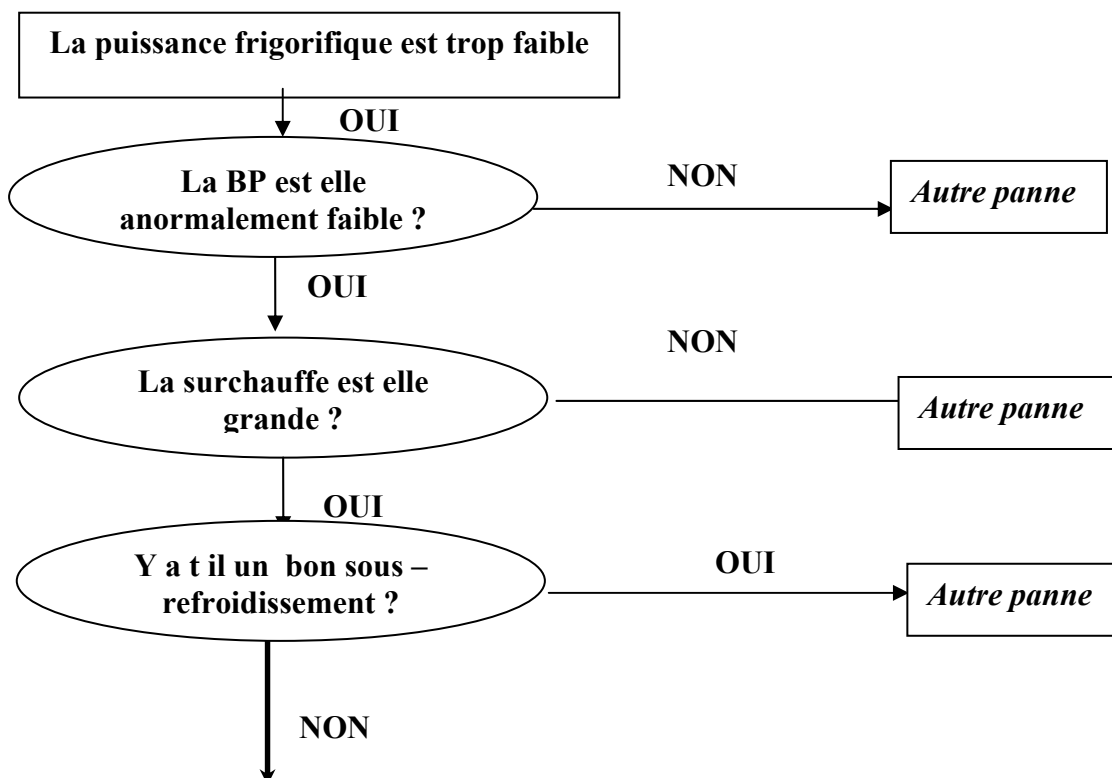
PANNE DU MANQUE DE CHARGE

SYNTESE DES SYMPTOMES



PANNE DU MANQUE DE CHARGE

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE



PANNE DU MANQUE DE CHARGE

Remarque :

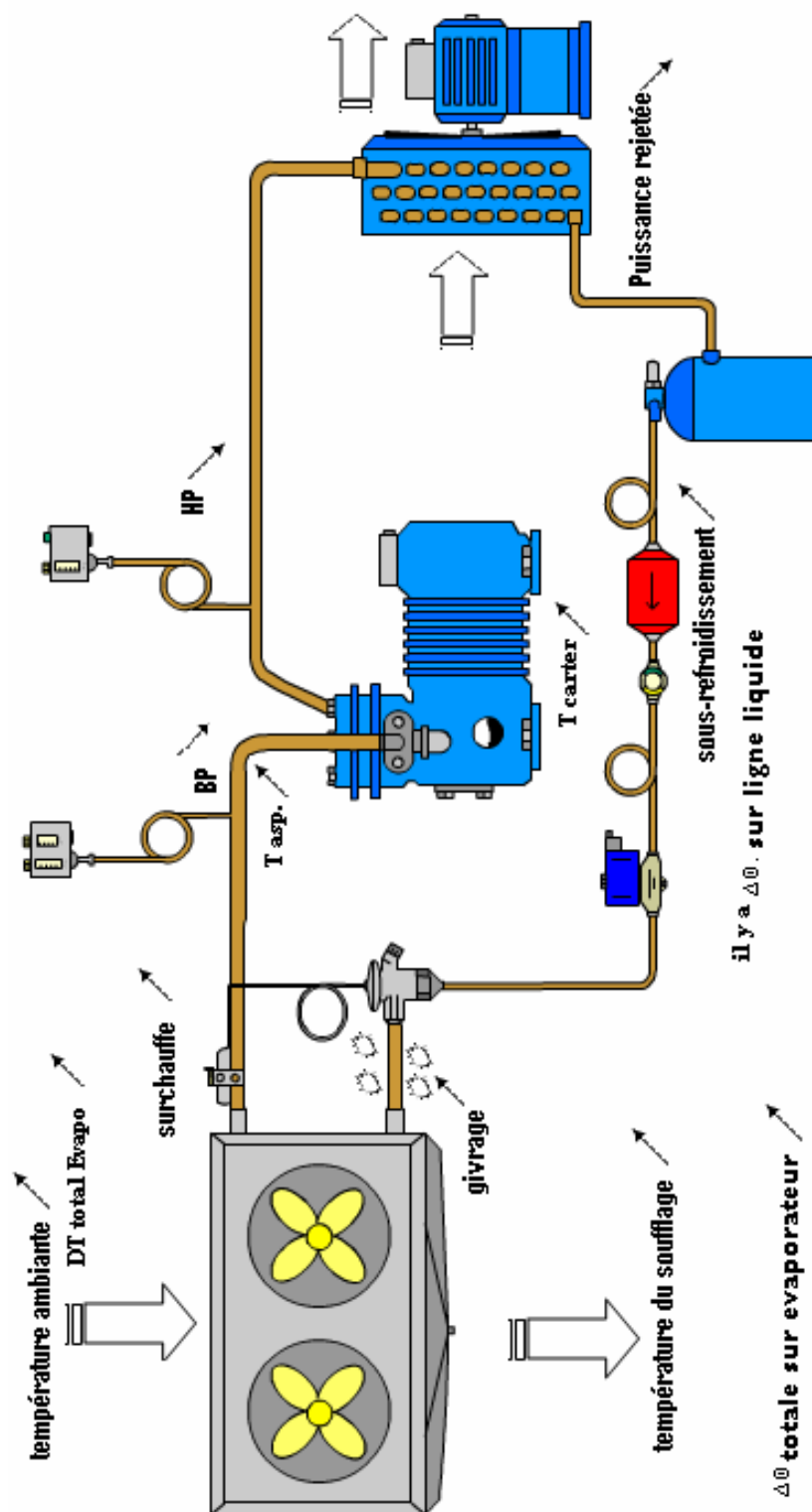
**UN manque de fluide frigorigène dans le condenseur se
Caractérise toujours par un faible sous refroidissement !**

RESUME DE LA PANNE MANQUE DE CHARGE :

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP FAIBLE**
- **GRANDE SURCHAUFFE**
- **MAUVAIS SOUS -REFROIDISSEMENT**

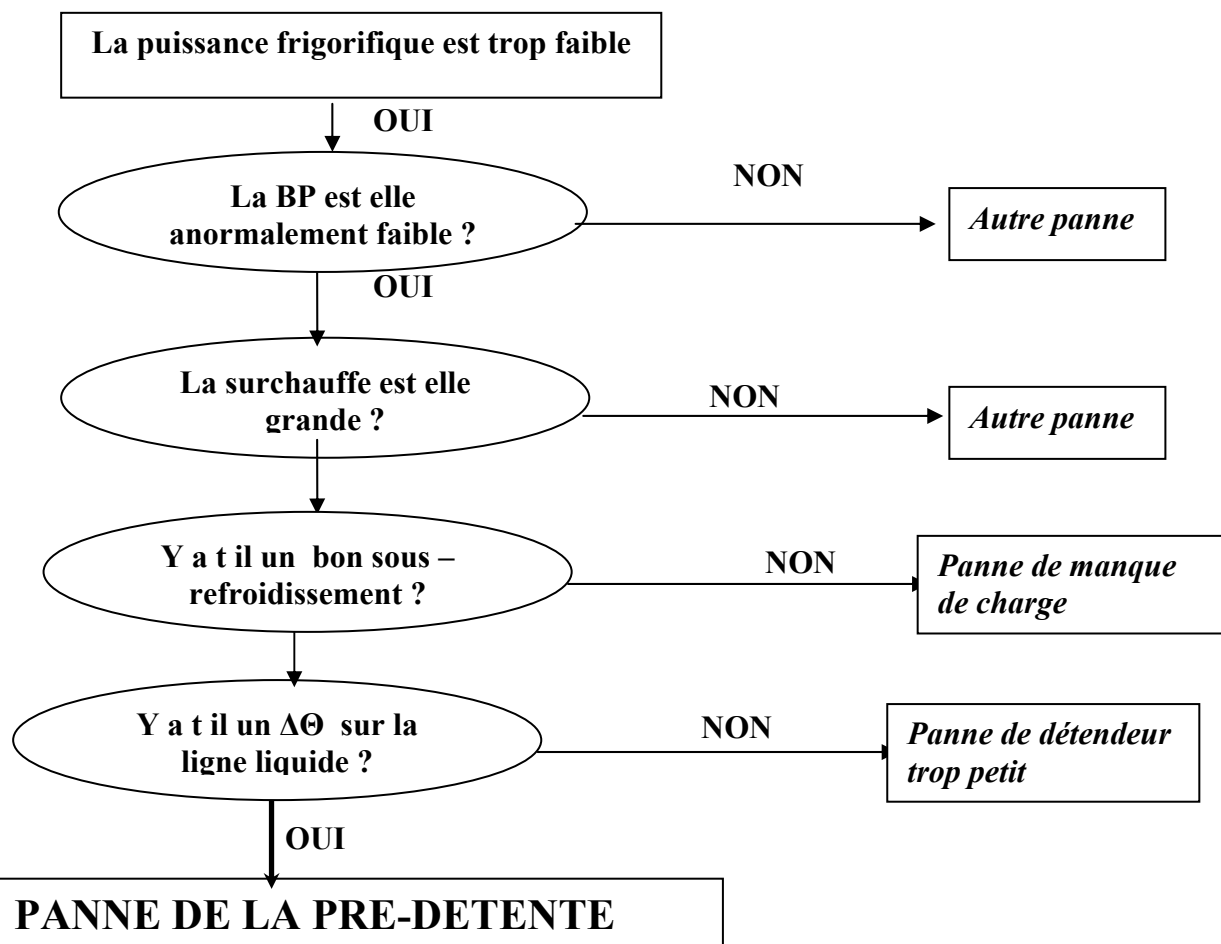
PANNE DE LA PRE-DETENTE

SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DE LA PRE-DETENTE

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE

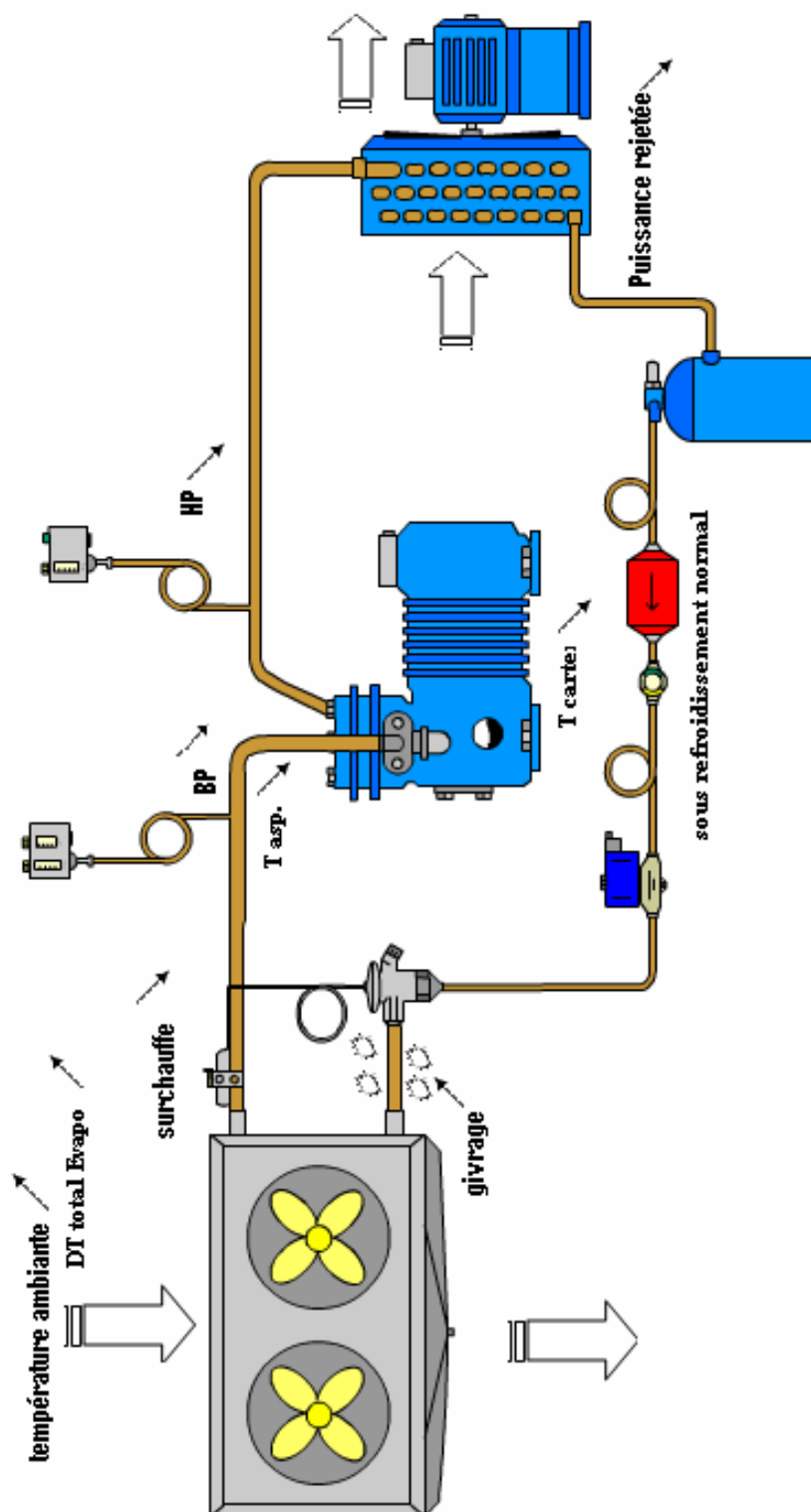


RESUME DE LA PANNE DE LA PRE DETENTE:

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP FAIBLE**
- **GRANDE SURCHAUFFE**
- **BON SOUS –REFROIDISSEMENT**
- **$\Delta\theta$ SUR LA LINGE LIQUIDE**

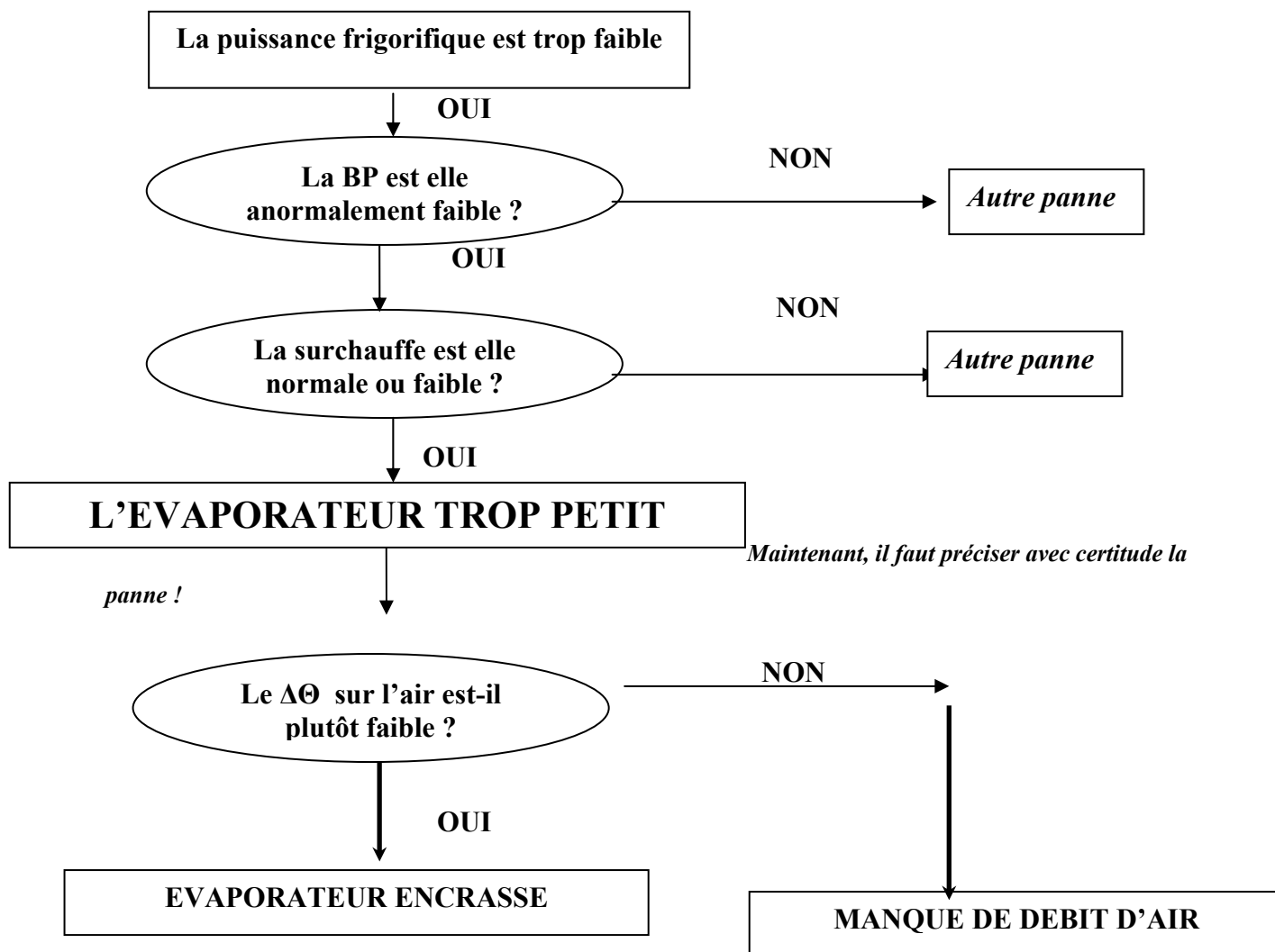
PANNE DE L'EVAPORATEUR TROP PETIT

SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DE L'EVAPORATEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE

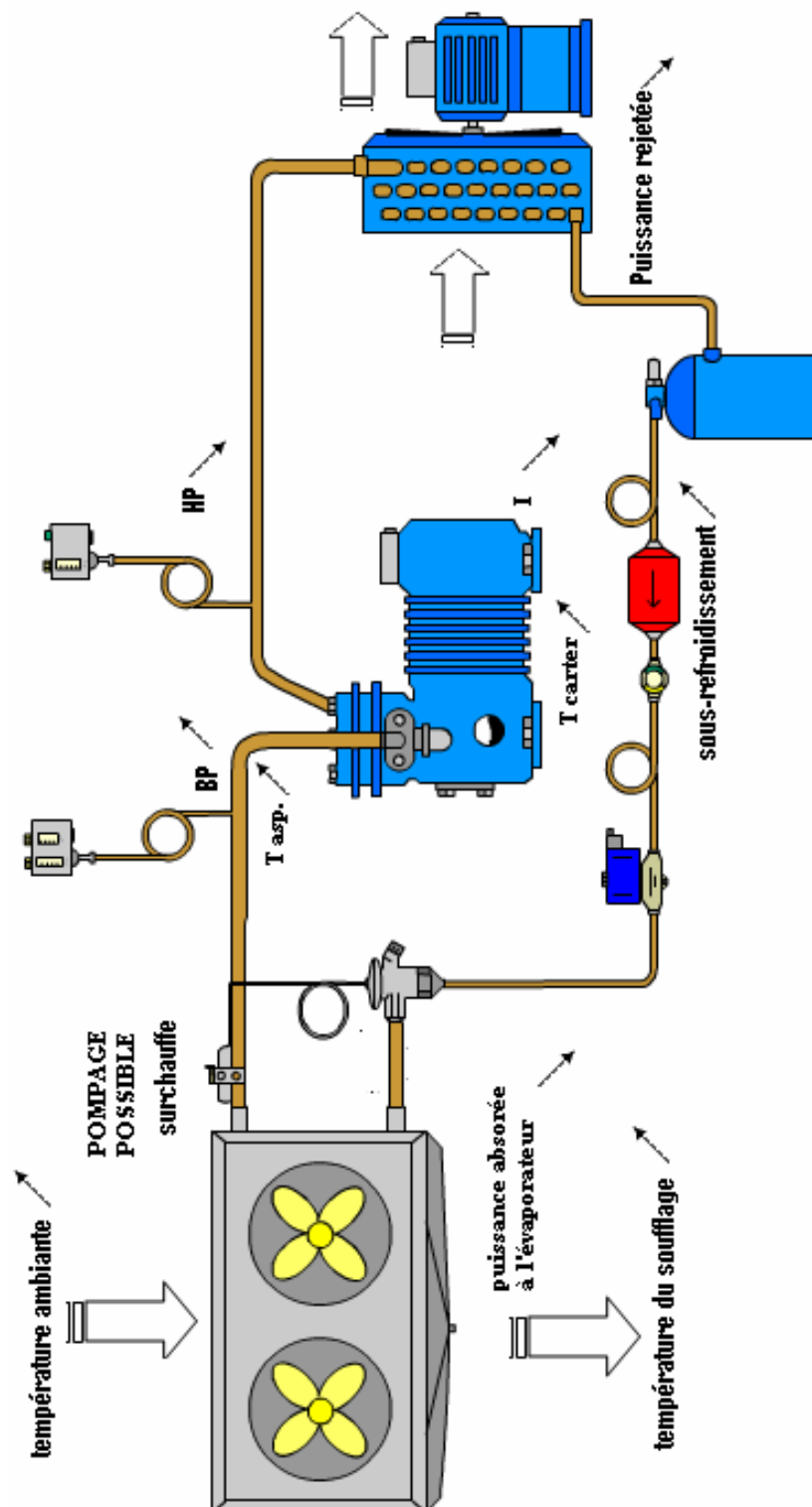


RESUME DE L'EVAPORATEUR TROP PETIT :

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP FAIBLE**
- **SURCHAUFFE FAIBLE**

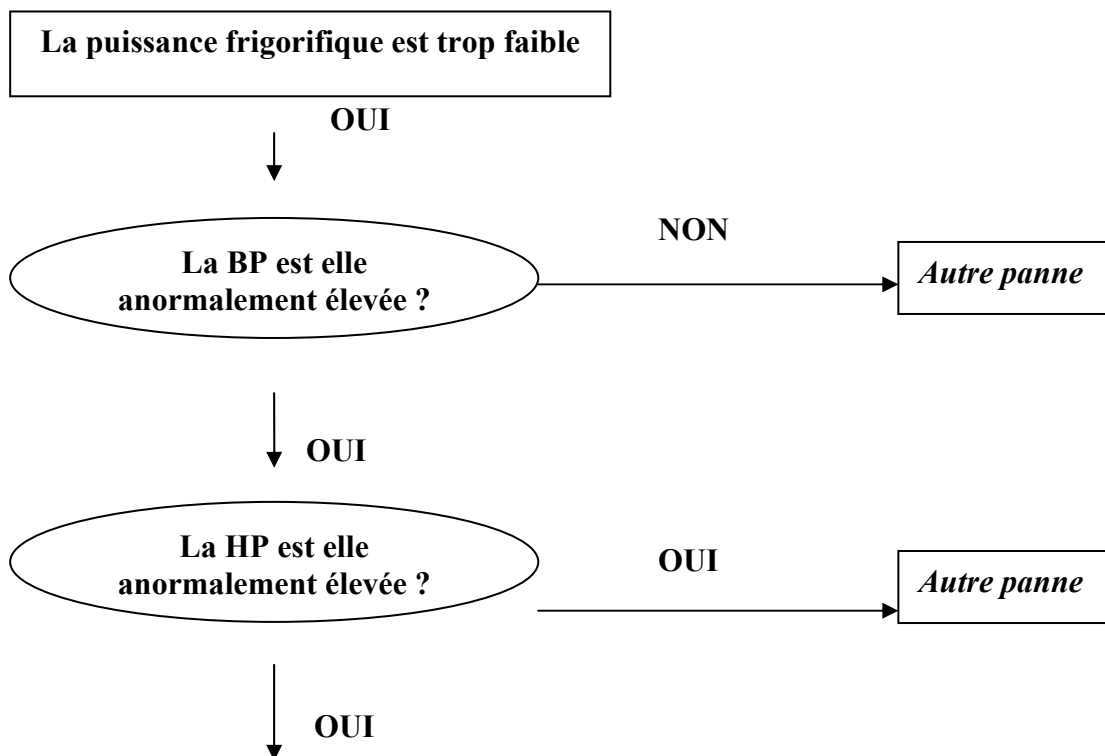
PANNE DU COMPRESSEUR TROP PETIT

SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DU COMPRESSEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE



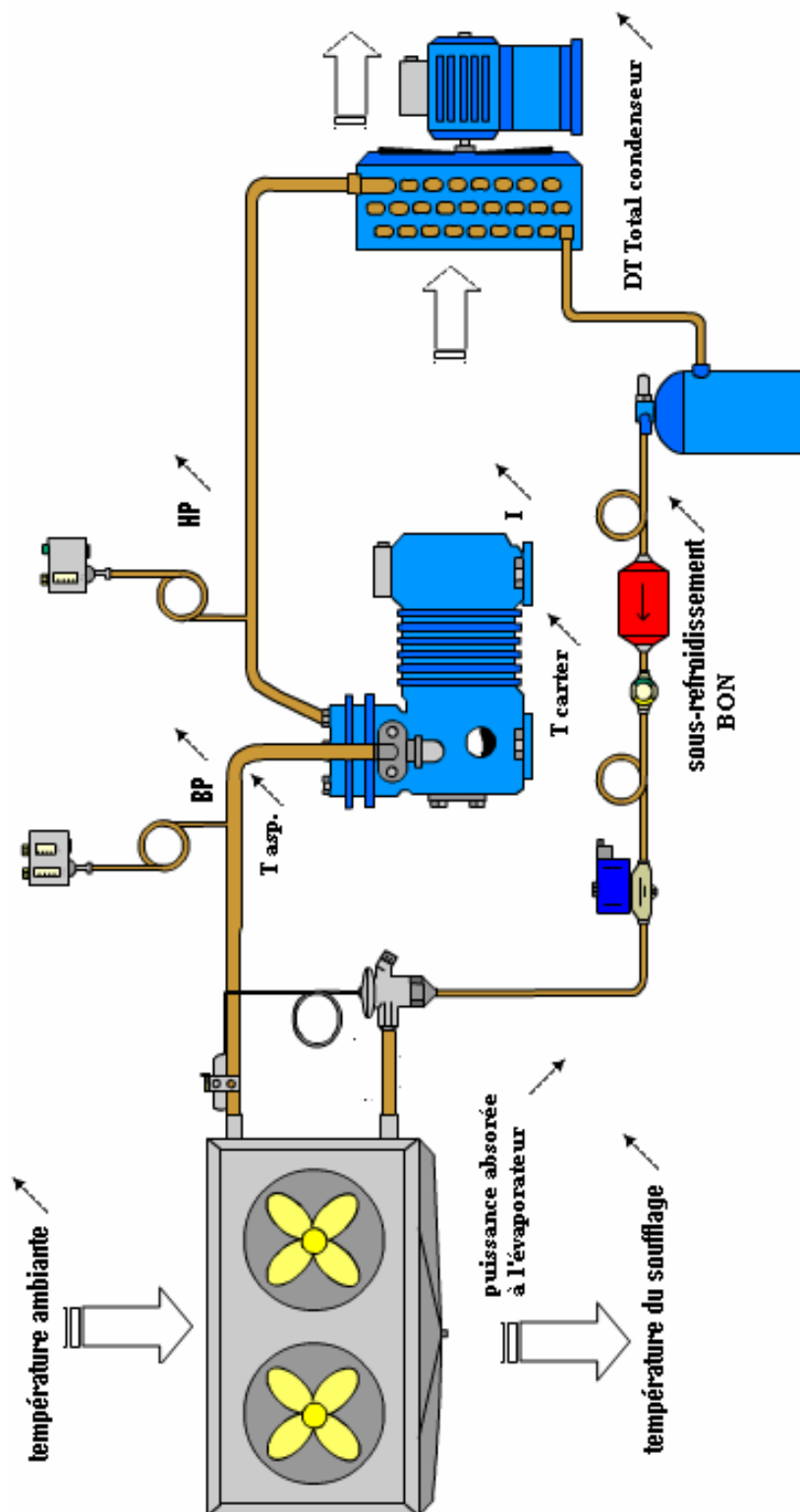
COMPRESSEUR TROP PETIT

RESUME DU COMPRESSEUR TROP PETIT :

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP ELEVEE**
- **HP NORMALE VOIR FAIBLE**

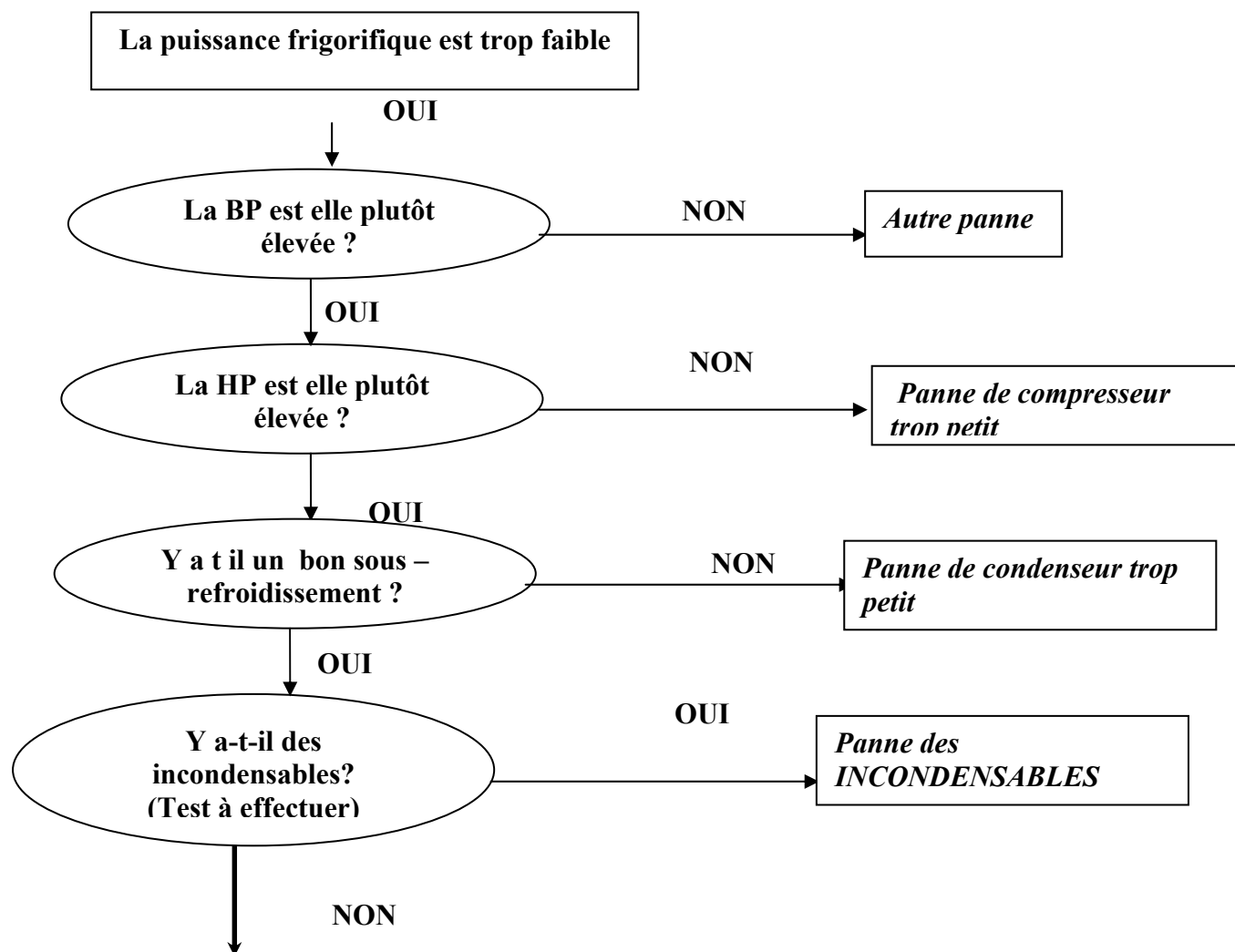
PANNE DE L'EXES DE CHARGE

SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DE L'EXES DE CHARGE

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE

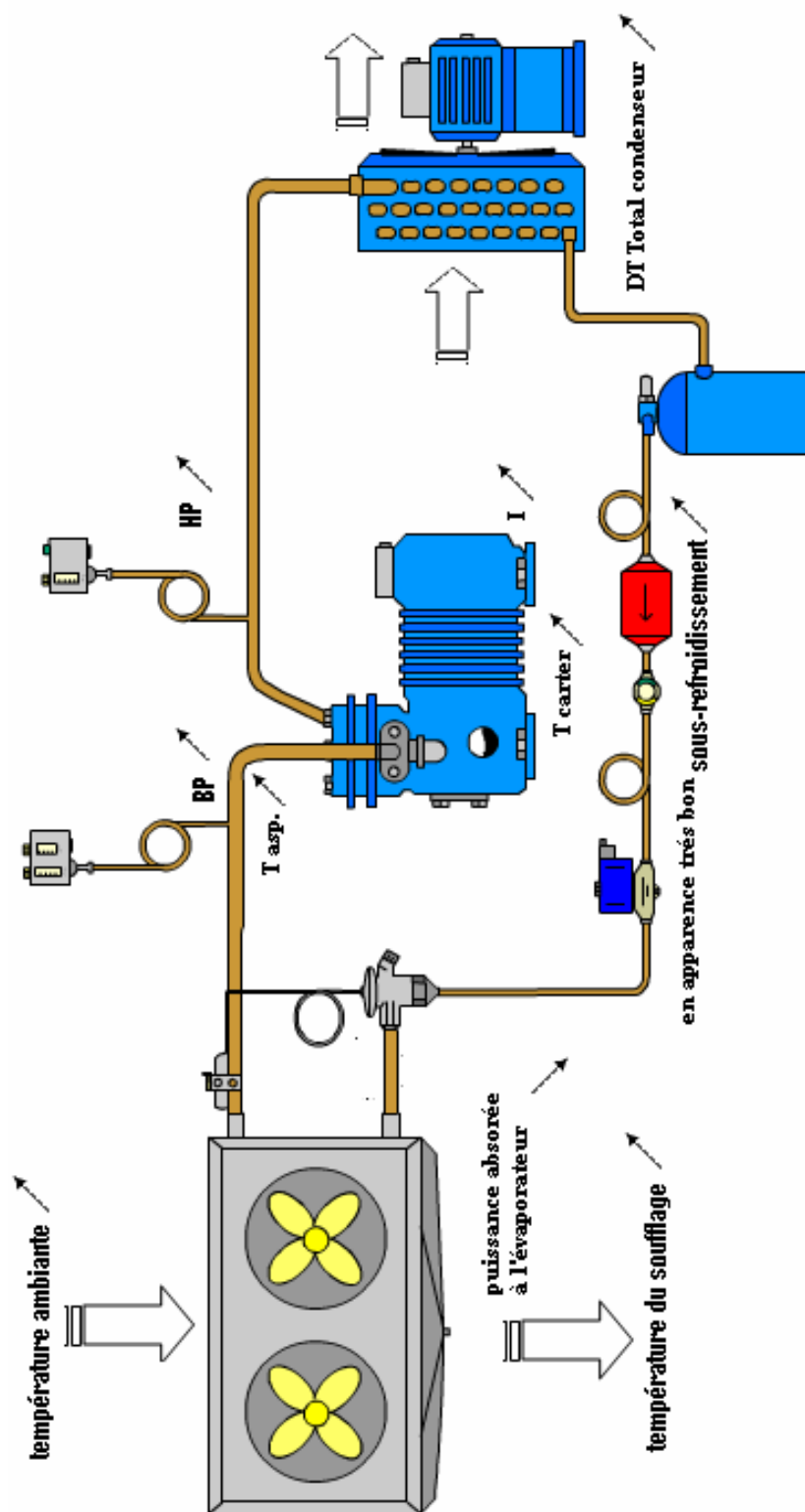


PANNE DE L'EXES DE CHARGE

RESUME DE L'EXES DE CHARGE:

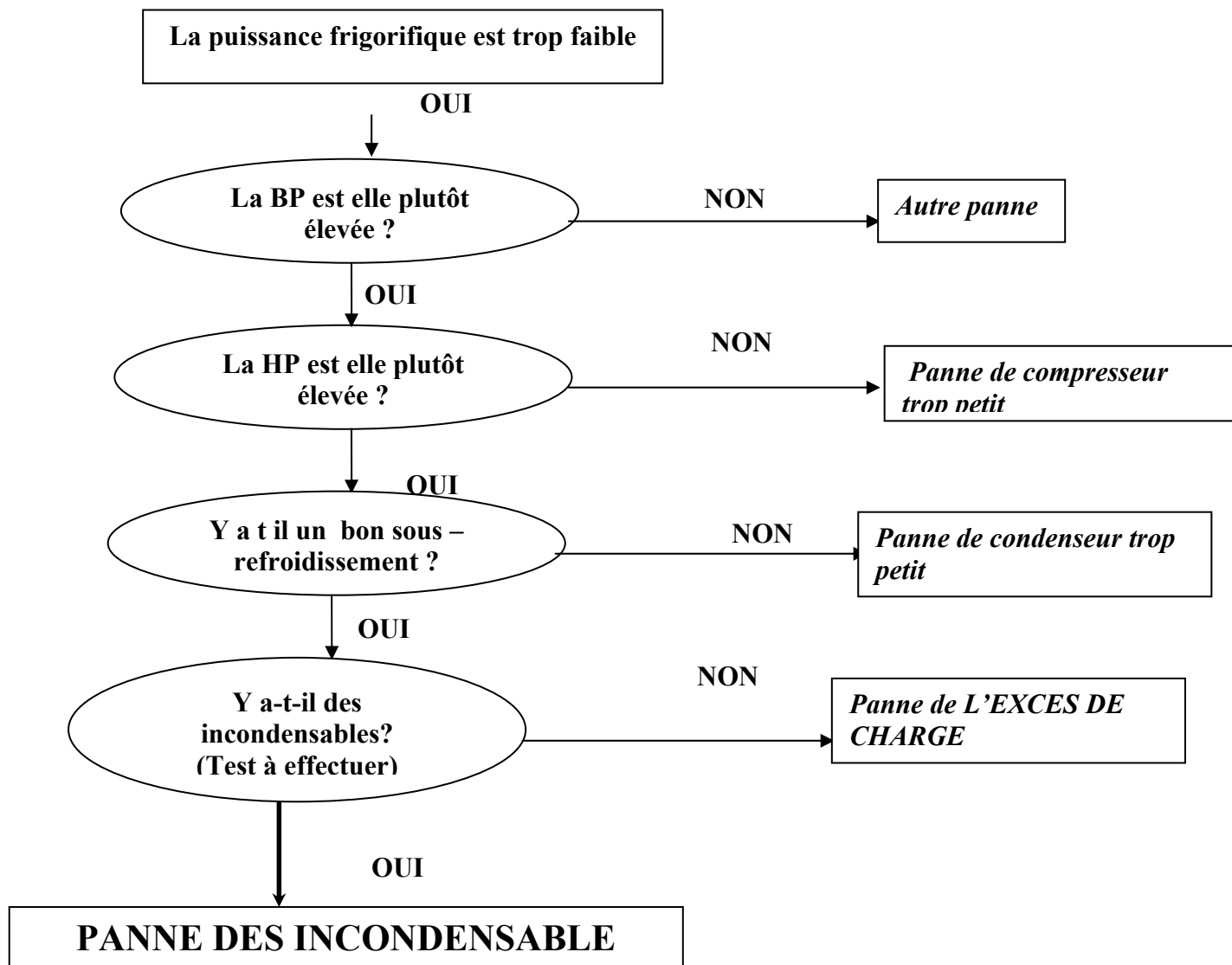
- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP ELEVEE**
- **HP ELEVEE**
- **BON SOUS REFROIDISSEMENT**
- **TEST DES INCONDENSABLES NEGATIF**

PANNE DES INCONDENSABLES : SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DES INCONDENSABLES

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE

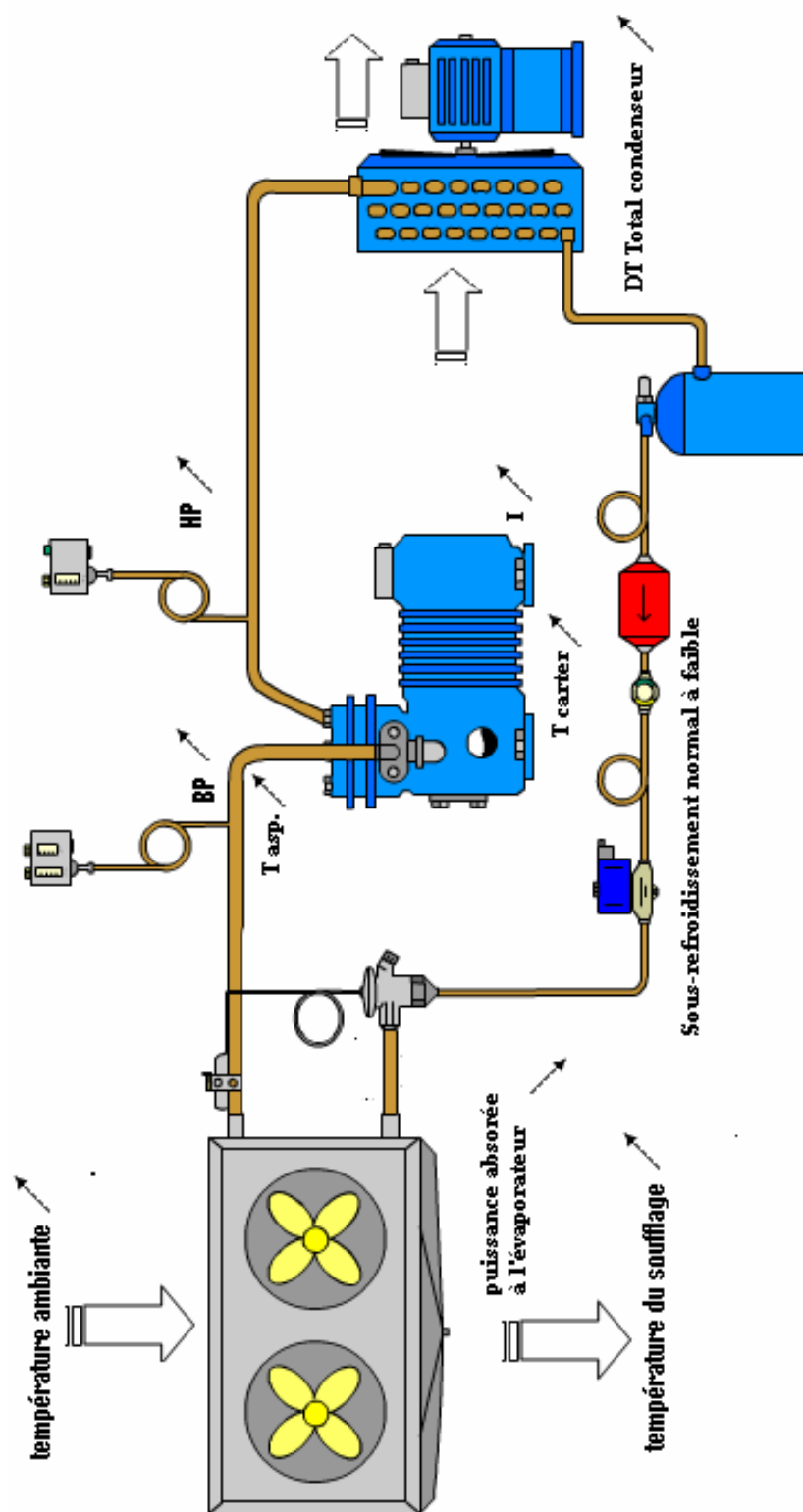


RESUME DES INCONDENSABLES:

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP ELEVEE**
- **HP ELEVEE**
- **BON SOUS REFROIDISSEMENT**
- **TEST DES INCONDENSABLES POSITIF**

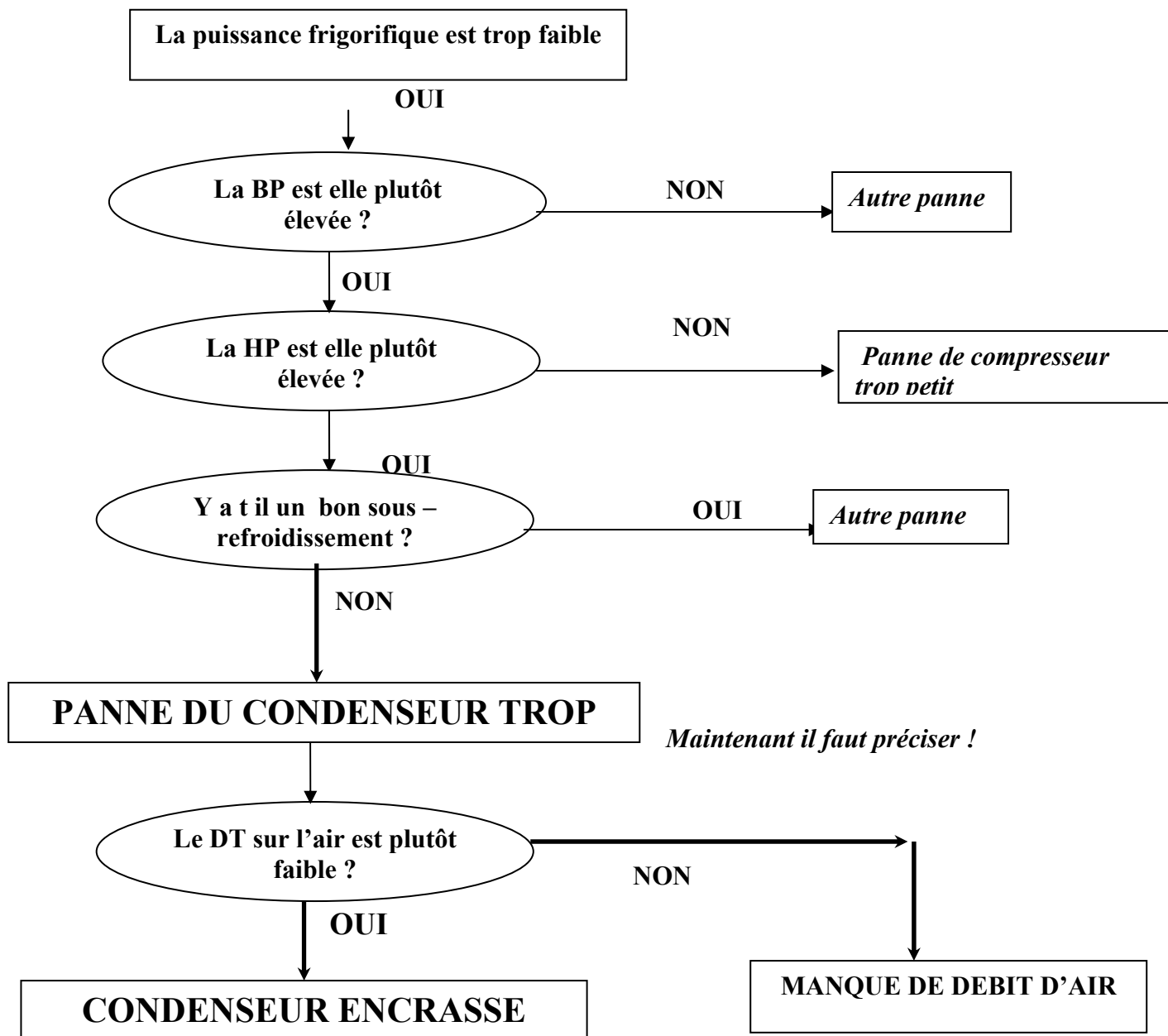
PANNE DU CONDENSEUR TROP PETIT

SYNTHESE DES SYMPTOMES



PANNE DU CONDENSEUR TROP PETIT

METHODOLOGIE DU DIAGNOSTIQUE



RESUME DE CONDENSEUR TROP PETIT:

- **PUISSANCE FRIGORIFIQUE FAIBLE**
- **BP ELEVEE**
- **HP ELEVEE**
- **SOUS REFROIDISSEMENT NORMAL A FAIBLE**

Le dépannage électrique

Quel appareil utiliser et dans quel cas ?

Il existe deux types de pannes électriques qui engendrent deux situations de dépannage différentes :

L'armoire électrique est restée sous tension (coupure d'une sécurité par exemple).

Dans ce cas le dépannage s'effectue au voltmètre.

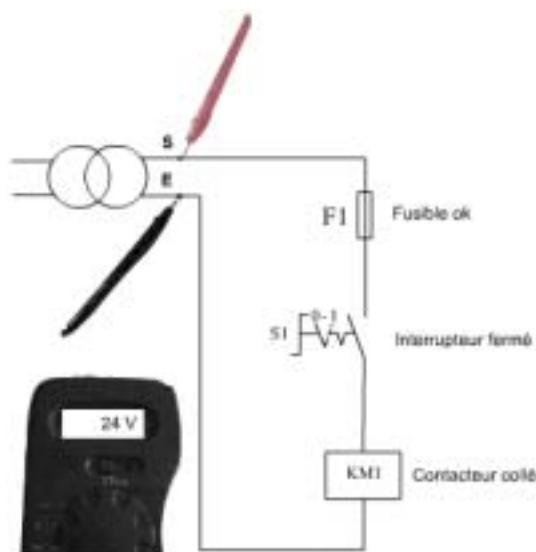
L'armoire électrique n'est plus alimentée (court-circuit par exemple).

Dans ce cas le dépannage doit se faire à l'ohmmètre.

Le dépannage au voltmètre.

Etude d'un fonctionnement normal :

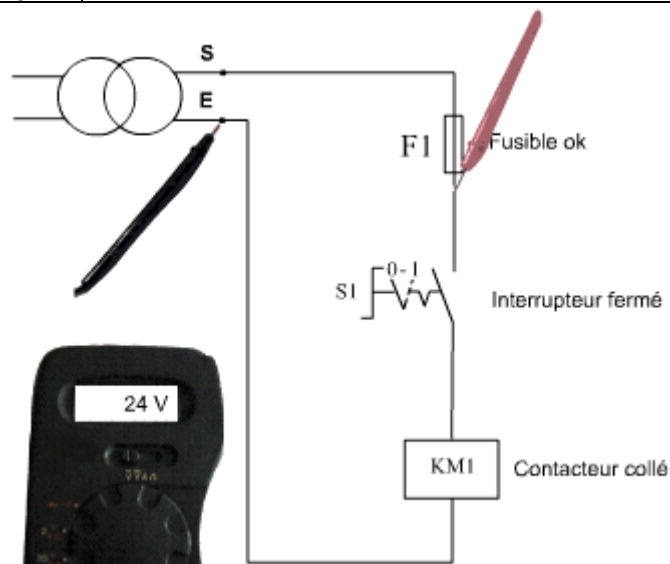
Par soucis de respect de la symbolisation électrique, les éléments sont représentés au repos.



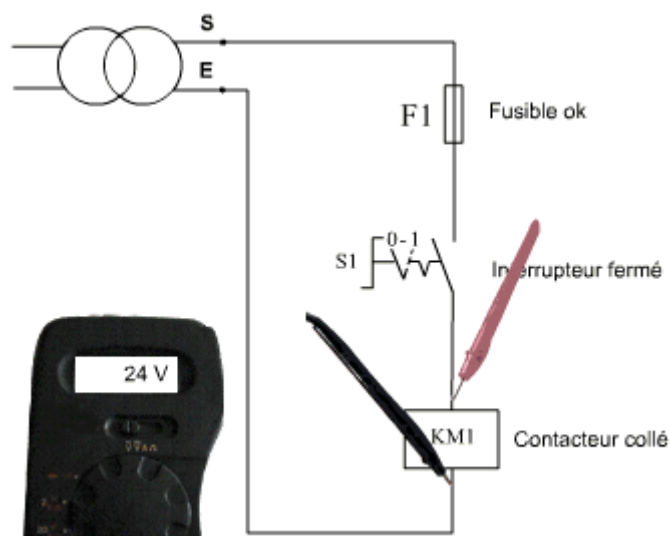
Un voltmètre placé aux bornes du secondaire d'un transformateur mesure une tension de 24V. On parle aussi d'une différence de potentiel de 24V.

Sur notre transformateur le potentiel du point S $V_s=24V$ et celui du point E $V_e=0V$.

Notre voltmètre mesure donc $U_{se}=V_s-V_e=24-0=24V$. Cela prouve que notre transformateur délivre du courant.

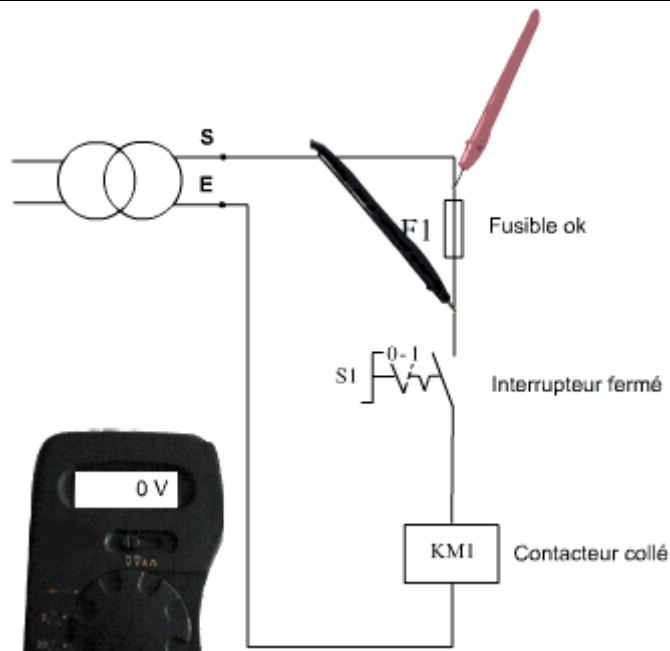


En déplaçant la fiche rouge du point S à la sortie de la porte fusible, on relève encore 24V. Cela signifie que le potentiel de ce nouveau point est aussi de 24V.

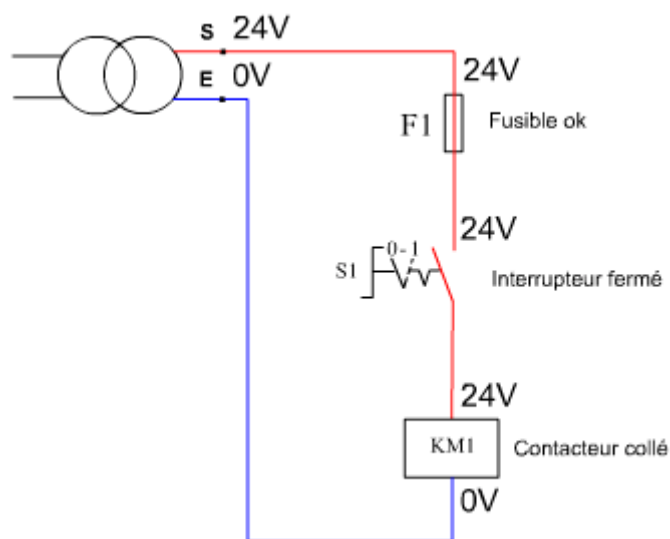


En plaçant les fiches du voltmètre entre les bornes de la bobine du contacteur, on relève 24V. Le potentiel 24V a donc été distribué jusqu'à la borne A1 de la bobine du contacteur et celui de 0V jusqu'à sa borne A2. C'est pourquoi on mesure une différence de potentiel de 24V.

Le récepteur consomme les 24V délivrés par le générateur.



En plaçant les fiches du voltmètre entre les bornes du porte fusible F1, on mesure 0V. Cela signifie que les deux bornes du porte fusible sont au même potentiel. $U=24-24=0V$.



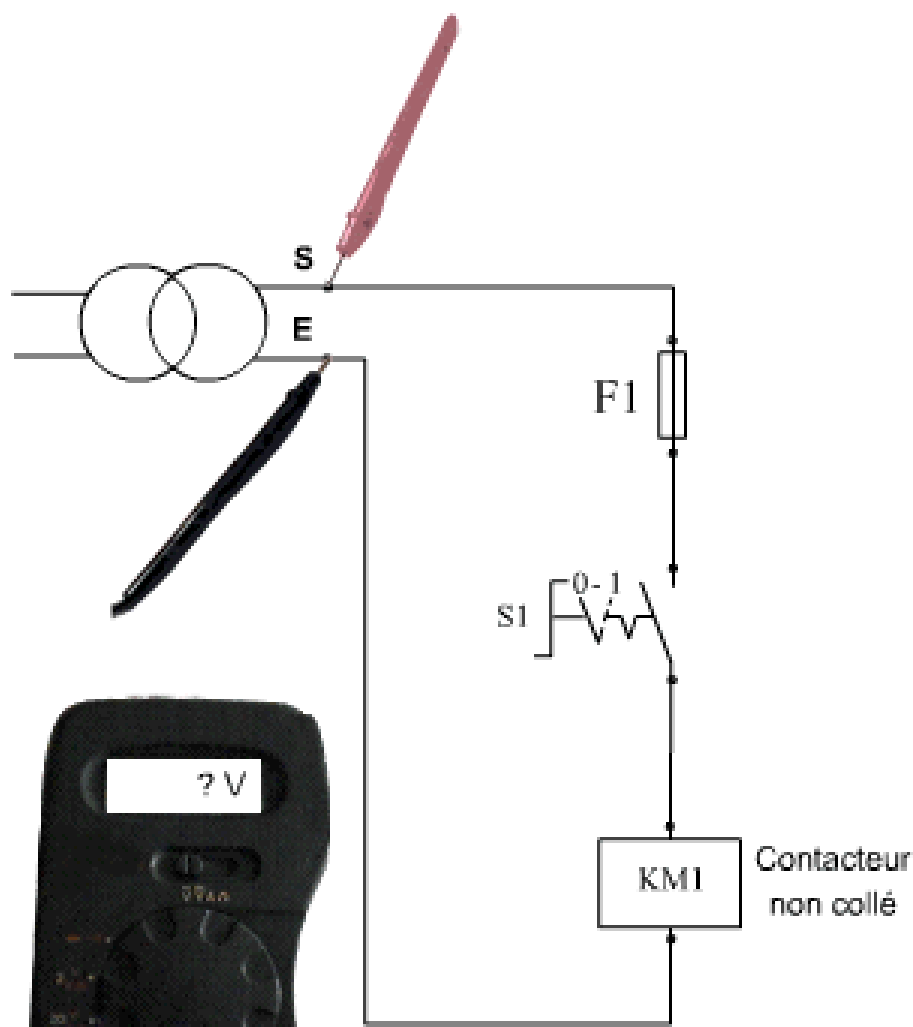
En coloriant les conducteurs au potentiel 24V en rouge et ceux au potentiel 0V en bleu, on obtient le schéma ci-dessus. On peut facilement conclure que toutes mesures entre bleu et bleu et entre rouge et rouge nous donne $U=0V$. Seules les mesure entre rouge et bleu nous donne $U=24V$.

Tous les points situés au dessus du récepteur sont au même potentiel que l'alimentation 24V.

Tous les points situés en dessous du récepteur sont au potentiel 0V.

Etude d'une panne :

Sur cette même installation, nous allons supposer que le contacteur ne veut pas coller...
Nous allons effectuer une série de mesure et interpréter les résultats possibles.

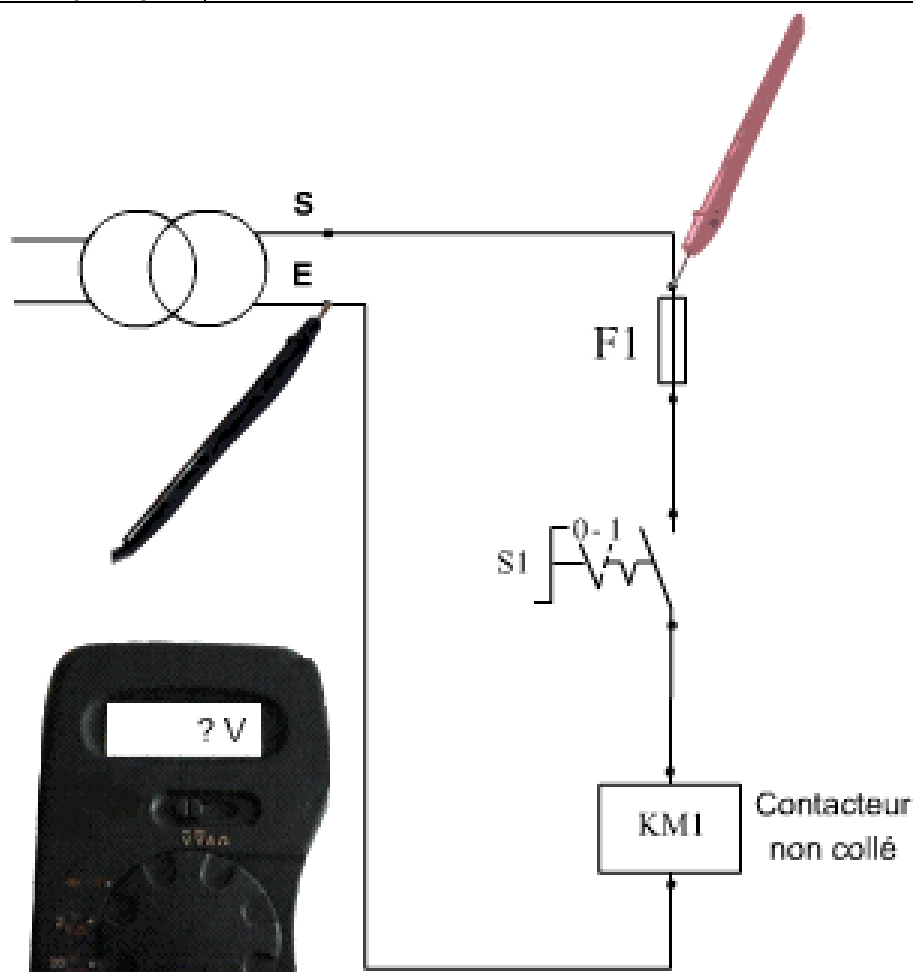


Le voltmètre indique 0V :

Le transformateur ne délivre pas sa tension de secondaire. La panne se situe sûrement au primaire du transformateur ou alors c'est le transformateur lui même qui est défectueux.
Voilà pourquoi le contacteur ne colle pas.

Le voltmètre indique 24V :

Le transformateur délivre sa tension de secondaire, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

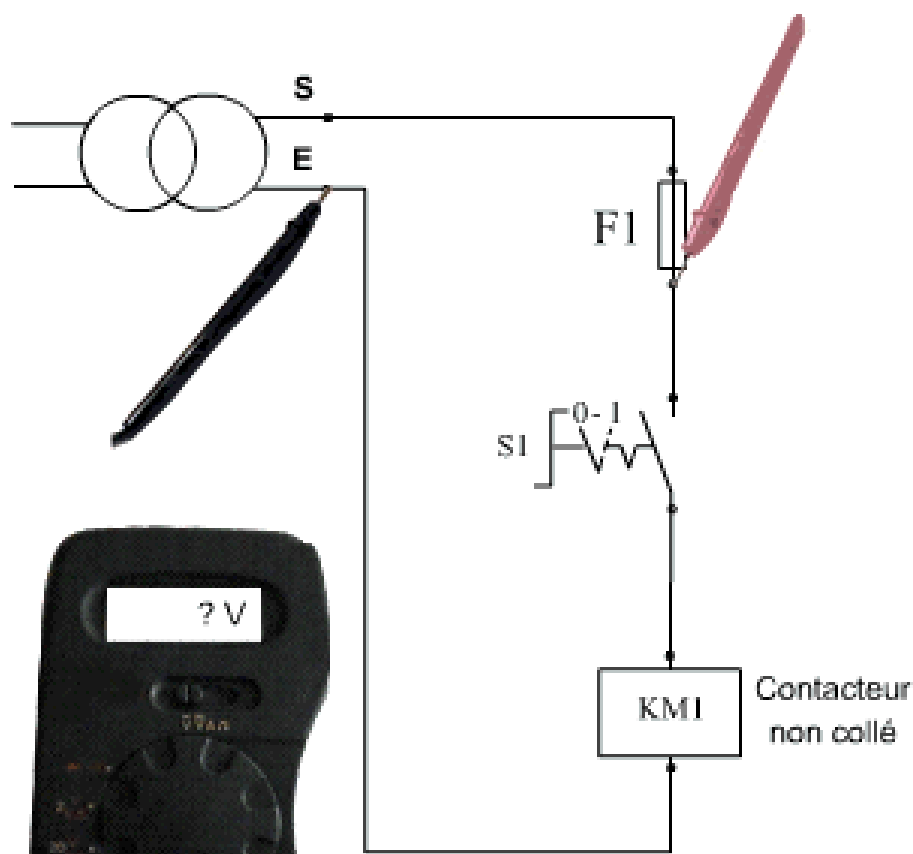


Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne d'entrée du porte fusible. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a surentraîné pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction est correctement réalisée, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

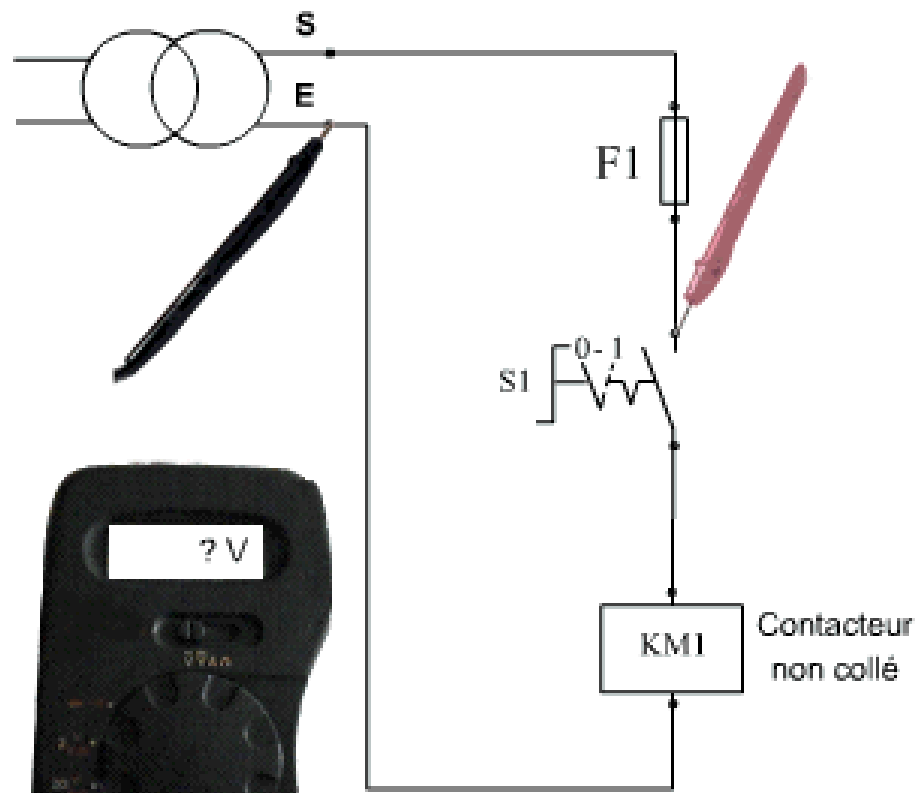


Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne de sortie du porte fusible. Le fusible est grillé. Il y a du avoir un court-circuit. Il faut vérifier l'ensemble des connexions pour trouver celle qui a causé ce court-circuit.

Le voltmètre indique 24V :

Le fusible conduit le courant, il n'est donc pas grillé, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

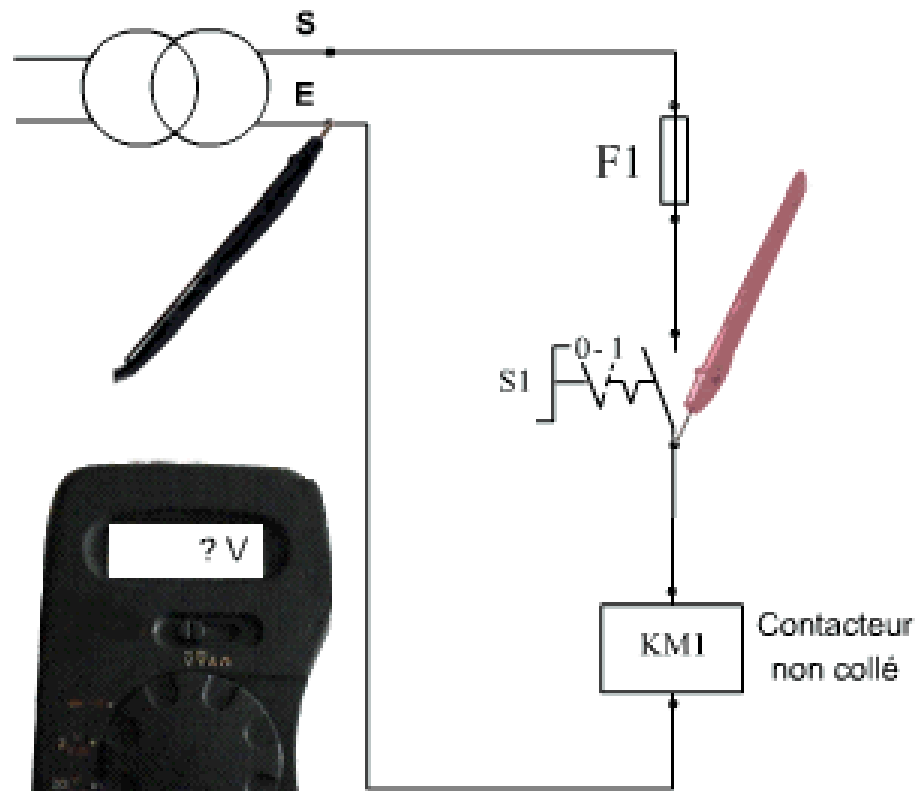


Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne d'entrée du commutateur marche arrêt. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction est correctement réalisée, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

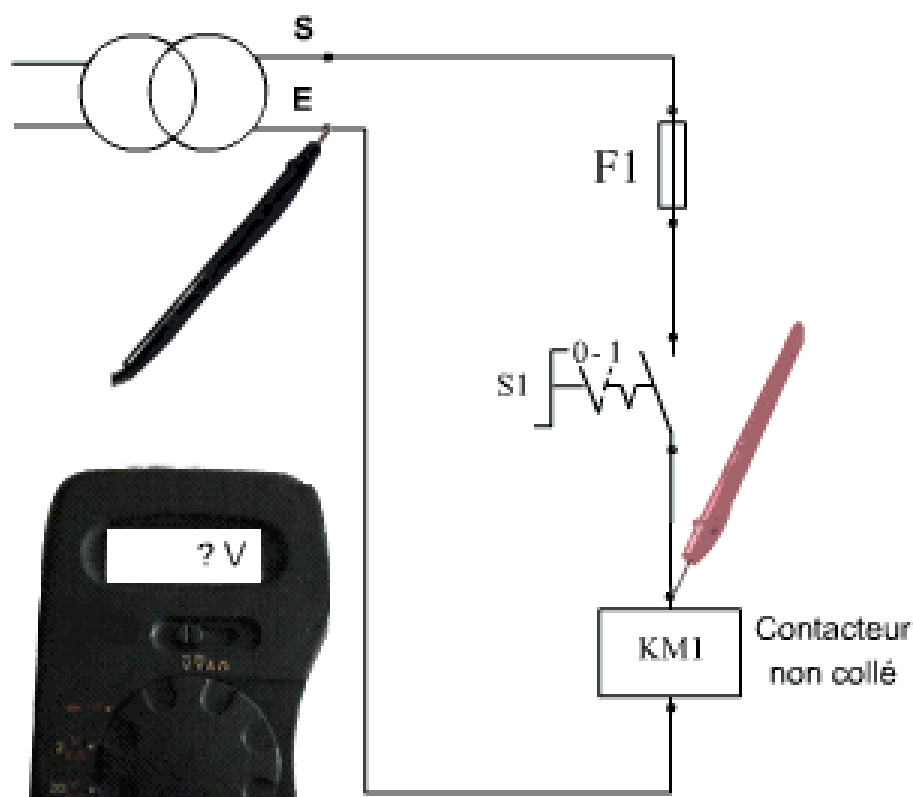


Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne de sortie du commutateur marche arrêt. Le commutateur est donc ouvert ! Il suffit de le remettre sur la position marche pour redémarrer le système.

Le voltmètre indique 24V :

Le commutateur est sur la bonne position, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

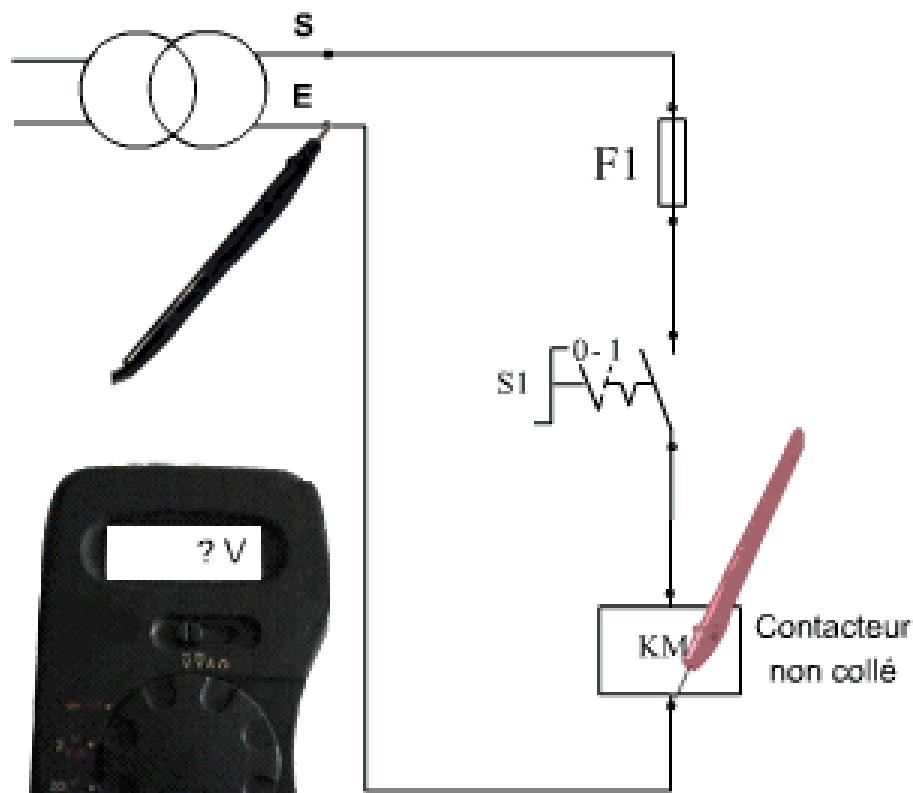


Le voltmètre indique 0V :

Le potentiel 24V n'arrive pas à la borne A1 du contacteur. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction est correctement réalisée, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

**Le voltmètre indique 0V :**

La jonction entre E et la borne A2 est correctement réalisée. Le contacteur est donc défectueux, il faut vérifier sa bobine.

Le voltmètre indique 24V :

La jonction entre E et la borne A2 n'est pas correctement réalisée. Le fil électrique ne joue pas son rôle de conducteur. On a sûrement pincé l'isolant en réalisant le raccordement ou alors le conducteur est cassé dans sa gaine.

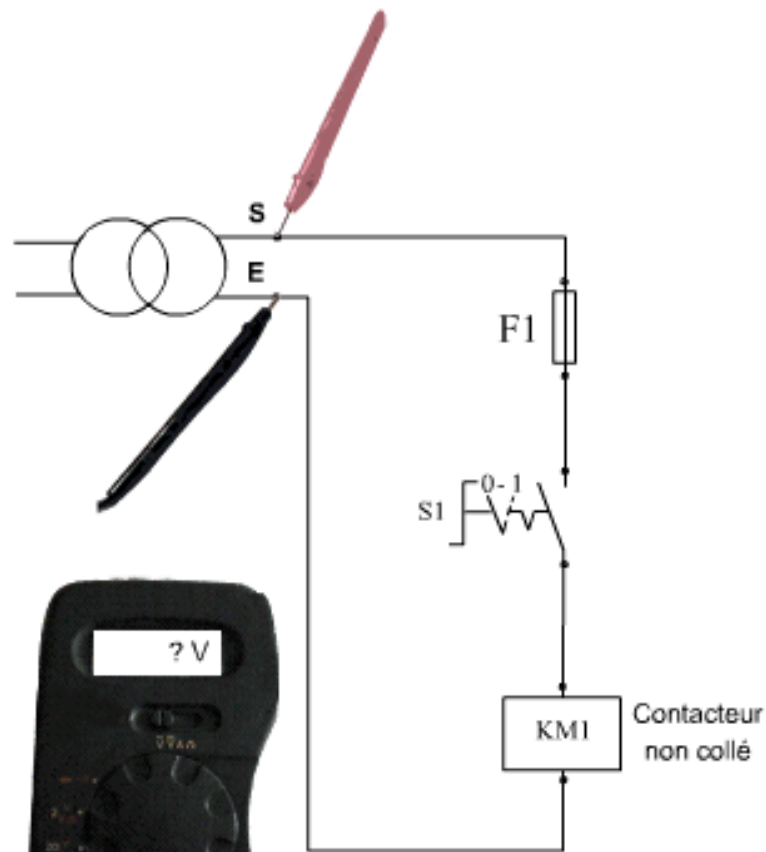
Comme vous l'avez constaté, nous venons de trouver une manière simple et efficace de trouver l'élément incriminé dans la panne. Il suffit de garder un point de référence (ici le point E avec la fiche noire) et de déplacer la fiche rouge de point en point jusqu'à déceler la panne.

Malheureusement cette méthode peut devenir très pénible quand on a à faire à des lignes qui comportent plusieurs éléments en série...

Amélioration de la méthode

Pour réduire le nombre de mesure à effectuer, nous allons améliorer la méthode...

Pour cela, nous allons commencer par réaliser la même première mesure que précédemment et faire la même conclusion...



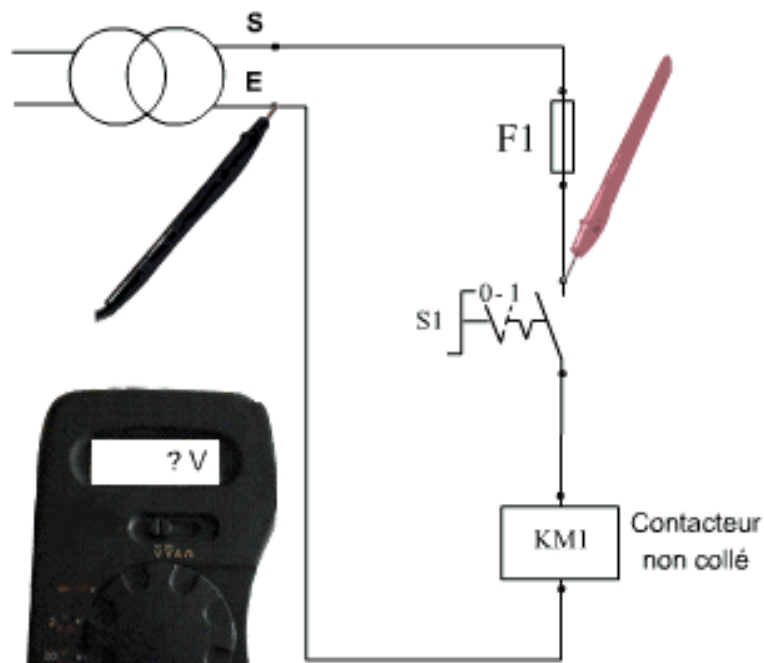
Le voltmètre indique 0V :

Le transformateur ne délivre pas sa tension de secondaire. La panne se situe sur le primaire du transformateur ou alors c'est le transformateur lui-même qui est défectueux. Voilà pourquoi le contacteur ne colle pas.

Le voltmètre indique 24V :

Le transformateur délivre sa tension de secondaire, il faut poursuivre les mesures pour trouver la panne. Passons à la mesure suivante...

La mesure suivante va consister à réaliser une mesure au milieu du circuit.



Le voltmètre indique 0V :

Cela signifie que de la borne E à la fiche rouge le circuit se comporte comme un conducteur puisqu'on retrouve le potentiel 0V en haut de l'interrupteur. La panne se situe entre S et la borne d'entrée du commutateur...

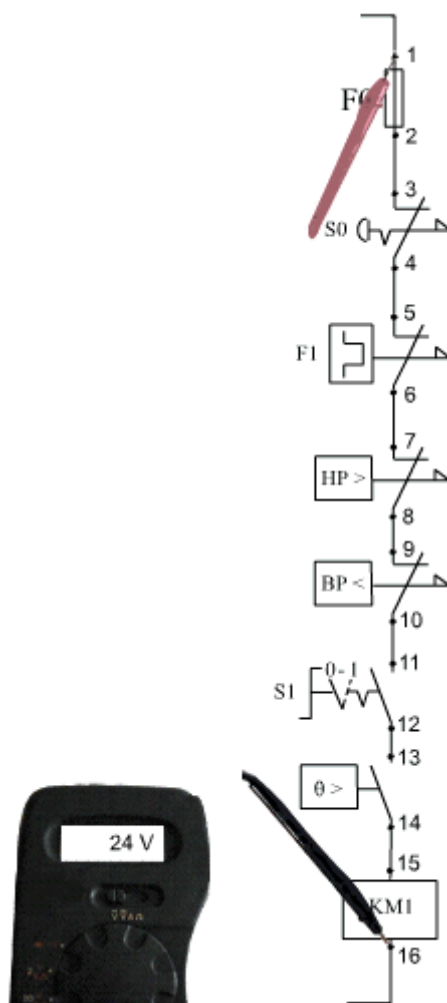
Le voltmètre indique 24V :

Cela signifie que le potentiel 24V est conduit jusqu'à la fiche rouge, le circuit entre S et la borne d'entrée du commutateur se comporte comme un conducteur... La panne se situe donc entre la borne d'entrée du commutateur et la borne E du transformateur...

Cette méthode de dépannage est basée sur les mesures par milieux successifs. On dit qu'on sonne le circuit par moitié ce qui permet de mettre hors de cause une moitié de circuit à chaque mesure.

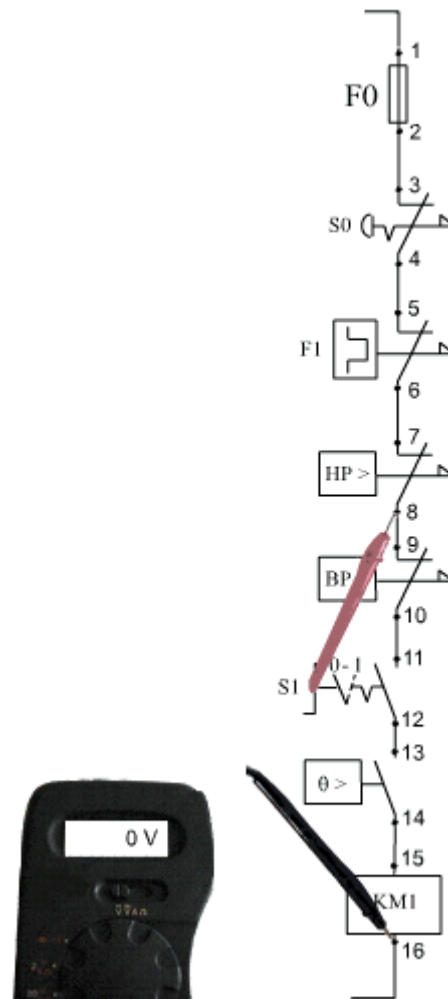
Exemple :

Prenons pour exemple le schéma d'une régulation thermostatique. Le contacteur refuse de s'enclencher. Trouvons la panne en appliquant cette nouvelle méthode...



En mesurant entre 1 et 16, on trouve une tension de 24V, ce qui signifie que le circuit de commande est toujours alimenté. On peut donc rechercher la panne au voltmètre. Le point 1 est au potentiel 24V et le 16 au potentiel 0V. Sur ce schéma est repéré 16 points, pour la prochaine mesure, il convient donc de déplacer la fiche rouge du voltmètre afin de mettre hors cause une moitié de circuit...

Plaçons notre fiche rouge au nouveau point de mesure 8 (qui correspond au milieu du circuit) et laissons notre fiche noire de référence sur le point 16.



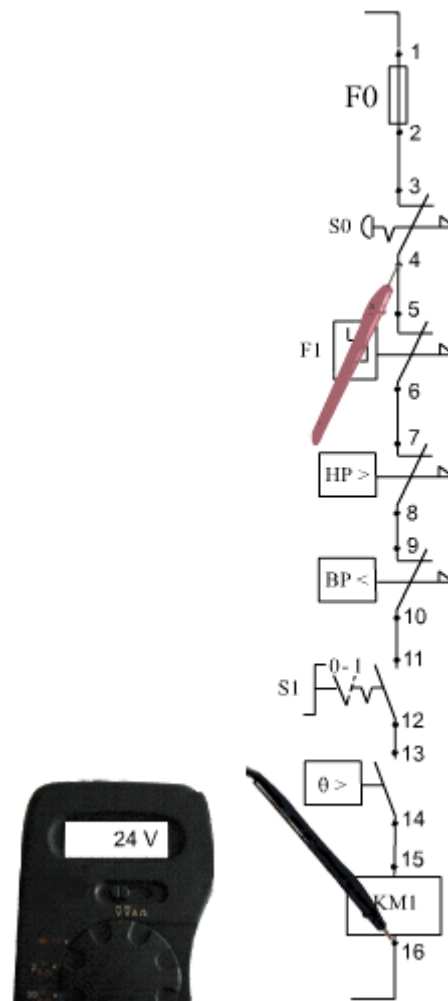
Cette fois la mesure nous donne un résultat de 0V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 16 et le point 8. Entre ces deux points les appareils se comportent comme des conducteurs et donc il n'y a aucune interruption du circuit dans cette partie.

Cette mesure nous permet d'affirmer que tous les éléments entre 8 et 16 sont hors de cause...

La panne se situe donc entre 1 et 8...

Si on coupe ce nouveau circuit en deux pour réaliser notre prochaine mesure il faut déplacer la fiche rouge sur le point 4...



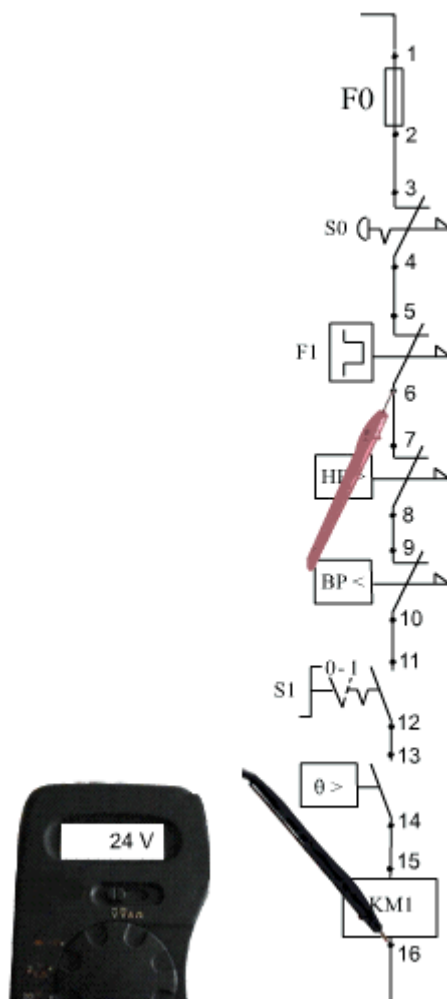
Cette fois la mesure nous donne un résultat de 24V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 1 et le point 4. Entre ces deux points les appareils se comportent comme des conducteurs et donc il n'y a aucune interruption du circuit dans cette partie.

Cette mesure nous permet d'affirmer que tous les éléments entre 1 et 4 sont hors de cause...

La panne se situe donc entre 4 et 8...

Si on coupe ce nouveau circuit en deux pour réaliser notre prochaine mesure il faut déplacer la fiche rouge sur le point 6...



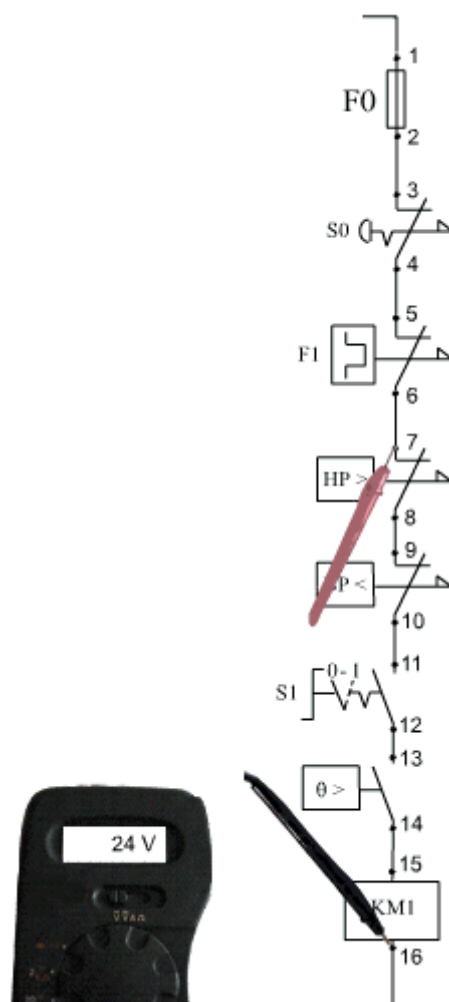
Cette fois la mesure nous donne un résultat de 24V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 1 et le point 6. Entre ces deux points les appareils se comportent comme des conducteurs et donc il n'y a aucune interruption du circuit dans cette partie.

Cette mesure nous permet d'affirmer que tous les éléments entre 4 et 6 sont hors de cause...

La panne se situe donc entre 6 et 8...

Il ne reste plus qu'à mesurer en 7 pour savoir si conducteur 6-7 ou le pressostat HP est incriminé !



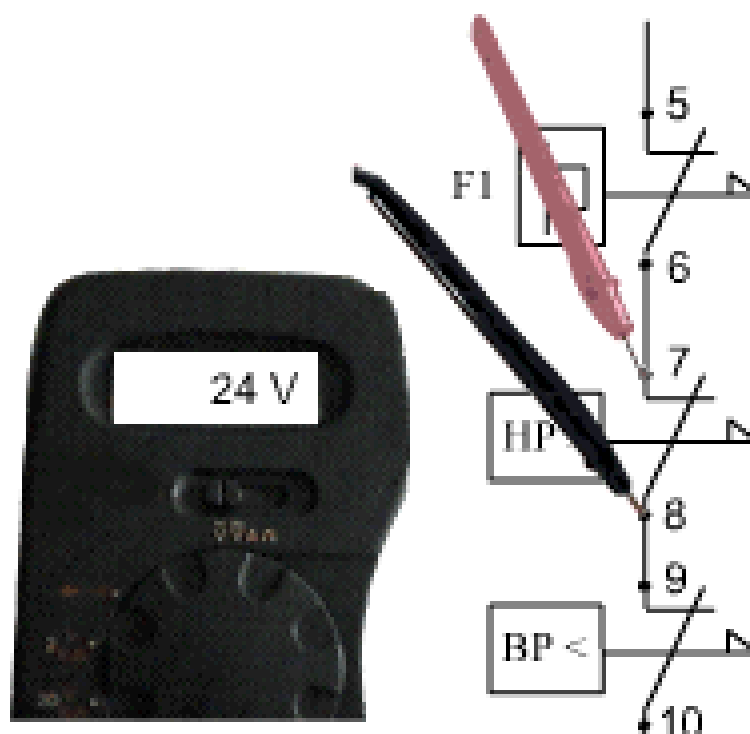
Cette fois la mesure nous donne encore un résultat de 24V...

Cela signifie qu'il n'y a pas de différence de potentiel entre le point 1 et le point 7.

Le conducteur 6-7 est hors de cause...

C'est donc forcément le pressostat HP qui a coupé le circuit !

On peut vérifier en plaçant les fiches du voltmètre sur ses bornes...

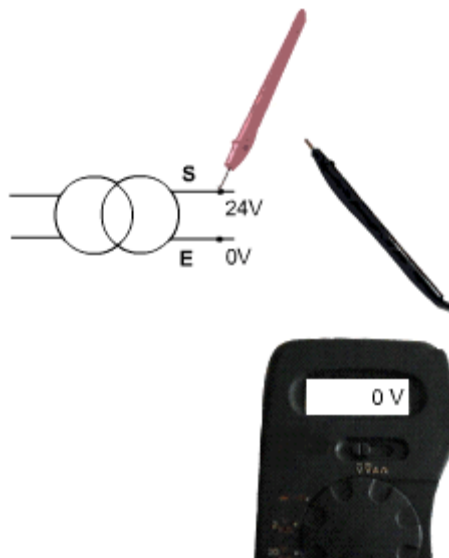


Cette mesure confirme notre résultat en montrant la coupure du circuit...

Il resterait à présent à trouver la raison de cette coupure pour pouvoir terminer le dépannage !

Cas d'une auto-alimentation :

Un voltmètre dont l'une des deux fiches est à l'air libre indique 0V.



Pourtant la fiche rouge est en contact avec un potentiel de 24V. Le 0V affiché par le voltmètre indique dans le cas présent qu'une des 2 fiches mesure une absence de potentiel...

Il convient alors d'être extrêmement prudent pour la suite du cours :

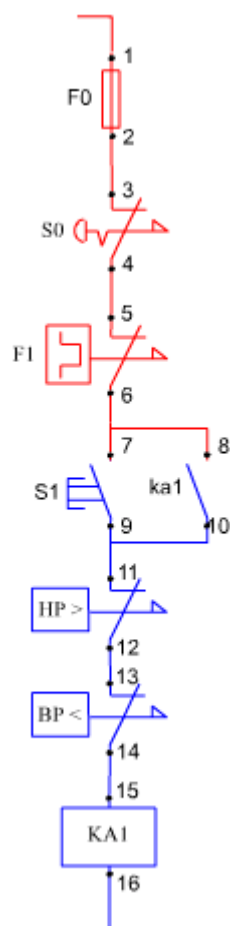
Si le voltmètre indique 24V, cela signifie à coup sûr qu'une des fiches est sur une phase et que l'autre sur un neutre.

Si le voltmètre indique 0V, on doit envisager quatre solutions possibles :

- Les fiches sont entre 2 phases identiques
- Les fiches sont entre 2 neutres
- L'une des fiches est sur une phase et l'autre mesure une absence de potentiel (comme sur le schéma au dessus)
- L'une des fiches est sur un neutre et l'autre mesure une absence de potentiel

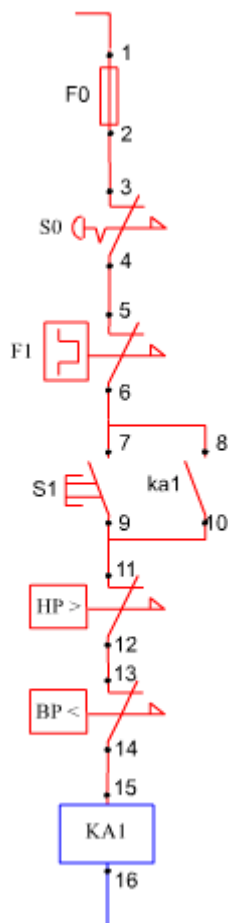
Le cas où le voltmètre mesure une absence de potentiel sur un circuit est celui où une partie du circuit ne se retrouve ni en contact avec une phase, ni en contact avec un neutre. C'est ce qui peut arriver dans une auto-alimentation par exemple.

Fonctionnement normal :



Quand l'installation est au repos, si aucun éléments n'est en défaut alors le potentiel de la phase 24V est repéré en rouge et celui du neutre 0V en bleu.

Si on appuie sur le bouton poussoir, le repérage de potentiel devient alors...

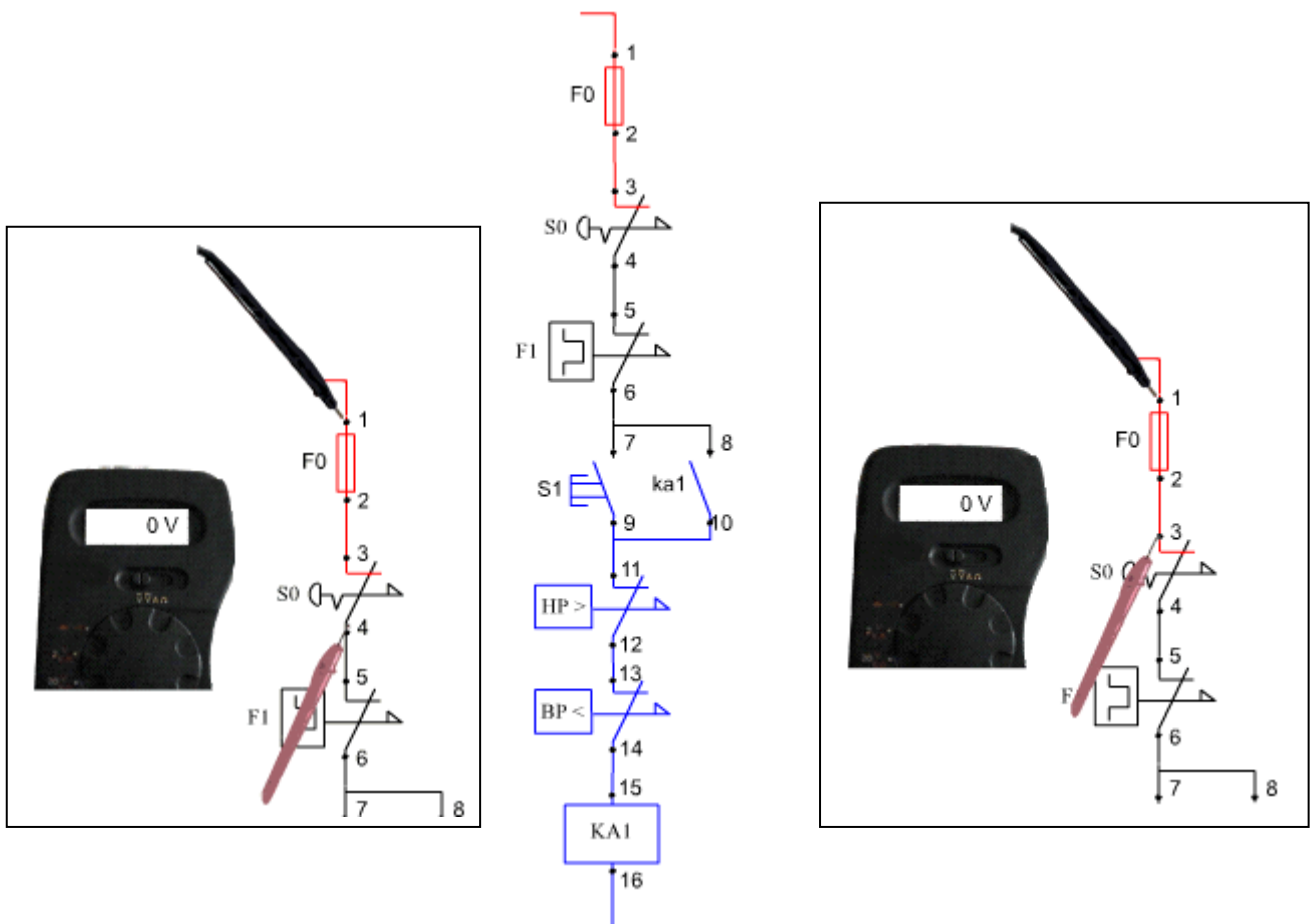


Quand l'installation est démarrée le potentiel de la phase arrive au point 15 qui correspond à la borne A1 de la bobine du contacteur auxiliaire et le neutre vient jusqu'au point 16 qui correspond à la borne A2 du contacteur auxiliaire. Comment va se comporter ce schéma en cas de défaut entre les points 1 et 8 ou entre les points 9 et 16 ?

Défaut sur la phase : l'arrêt d'urgence est frappé

En appuyant sur S1, le contacteur KA1 refuse de coller, imaginons que l'arrêt d'urgence soit déclenché...

Si S0 est déclenché, alors les points 4, 5, 6, 7 et 8 se retrouvent isolés de la phase et du neutre. Dans ce cas toute mesure qui prendrait ces points en référence indiquerait 0V. En prenant le point 1 comme référence de mesure, il est impossible de trouver la panne :

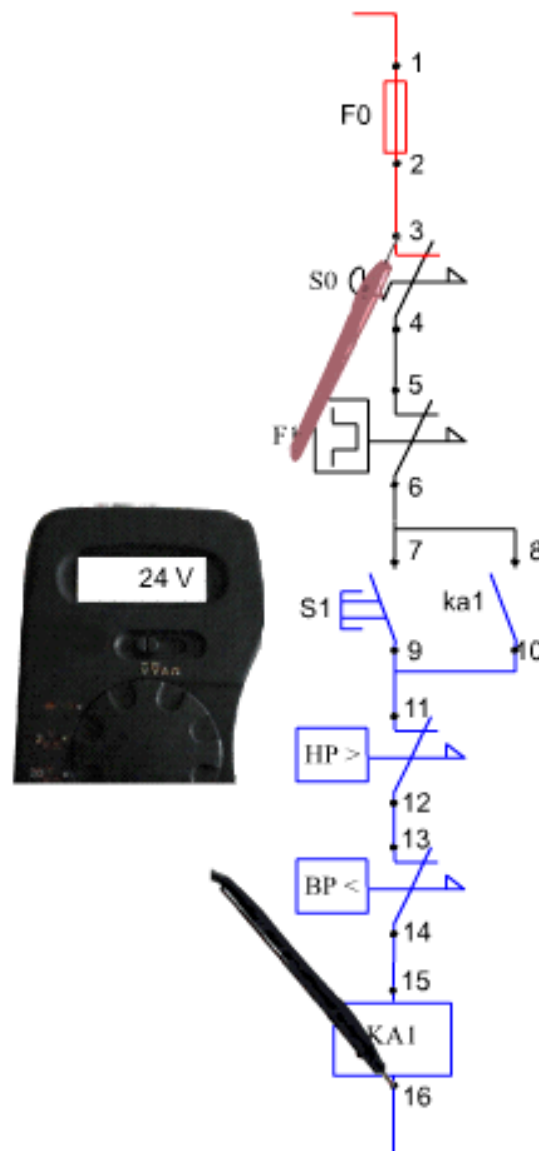


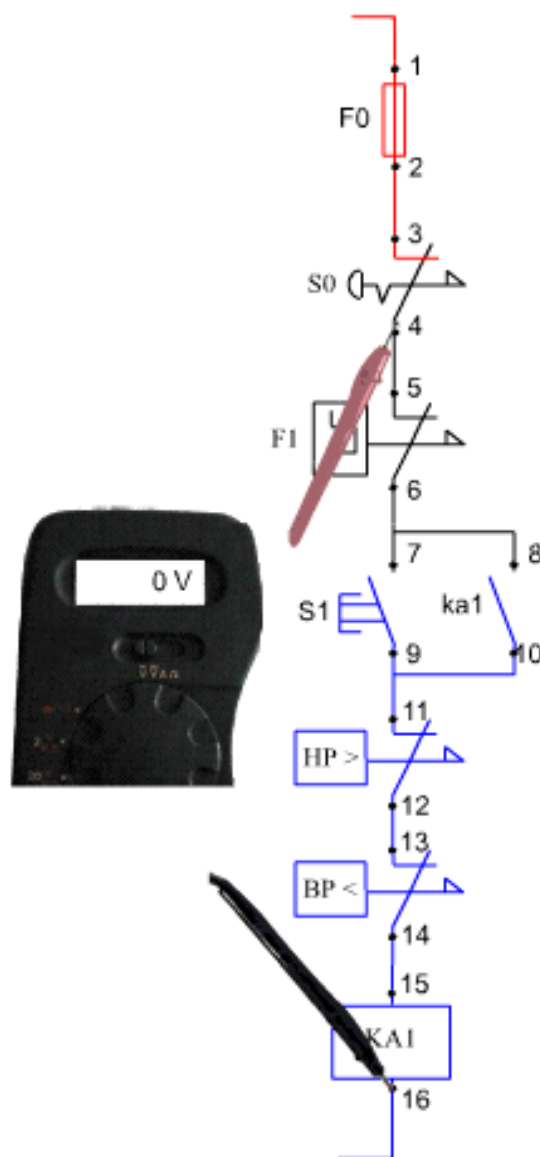
Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie différence de potentiel nulle. Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie absence de potentiel à une fiche.

Une conclusion active pourrait laisser supposer la continuité alors qu'elle n'est pas présente

Mais comment procéder alors ?

Pour tester le circuit des points 1 à 8, il faut prendre le neutre comme référence, c'est à dire le point 16 :



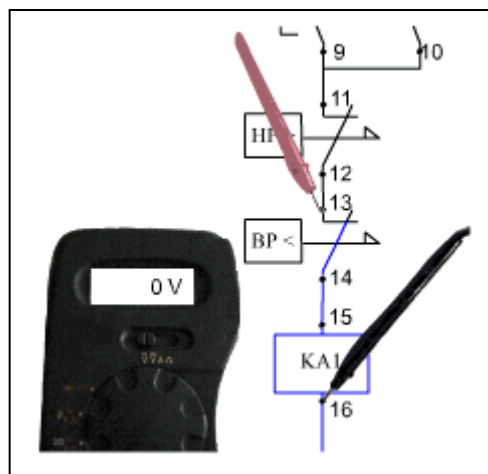
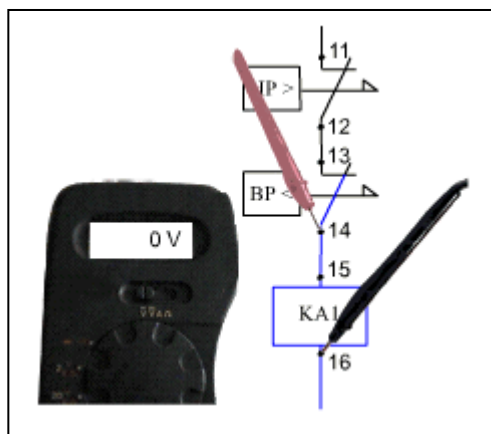
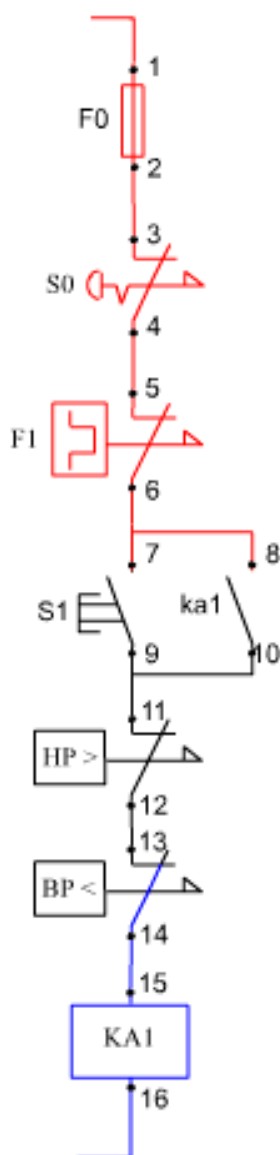


En testant entre 3 et 16, on obtient 24V, ce qui prouve que le courant arrive jusqu'au point 3. En testant entre 4 et 16, on obtient 0V, le courant ne parvient pas au point 4. L'arrêt d'urgence S0 est donc frappé.

Défaut sur le neutre : le pressostat BP est déclenché

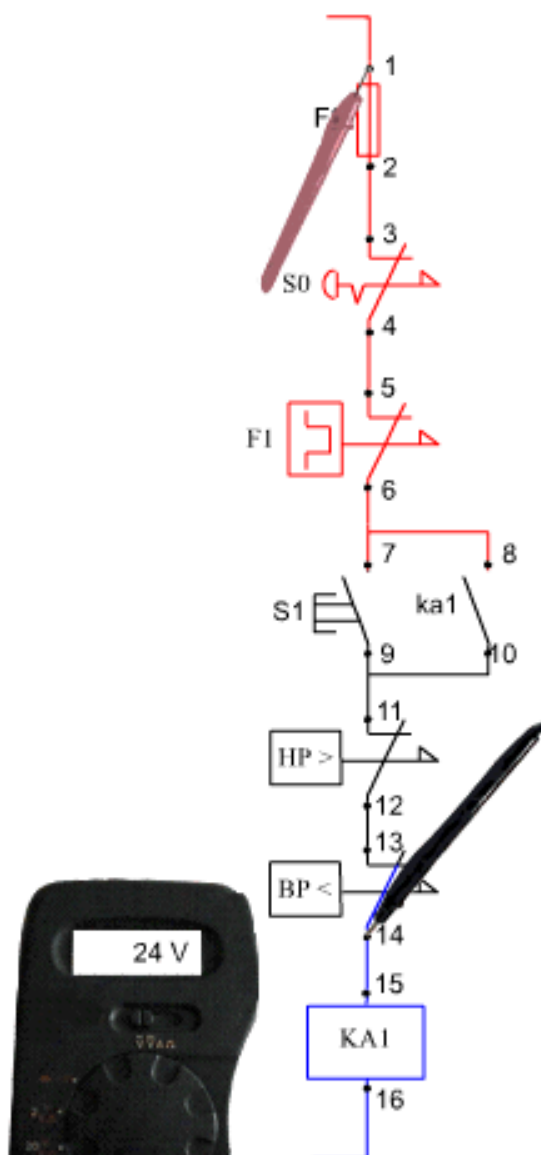
En appuyant sur S1, le contacteur KA1 refuse de coller, imaginons que le pressostat BP soit déclenché...

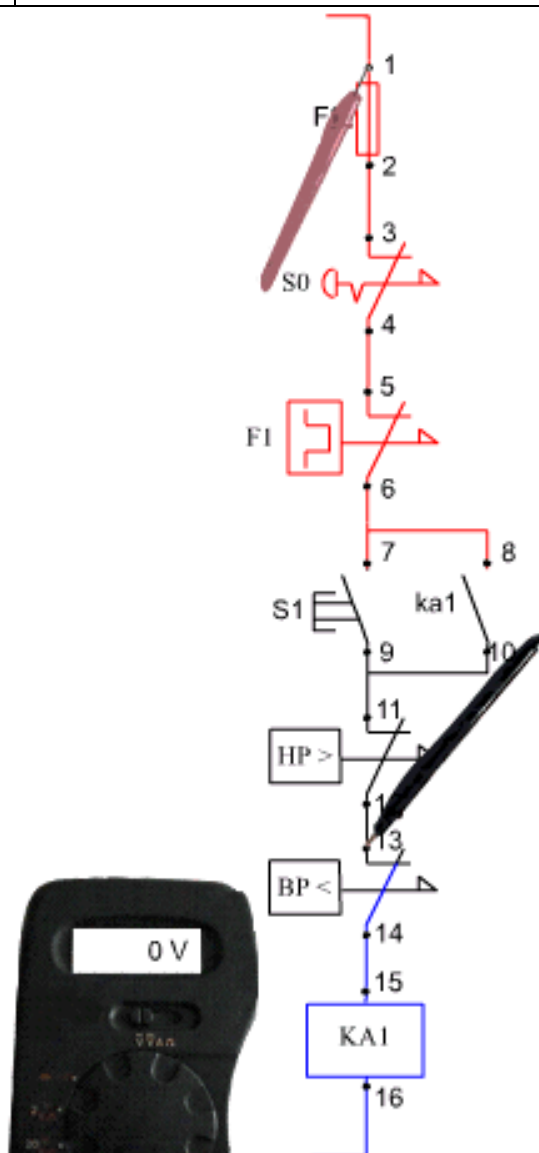
Si le BP est déclenché, alors les points de 9 à 13 se retrouvent isolés de la phase et du neutre. Dans ce cas toute mesure qui prendrait ces points en référence indiquerait 0V. En prenant le point 16 comme référence de mesure, il est impossible de trouver la panne :



Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie différence de potentiel nulle. Dans ce cas le voltmètre indique 0V qui signifie absence de potentiel à une fiche.

Pour tester le circuit des points 9 à 16, il faut prendre la phase comme référence, C'est à dire le point 1 :





En testant entre 1 et 14, on obtient 24V, ce qui prouve que le neutre remonte jusqu'au Point 14. En testant entre 1 et 13, on obtient 0V, le neutre ne remonte pas jusqu'au Point 13.

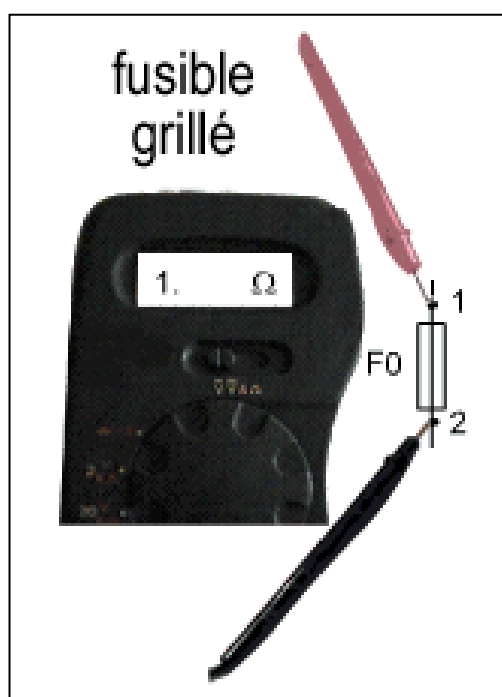
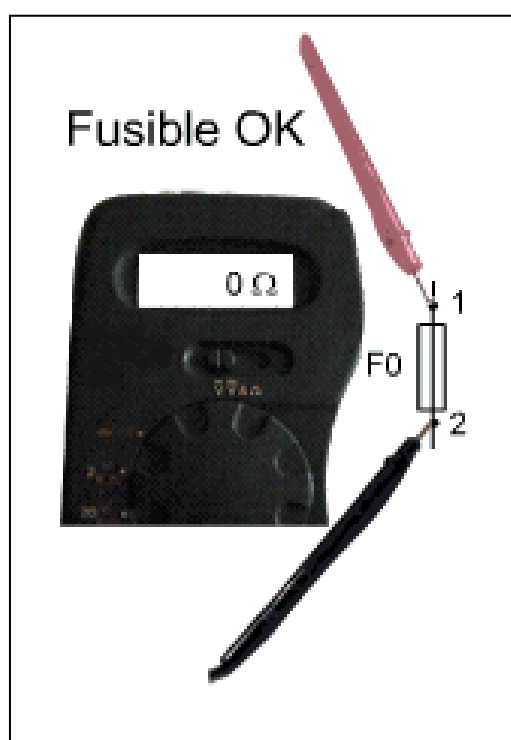
Le pressostat BP est donc déclenché.

Dépannage à l'ohmmètre :

Avant de commencer un dépannage à l'ohmmètre, il faut commencer par vérifier que le circuit à dépanner est hors tension sous peine de détériorer l'ohmmètre.

Un ohmmètre sert à vérifier la résistance électrique et donc la continuité d'un circuit.

Prenons comme exemple un fusible :

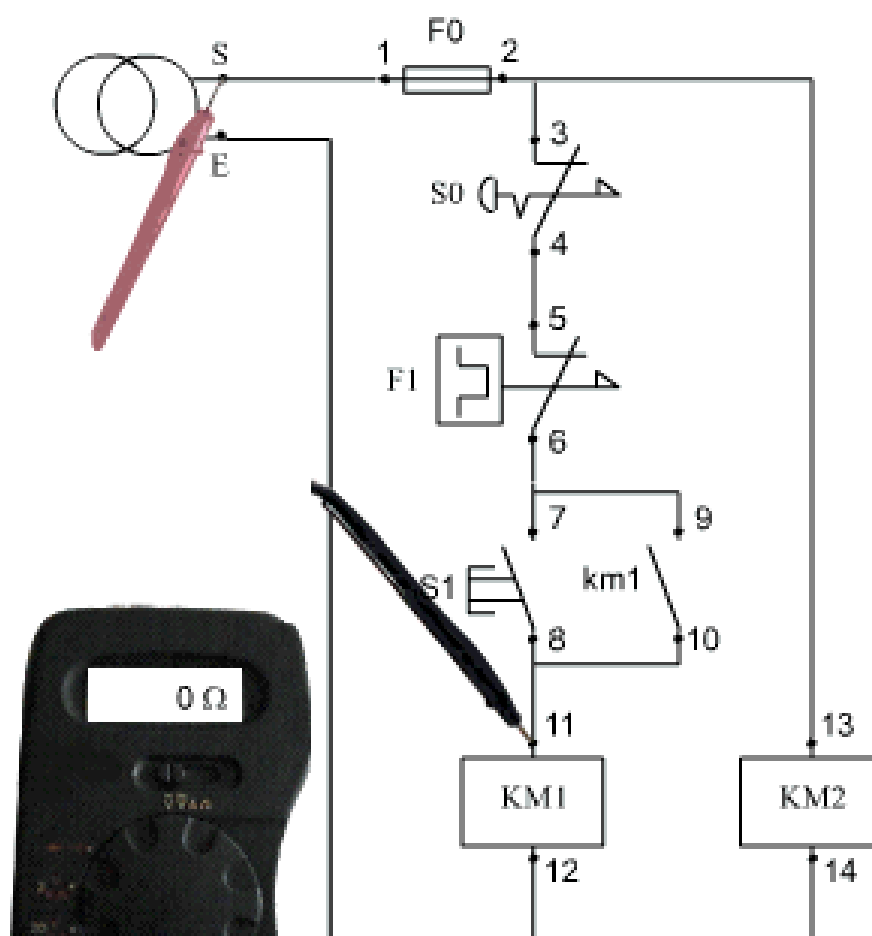


- **Le $0\ \Omega$** nous informe de la continuité électrique du fusible, il est donc OK.
- **Le $1\ \Omega$** nous informe du défaut de continuité électrique du fusible, il est donc grillé.

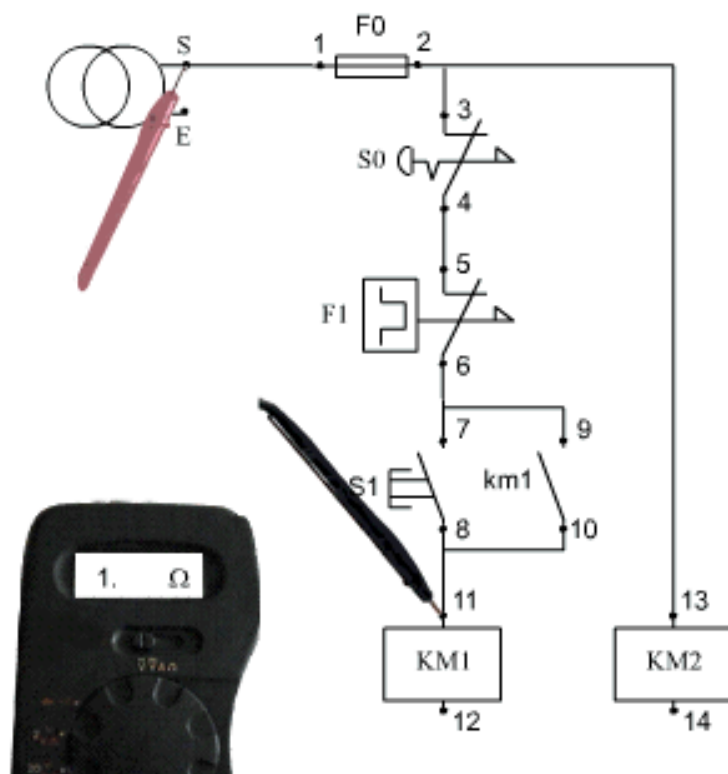
Le dépannage à l'ohmmètre est surtout utilisé lors du câblage des platines électriques.

Il faut dans un premier temps ne pas réaliser les retours de neutre pour pouvoir tester les lignes :

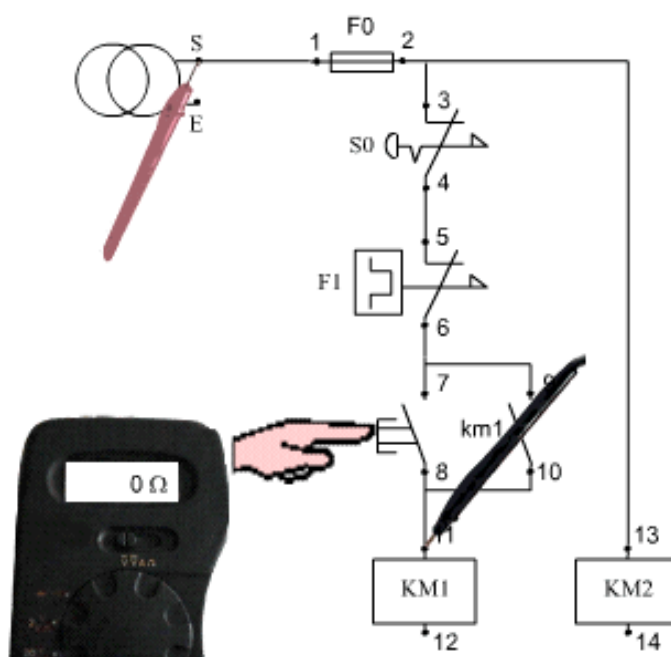
Prenons comme exemple le test du circuit suivant avec et sans les retours de neutre...



Avec les retours de neutre il y a continuité entre S et 11, pourtant le bouton poussoir est ouvert ainsi que le contact de km1.



Sans les retours de neutre il n'y a plus continuité entre S et 11, en appuyant sur le bouton poussoir, la continuité est retrouvée :

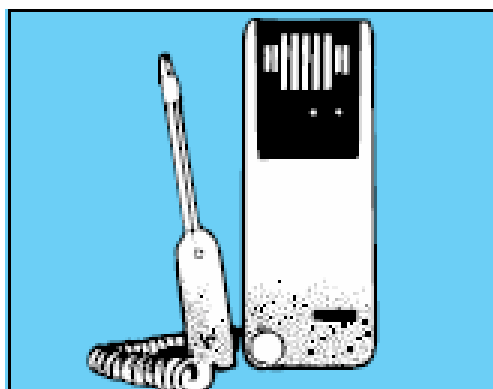


Dépannage des installations frigorifiques :

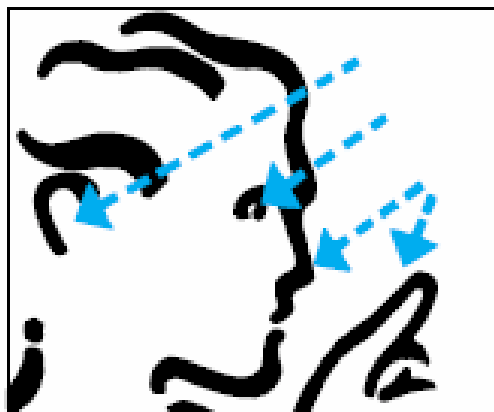
Remarques générales :

Le module présente les défauts rencontrés couramment sur les petites installations simples.

Il faut ajouter que la description des défauts, causes possibles, interventions et effets pour l'installation s'applique aussi aux installations plus complexes. Toutefois, ces installations peuvent présenter d'autres défauts qui sortent du cadre de ce guide. Les défauts des régulateurs électroniques n'entrent pas non plus en ligne de compte.



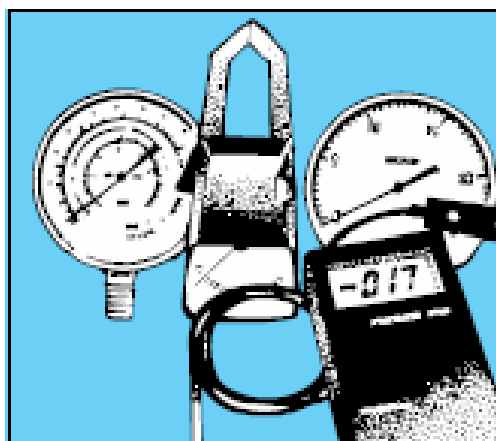
Avec un peu d'expérience, certains défauts se constatent directement. Il suffit d'utiliser la vue, l'ouïe, le toucher et même l'odorat. D'autres par contre ne sont détectés que par des instruments de mesure.



La section “**Dépannage**” de ce module est divisée en deux parties :

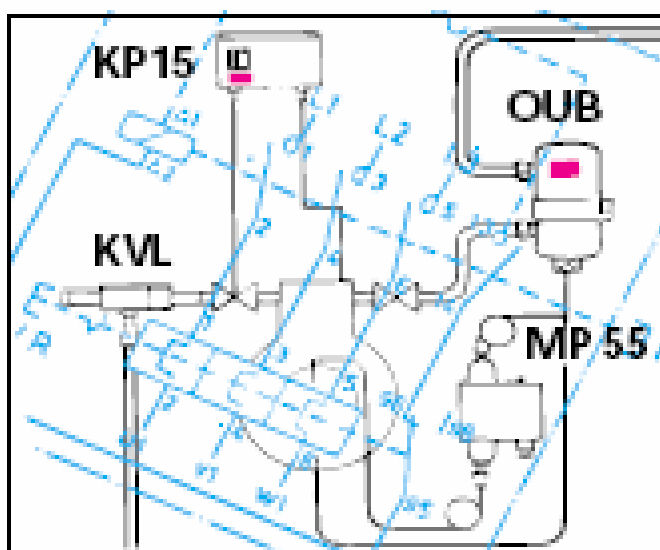
- **La première ne présente que les défauts constatés directement en décrivant les symptômes,
Leurs causes possibles et les effets pour l’installation**
- **La seconde partie étudie à la fois ce type de défauts et les défauts d'instruments de mesure.**

On y explique les symptômes, leurs causes possibles et les interventions à effectuer.



Connaissance de l'installation

Avant d'entamer le dépannage, il est important d'avoir une bonne idée de la conception, du fonctionnement et des commandes électriques et mécaniques de l'installation frigorifique. Si on ne connaît pas l'installation, il faut étudier aussi le schéma des conduites, le schéma développé ainsi que la disposition physique du circuit (tuyauterie, position des composants et systèmes éventuellement raccordés tels que tours de refroidissement ou circuits de saumure).



Connaissance théorique

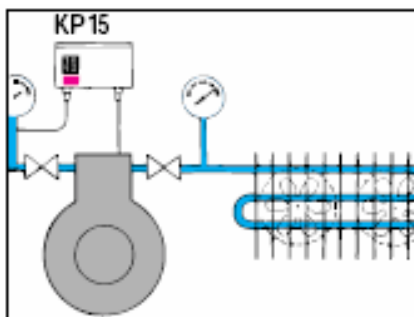
Il faut en outre un certain bagage théorique pour pouvoir localiser les défauts, détecter les mauvais fonctionnements et intervenir. Pour pouvoir dépanner directement les installations frigorifiques simples, il faut donc posséder

Des connaissances approfondies sur:

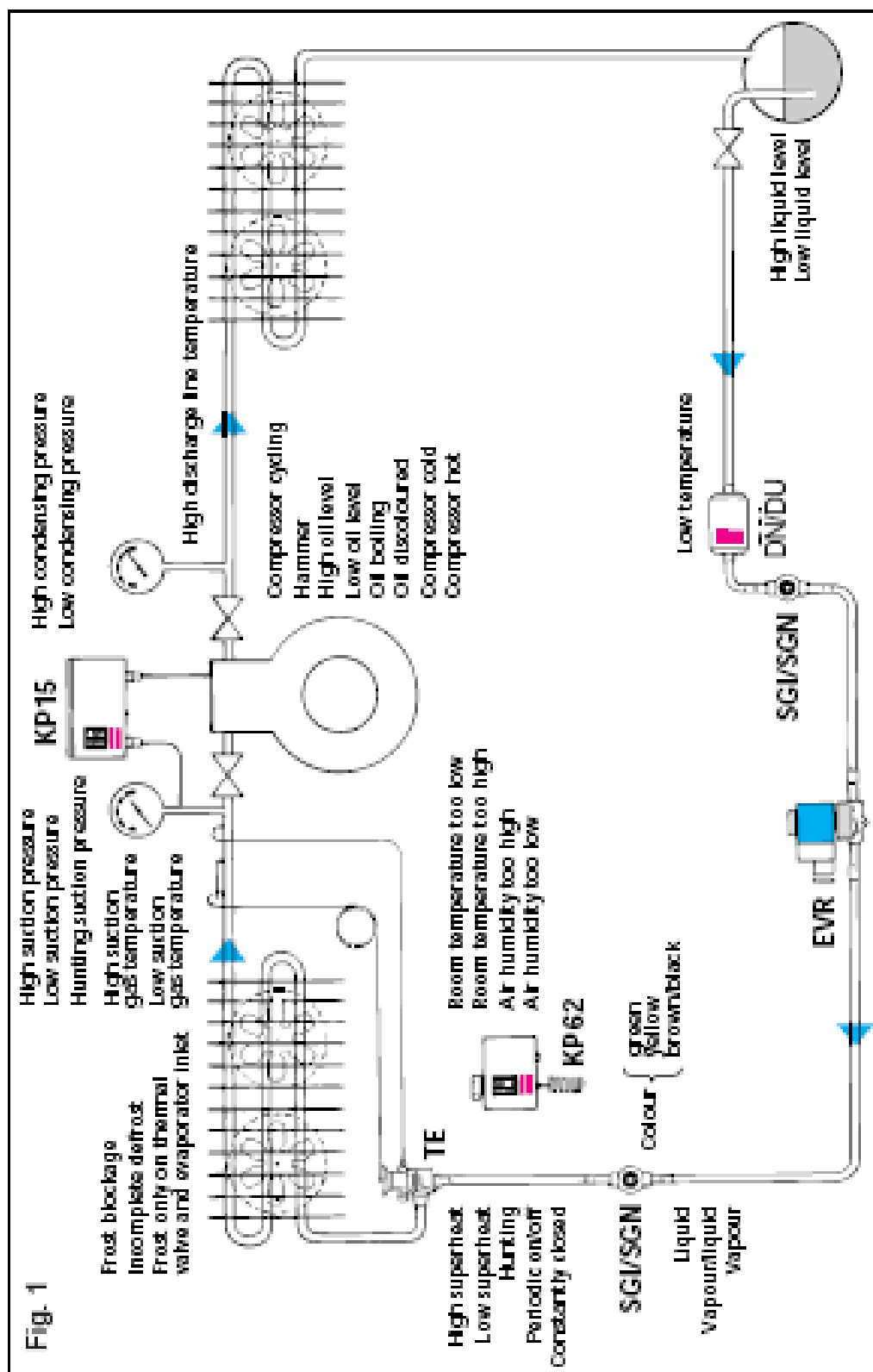
- la conception, le fonctionnement et les caractéristiques de tous les composants
- les instruments et techniques de mesure nécessaires
- les processus techniques de froid de toute l'installation
- l'influence des conditions ambiantes sur le fonctionnement de l'installation
- les fonctions et réglages des automatismes ainsi que du matériel de sécurité;
- les dispositions législatives et réglementaires concernant la sécurité et la révision des installations frigorifiques. (Liste non limitative.)

Avant de procéder à la description des défauts et problèmes rencontrés sur les installations frigorifiques, nous présentons succinctement les instruments de mesure principaux utilisés lors du dépannage.

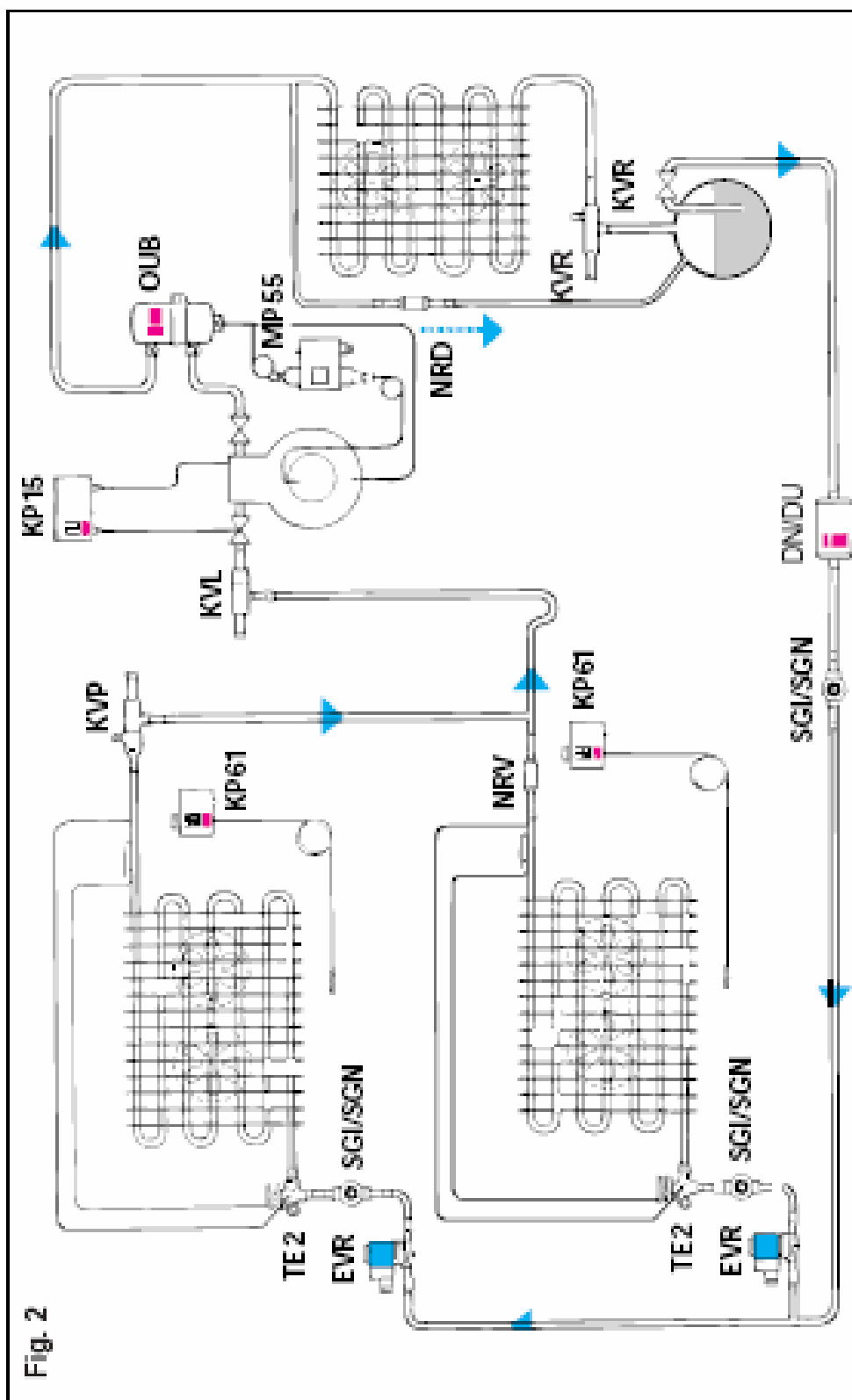
Pour l'étude des défauts présentés dans les deux parties du guide, nous utilisons les installations illustrées par les schémas fig. 1, 2 et 3. L'examen suit la tuyauterie dans le sens du processus et nous expliquons au fur et à mesure les symptômes probables. Nous partons de la sortie refoulement du compresseur et suivons les flèches.



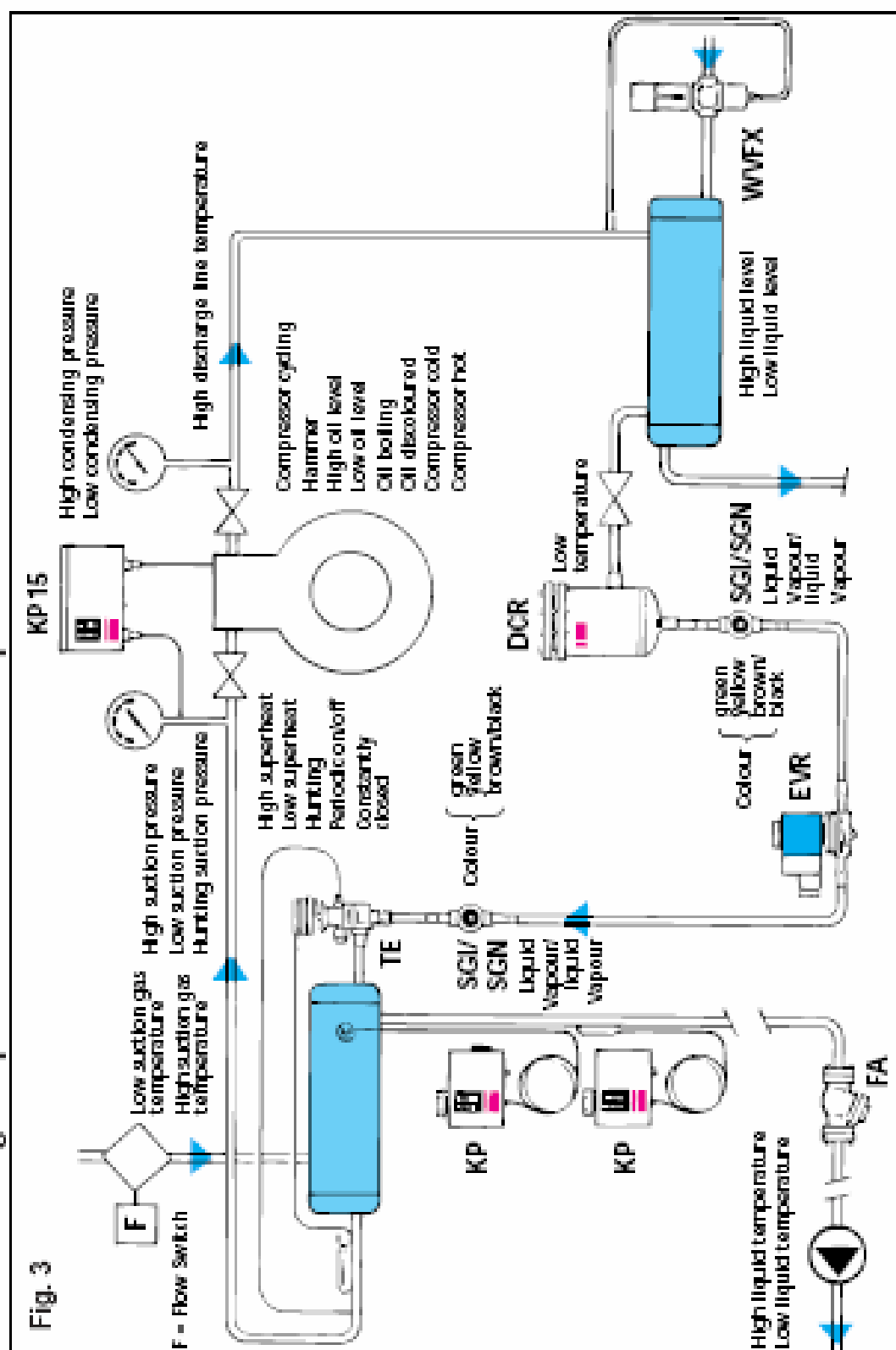
Installation frigorifique avec refroidisseur d'air et condenseur refroidi à l'air



Installation frigorifique avec deux refroidisseurs d'air et un condenseur refroidi à l'air



Installation frigorifique avec refroidisseur de liquide et condenseur refroidi à l'eau



Diagnostic des défauts des installations frigorifiques :

Défaut visible	Effet pour l'installation
<u>Condenseur refroidi à l'air</u> a) Encrassement (graisse, poussière, sciure de bois feuilles mortes, par exemple). [Manque d'entretien] b) Le ventilateur ne fonctionne pas. [Moteur défectueux] [Disjoncteur coupé] c) Le ventilateur tourne dans le mauvais sens. [Erreur de montage] d) Hélices du ventilateur endommagées e) Nervures déformées [traitement rude]	Les défauts a), b), c), d) et e) entraînent : ➤ une augmentation de la pression de condensation ➤ une réduction de la production de froid ➤ une augmentation de la consommation d'énergie Pour un condenseur refroidi à l'air, <i>la différence entre la température de l'air d'entrée et la température de condensation doit être comprise entre 10 et 20°C, aussi près de 10 que possible.</i>
<u>Condenseur refroidi à l'eau</u> Avec voyant, voir sous "Bouteille accumulatrice" <u>Bouteille accumulatrice avec voyant</u> Niveau de fluide trop bas. [Manque de réfrigérant dans le circuit] [Evaporateur trop plein] [Condenseur trop plein] Niveau de fluide trop haut. [Circuit trop plein]	Pour un condenseur refroidi à l'eau, <i>la différence entre la température de l'eau d'entrée et la température de condensation doit être comprise entre 10 et 20°C, aussi près de 10 que possible.</i> Bulles de vapeur dans la conduite. Pression BP basse ou démarrages futiles. Peut-être pression HP trop élevée. Peut-être pression HP trop élevée.

Défaut visible	Effet pour l'installation
<u>Vanne d'arrêt bouteille</u> a) Vanne fermée. b) Vanne partiellement ouverte. <u>Conduite de liquide</u> a) Trop étroite. [Erreur de dimensionnement] b) Trop longue. [Erreur de dimensionnement] c) Coudes brusques ou enfoncements. [Erreur de montage]	Installation arrêtée par le pressostat basse pression. Vapeur ou bulles de vapeur dans conduite de liquide. Pression BP basse ou démarrages futiles. Les défauts a), b) et c) entraînent ➤ perte de charge dans la conduite de liquide. ➤ de la vapeur dans la conduite de liquide.

Déshydrateur

Formation de rosée ou de givre à la surface.

[Filtre partiellement colmaté côté entrée]

Voyant

a) Teinte jaune.

[Humidité dans le circuit]

b) Teinte brune.

[Impuretés (particules) dans le circuit]

c) Présence de vapeur propre.

[Manque de fluide dans le circuit]

[Vanne conduite de liquide fermée]

[Colmatage total du déshydrateur, par ex.]

d) Présence de liquide et de bulles de vapeur

[Manque de fluide dans le circuit]

[Vanne de la conduite de liquide partiellement fermée]

[Colmatage partiel du déshydrateur, par exemple].

[Manque de sous-refroidissement].

Vapeur dans la conduite de liquide

Il y a un risque de :

- Formation d'acide
- Corrosion
- Détérioration du moteur
- Givre dans le détendeur
- Il y a un risque d'usure des pièces mobiles et de colmatage des vannes et des filtres

Arrêt par le pressostat basse pression ou démarrages futiles

Arrêt par le pressostat basse pression

Arrêt par le pressostat basse pression

Valable pour tous les défauts d) :

Démarrages futiles ou fonctionnement à basse pression d'aspiration

Détendeur thermostatique

- a) Détendeur thermostatique très givré, évaporateur givré seulement près du détendeur.

[Filtre à impuretés partiellement colmaté]

[Perte d'une partie de la charge du bulbe]

[Défauts déjà mentionnés donnant des bulles de vapeur dans la conduite de liquide]

- b) Détendeur thermostatique sans égalisation de pression externe, évaporateur avec distributeur de liquide.

[Erreur de dimensionnement ou de montage]

- c) Détendeur thermostatique avec égalisation de pression externe, conduite non montée.

[Erreur de montage]

- d) Bulbe pas bien serré.

[Erreur de montage]

- e) Contact bulbe- conduite inadéquat.

[Erreur de montage]

- f) Bulbe placé dans un débit d'air.

[Erreur de montage]

Fonctionnement à basse pression d'aspiration et démarrages futiles causés par le pressostat basse pression.

Les défauts b) et c) entraînent :

Fonctionnement à basse pression d'aspiration et démarrages futiles causés par le pressostat basse pression.

Les défauts d), e) et f) entraînent :

Évaporateur trop plein et peut-être migration de réfrigérant liquide jusqu'au compresseur, d'où risque d'avarie

Refroidisseur d'air

a) Surface d'évaporation givrée
seulement côté entrée,
détendeur thermostatique très givré

[Défaut du détendeur thermostatique]

[Défauts déjà mentionnés donnant de la
vapeur dans la conduite de liquide]

b) Avant bloqué par le givre.

[Dégivrage inexistant, défectueux ou mal
réglé]

c) Ventilateur arrêté.

[Moteur défectueux ou disjoncteur coupé]

d) Hélices du ventilateur défectueuses.

e) Ailettes déformées. d'évaporation doit
être comprise entre 2 et 8°C aussi près

[Traitement rude]

Le défaut a) entraîne :

Une surchauffe excessive à la sortie de l'évaporateur et
fonctionnement à une pression d'aspiration basse en moyenne.

Les défauts a), b), c), d) et e) entraînent :

Un fonctionnement à une pression d'aspiration basse en
moyenne

- une production de froid réduite,
- une consommation d'énergie accrue.

Pour les évaporateurs à détendeur thermostatique,

***La différence entre la température de l'air d'entrée et la
température d'évaporation doit être comprise entre 6 et
15°C, aussi près de 6 que possible.***

Refroidisseur de liquide

a) Bulbe du détendeur thermostatique mal serré.

[Erreur de montage]

b) Détendeur thermostatique sans égalisation de pression externe sur refroidisseur de liquide avec grande perte de charge (refroidisseur coaxial, par exemple).

[Erreur de dimensionnement ou de montage]

c) Détendeur thermostatique avec égalisation de pression externe, conduite non montée.

[Erreur de montage]

Evaporateur trop plein et peut-être migration de réfrigérant liquide jusqu'au compresseur, d'où risque d'avarie.

Les défauts b) et c) entraînent :

- une surchauffe excessive à la sortie de l'évaporateur.
- un fonctionnement à une pression d'aspiration moyenne basse.
- une production de froid réduite.
- une consommation d'énergie accrue.

Pour les évaporateurs à détendeur thermostatique,

la différence entre la température de l'air d'entrée et la température d'évaporation doit être entre 6 et 15°C, aussi près de 6 que possible.

Pour les évaporateurs à régulation de niveau,

La différence entre la température de l'air d'entrée et la température d'évaporation doit être entre 2 et 8°C aussi près de 2 que possible.

Défaut visible	Effet pour l'installation
<u>Conduite d'aspiration</u> a) Givrage anormal. [Surchauffe du détendeur thermostatique trop faible] b) Coudes brusques et/ou enfoncements. [Défaut de montage] <u>Régulateur sur conduite d'aspiration</u> Rosée ou givre en aval du régulateur mais pas en amont. [Surchauffe du détendeur thermostatique trop faible]	 Evaporateur trop plein et peut-être migration de réfrigérant liquide jusqu'au compresseur avec risque d'avarie. Pression d'aspiration trop basse ou démarrages futiles. Peut-être migration de réfrigérant liquide jusqu'au compresseur avec un risque d'avarie.

COMPRESSEUR

a) Rosée ou givre côté entrée compresseur.

[Surchauffe à la sortie trop faible]

b) Niveau d'huile trop bas dans le carter.

[Manque d'huile dans le circuit]

[Accumulation d'huile dans le circuit]

c) Niveau d'huile trop haut dans le carter.

[Trop-plein d'huile]

[Mélange de réfrigérant dans l'huile,
compresseur:trop froid]

[Mélange de réfrigérant dans l'huile, surchauffe
sortie compresseur trop faible]

d) Montée d'huile dans le carter lors de la mise en
route.

[Mélange de réfrigérant dans l'huile, compresseur
trop froid]

e) Montée d'huile dans le carter en
fonctionnement.

[Mélange de réfrigérant dans l'huile, surchauffe
sortie compresseur trop faible]

Migration de réfrigérant liquide jusqu'au
compresseur, avec risque d'avarie.

Installation arrêtée par un éventuel pressostat
différentiel d'huile. Usure des pièces mobiles.

Coups de bélier dans les cylindres avec risque
d'avarie du compresseur

- Soupape cassée
- Autres pièces mobiles cassées
- Surcharge mécanique

Coups de bélier, voir sous c).

Coups de bélier, voir sous c).

Défaut visible	Effet pour l'installation
<u>Zone de conservation</u> a) Viandes desséchées, légumes gâtés. [Humidité trop basse probablement à cause d'un évaporateur trop petit] b) Portes peu étanches ou illégales. c) Système d'alarme inexistant ou défectueux. d) Plaques "Sortie" inexistantes ou défectueuses. En ce qui concerne les défauts b), c) et d) : [Manque d'entretien ou erreur de dimensionnement] e) Matériel d'alarme défectueux [Erreur de dimensionnement]	Mauvaise qualité des denrées ou gaspillage. Risque de dommage corporel. Risque de dommage corporel. Risque de dommage corporel. Risque de dommage corporel.

Défauts généraux	
a) Gouttes d'huiles sous les assemblages et/ou taches d'huile par terre. [Fuites probables près des assemblages]	Fuites d'huile ou de réfrigérant.
b) Fusibles grillés. [Surcharge de l'installation ou court-circuit]	➤ Installation arrêtée.
c) Disjoncteurs coupés. [Surcharge de l'installation ou court-circuit]	➤ Installation arrêtée.
d) Pressostats, thermostats, etc. ouverts. [Erreur de réglage] [Matériel défectueux]	➤ Installation arrêtée. ➤ Installation arrêtée.

Défauts détectés au toucher	Effets pour l'installation
<u>Electrovanne</u> Vanne plus froide que la conduite en amont. [Vanne bloquée, partiellement ouverte] Même température que conduite en amont. [Vanne fermée]	➤ Vapeur dans la conduite de liquide ➤ Installation arrêtée par pressostat basse pression.

<u>Déshydrateur</u> Déshydrateur plus froid que conduite amont. [Entrée partiellement colmatée]	➤ Vapeur dans la conduite de liquide
---	---

Défauts détectés à l'oreille	Effets pour l'installation
<u>Régulateurs sur conduite d'aspiration</u> Le régulateur de pression d'évaporation ou un autre régulateur émet un sifflement. [Régulateur trop grand (erreur de dimensionnement)]	Fonctionnement instable.
<u>Compresseur</u> a) A-coups lors de la mise en route. [Montée d'huile] b) A-coups en fonctionnement. [Montée d'huile] [Usure de pièces mobiles] <u>Zone de conservation</u> Matériel d'alarme défectueux. [Manque d'entretien]	➤ Coups de bélier. Risque d'avarie de compresseur. ➤ Coups de bélier. Risque d'avarie de compresseur. ➤ Risque de dommage corporel.

Défauts détectés à l'odeur	Effets pour l'installation
<u>Zone de conservation</u> Mauvaise odeur émise par les viandes conservées. [Humidité de l'air trop élevée, évaporateur trop grand ou charge trop faible]	➤ Mauvaise qualité des denrées ou gaspillage.

II. Dépannage :

(Les symptômes, les causes possibles et les interventions)

Comme déjà dit, ce module est divisé en deux parties.

Dans la seconde partie nous étudierons les défauts courants constatés avec ou sans instruments de mesure.

Sommaire des Anomalies

ANOMALIE	
Pression de condensation trop élevée	
Pression de condensation trop basse	
Pression de condensation instable	
Température de refoulement trop élevée	
Température de refoulement trop basse	
Niveau bouteille accumulatrice trop bas	
Niveau bouteille accumulatrice trop élevé	
Production de froid trop faible	
Déshydrateur froid	
Indicateur d'humidité jaune	
Indicateur d'humidité brun ou noir	
Bulles de vapeur dans voyant en amont du détendeur	
Evaporateur bloqué par le givre.	
Evaporateur givré seulement près du détendeur.	
Air trop humide dans la zone de conservation	
Température ambiante trop basse	
Pression d'aspiration trop élevée	
Pression d'aspiration trop basse	
Pression d'aspiration instable...	
Température du gaz d'aspiration trop élevée	
Température du gaz d'aspiration trop basse	
Compresseur démarre trop souvent...	
Température dans la conduite de refoulement trop élevée	
Compresseur trop froid	
Compresseur trop chaud	
A-coups compresseurs	
Niveau d'huile trop élevée dans carter du compresseur	
Niveau d'huile trop bas dans carter du compresseur	
Montée d'huile, compresseur	
Huile teintée, compresseur	
Le compresseur ne démarre pas	
Le compresseur ne s'arrête pas	

Symptôme	Cause possible	Intervention
Pression de condensation trop élevée. Condenseurs refroidis par air et par eau.	a) Présence d'air ou de gaz non condensable dans le circuit de réfrigérant. b) Surface de condensation trop petite. c) Charge de réfrigérant trop grande pour le circuit (accumulation de liquide dans le condenseur). d) Pression de condensation réglée trop haut.	Purger le condenseur avec une machine de récupération. Installer un condenseur plus grand. Vidanger une partie du réfrigérant avec une machine de récupération. Éliminer du réfrigérant jusqu'à une pression normale. S'assurer que le voyant est toujours plein. Régler la pression correcte.
Pression de condensation trop élevée. Condenseurs refroidis par air.	a) Saletés à la surface extérieure du condenseur. b) Moteur du ventilateur défectueux ou trop petit, hélices défectueuses. c) Entrée d'air trop faible dans le condenseur d) Température ambiante trop élevée. e) Débit d'air dans le mauvais sens (condenseur). f) Court-circuit entre le côté pression et le côté aspiration du ventilateur du condenseur.	Nettoyer le condenseur. Remplacer le moteur et/ou l'hélice. Éliminer tout obstacle à l'entrée de l'air ou déplacer le condenseur Assurer l'entrée d'air libre ou déplacer le condenseur Inverser le sens de rotation du moteur du ventilateur. Pour les groupes de condensation, s'assurer que le débit d'air est dans le sens condenseur compresseur. Installer peut-être une gaine adéquate vers l'extérieur.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Pression de condensation trop élevée. Condenseurs refroidis par eau.	a) Température d'eau de refroidissement trop élevée. b) Quantité d'eau trop faible c) Dépôt à la face intérieure des conduites d'eau. d) Pompe à eau de refroidissement défectueuse ou arrêtée.	Etablir une température plus basse. Augmenter le débit d'eau, en montant peut-être une vanne à eau pressostatique. Nettoyer les conduites d'eau du condenseur à l'acide éventuellement. Chercher la cause, remplacer ou réparer éventuellement la pompe à eau de refroidissement.
Pression de condensation trop basse. Condenseurs refroidis par air.	a) Surface de condensation trop grande. b) Charge de l'évaporateur trop faible. c) Pression d'aspiration trop basse, due par ex : à un manque de liquide dans évaporateur. d) Manque d'étanchéité des vannes d'aspiration et/ou refoulement du compresseur. e) Régulateur de pression de condensation réglé trop bas. f) Bouteille accumulatrice non isolée placée dans une ambiance froide par rapport au condenseur (la bouteille agit comme un condenseur).	Placer une régulation de pression de condensation ou remplacer le condenseur. Placer une régulation de pression de condensation. Localiser le défaut entre le condenseur et le détendeur thermostatique (voir sous "Pression d'aspiration trop basse"). Remplacer les clapets. Régler le régulateur de pression de condensation à la pression correcte. Déplacer la bouteille ou l'entourer d'un isolant.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Pression de condensation trop basse. Condenseurs refroidis par air.	a) Température de l'air de refroidissement trop basse. b) Débit d'air dans le condenseur trop grand.	Placer une régulation de la pression de condensation. Installer un ventilateur moins puissant ou établir une commande de la vitesse du moteur.
Pression de condensation trop basse. Condenseurs refroidis par eau.	a) Débit trop fort. b) Température de l'eau trop basse.	Monter une vanne à eau pressostatique ou régler la vanne. Réduire le débit d'eau, éventuellement en installant une vanne à eau pressostatique.
Pression de condensation instable	a) Différentiel du pressostat marche/arrêt du ventilateur du condenseur trop grand, d'où risques de réfrigérant dans le condenseur et vapeur dans la conduite de liquide après le démarrage du ventilateur. b) Pompage du détendeur thermostatique. c) Défaut régulation de pression de condensation par vannes KVR/KVD (orifice trop grand). d) Dû à pression d'aspiration instable.	Régler le différentiel plus bas, établir une régulation avec vannes (KVD+KVR) ou établir une commande de la vitesse du moteur du ventilateur. Régler le détendeur thermostatique pour une surchauffe plus élevée ou monter un orifice plus petit. Installer des vannes plus petites. Voir sous "Pression d'aspiration instable".

Symptôme	Cause possible	Intervention
Température trop élevée dans la conduite de refoulement	a) Pression d'aspiration trop basse à cause de: 1) Manque de liquide dans l'évaporateur. 2) Charge de l'évaporateur trop bas. 3) Clapets d'aspiration ou de refoulement non étanche. 4) Surchauffe excessive dans l'échangeur de chaleur ou dans l'accumulateur de la conduite d'aspiration. b) Pression de condensation trop élevée.	Chercher entre la bouteille et la conduite d'aspiration (voir sous "Pression d'aspiration trop basse"). idem. Remplacer les clapets. Supprimer l'échangeur de chaleur ou en installer un plus petit. Voir sous "Pression de condensation trop élevée".
Température trop basse dans la conduite de refoulement	a) Migration de réfrigérant liquide jusqu'au compresseur (surchauffe réglée trop bas sur le détendeur thermostatique ou bulbe mal placé). b) Pression de condensation trop basse.	Détendeurs thermostatiques Voir sous "Pression de condensation trop basse".

Symptôme	Cause possible	Intervention
Niveau trop bas dans la bouteille accumulatrice	a) Manque de fluide dans le circuit. b) Evaporateur trop plein 1) charge trop faible et accumulation de liquide dans l'évaporateur. 2) erreur relative au détendeur thermostatique (surchauffe réglée trop bas, bulbe mal placé, etc.). c) Accumulation de liquide dans le condenseur parce que la pression de condensation est inférieure à celle de la bouteille accumulatrice (celle-ci étant placée dans une ambiance plus chaude que le condenseur)	Chercher la cause (fuites, évaporateur trop plein), éliminer les défauts. Détendeur thermostatique : Placer la bouteille avec le condenseur. Condenseur à air: établir la régulation de la pression de condensation via une commande de la vitesse du moteur du ventilateur,
Niveau trop élevé dans la bouteille accumulatrice. Production normale de froid.	Charge de réfrigérant trop grande	Eliminer une certaine quantité de réfrigérant en s'assurant que la pression de condensation reste normale et le voyant sans vapeur.
Production de froid trop faible. (Eventuellement Démarrages intempestifs.)	a) Colmatage partiel d'un composant dans la conduite de liquide. b) Défaut du détendeur thermostatique (surchauffe trop grande, orifice trop petit, perte de charge, colmatage partiel, etc.).	Trouver le composant en cause, le nettoyer ou le remplacer. Voir le " Détendeurs thermostatiques: Dépannage".

Symptôme	Cause possible	Intervention
Déshydrateur froid, éventuellement embué ou givré.	a) Colmatage partiel du filtre à impuretés du déshydrateur b) Déshydrateur entièrement ou partiellement saturé d'eau ou d'acide.	Contrôler s'il y a des impuretés dans le circuit et le nettoyer si nécessaire. Remplacer le déshydrateur. Vérifier s'il y a de l'humidité et de l'acide dans le circuit et nettoyer si nécessaire. Remplacer le déshydrateur (filtre antiacide), éventuellement à plusieurs reprises. En cas de forte contamination par l'acide: vidanger et changer le réfrigérant et l'huile et monter un déshydrateur avec cartouche amovible dans la conduite d'aspiration.
Modification de la teinte du voyant d'humidité. Teinte jaune.	Humidité dans le circuit.	Vérifier si le circuit est étanche. Réparer s'il y a lieu. Vérifier s'il y a des traces d'acide dans le circuit. Remplacer le déshydrateur plusieurs fois si nécessaire. Dans les cas graves, il est peut-être nécessaire de vidanger le réfrigérant et l'huile.
Teinte brune ou noire.	Présence de saletés dans le circuit.	Nettoyer le circuit selon besoin et remplacer le voyant et le déshydrateur.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Refroidisseurs d'air. Evaporateur bloqué par le givre.	a) Dégivrage inexistant ou inefficace. b) Humidité de la zone de conservation trop grande à cause de: 1) denrées sans emballage, 2) pénétration d'humidité par les fuites ou une porte ouverte.	Installer un dégivrage ou le régler. Emballer les denrées ou régler le dégivrage. Colmater les fuites et recommander de fermer les portes.
Refroidisseurs d'air. Evaporateur givré seulement près du détendeur thermostatique celui-ci étant très givré.	a) Injection de liquide trop faible à cause des défauts suivants du détendeur thermostatique : 1) orifice trop petit, 2) surchauffe exagérée, 3) perte partielle de la charge du bulbe, 4) filtre à impuretés partiellement colmaté. 5) Orifice partiellement bouché par la glace.	Voir le “ Détendeurs thermostatiques : Dépannage”. Voir sous “Bulles de vapeur dans le voyant”

Symptôme	Cause possible	Intervention
Refroidisseurs d'air. Evaporateur endommagé	Déformation nervures et ailettes.	Redresser les nervures et ailettes en utilisant le peigne spécial.
L'humidité dans la zone de conservation est trop grande à la température ambiante.	a) Surface d'évaporation trop grande d'où fonctionnement à haute température d'évaporation et temps de marche courts. b) Charge de la chambre trop basse en hiver, par ex. (temps de marche court = déshydratation réduite).	Installer un évaporateur plus petit. Etablir un contrôle de l'humidité au moyen d'un hygromètre, d'un corps chauffant et d'un thermostat de sécurité KP 62.
Humidité trop basse dans la zone de conservation.	a) Isolation inadéquate de la chambre. b) Consommation interne d'énergie importante (éclairage, ventilateurs, par ex.) c) Surface d'évaporation trop petite d'où temps de marche prolongés à basse température d'évaporation.	Recommander de mieux isoler. Recommander de réduire la consommation énergétique interne. Installer un évaporateur plus grand.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Température ambiante trop basse dans la zone de conservation.	a) Défaut du thermostat d'ambiance. 1) Température d'ouverture réglée trop bas. 2) Bulbe mal placé. b) Ambiance très froide.	Voir le " Thermostats: Dépannage". Si impératif : établir un chauffage électrique avec thermostat.
Pression d'aspiration trop élevée.	a) Compresseur trop petit. b) Une ou plusieurs clapets fuient. c) Régulation de capacité défectueuse ou mal réglée. d) Charge de l'installation trop grande. e) Fuite à la vanne du dégivrage à gaz chaud.	Installer un compresseur plus puissant. Remplacer les clapets. Remplacer, réparer ou ajuster la régulation de capacité. Recommander une charge moins grande ou installer un compresseur plus puissant ou un régulateur de pression de démarrage Remplacer la soupape.

Pression d'aspiration trop élevée pour basse température du gaz d'aspiration.	a) Détendeur thermostatique réglé pour une surchauffe trop faible ou bulbe mal placé. b) Orifice trop grand. c) Conduite de liquide fuit dans l'échangeur de chaleur entre conduites liquide et aspiration.	Voir Détendeurs thermostatiques: Dépannage”. Monter un orifice plus petit. Remplacer l'échangeur de chaleur
Pression d'aspiration trop basse, fonctionnement continu.	Pressostat basse pression mal réglé ou défectueux.	Ajuster ou remplacer le pressostat basse pression par un KP 1 ou un pressostat combiné KP 15.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Pression d'aspiration trop basse, marche normale ou démarrages futiles.	a) Faible charge de l'installation. b) Manque de liquide dans l'évaporateur car: 1) Manque de liquide dans la bouteille accumulatrice, 2) conduite de liquide trop longue, 3) conduite de liquide trop étroite, 4) coudes brusques et enfoncements dans la conduite de liquide, 5) déshydrateur partiellement colmaté, 6) défaut d'électrovanne, 7) sous-refroidissement liquide insuffisant, 8) défaut de détendeur. c) Evaporateur trop petit. d) Ventilateur de l'évaporateur défectueux. e) Perte de charge trop importante dans évaporateur et/ou conduite d'aspiration. f) Aucun dégivrage ou dégivrage insuffisant du refroidisseur d'air. g) Givre dans le refroidisseur à saumure. h) Débit d'air ou de saumure insuffisant dans le refroidisseur. i) Accumulation d'huile dans l'évaporateur.	Etablir une régulation de capacité ou augmenter le différentiel du pressostat basse pression. Voir sous "Niveau trop bas dans la bouteille accumulatrice". Voir sous "Bulles de vapeur dans le voyant". Voir sous "Bulles de vapeur dans le voyant" Voir le " Détendeurs thermostatiques : Dépannage " Choisir un évaporateur plus grand. Remplacer ou réparer le ventilateur. Remplacer si nécessaire l'évaporateur et/ou la conduite d'aspiration. Etablir un dégivrage ou le régler. Augmenter la concentration de saumure et vérifier le produit antigel. Chercher cause et intervenir. Voir "Refroidisseurs d'air" et "Refroidisseurs de liquide". Voir sous "Niveau trop bas dans le carter".

Symptôme	Cause possible	Intervention
Pression d'aspiration instable. En fonctionnement avec le détendeur thermostatique.	a) Surchauffe du détendeur trop faible. b) Orifice du détendeur trop grand. c) Défaut de régulation de capacité: 1) régulateur de capacité trop grand, 2) pressostat(s) pour régulation d'étages mal réglé(s).	Voir le " Détendeurs thermostatiques : Dépannage". Installer un régulateur de capacité plus petit. Augmenter le différentiel entre pression d'enclenchement et pression de déclenchement.
Pression d'aspiration instable. En fonctionnement avec Détendeur électronique.	Les oscillations se produisent habituellement.	Aucun.
Température du gaz d'aspiration trop élevée	Injection de liquide trop faible pour les raisons suivantes: a) Charge de réfrigérant trop petite dans le circuit. b) Défaut de la conduite de liquide ou d'un de ses composants. c) Détendeur thermostatique réglé sur une surchauffe trop importante ou perte partielle de la charge du bulbe	Corriger la charge de réfrigérant. Voir le " Montage: Remplissage de réfrigérant". Voir sous les titres suivants "Niveau dans la bouteille accumulatrice", "Déshydrateur trop froid " Bulles de vapeur dans le voyant" et "Pression d'aspiration trop basse". Voir le " Détendeurs

Symptôme	Cause possible	Intervention
Température des gaz d'aspiration trop basse.	Injection de liquide trop forte à cause de: a) Détendeur réglé pour surchauffe trop faible. b) Bulbe mal placé (chaud ou mauvais contact)	Voir le " Détendeurs thermostatiques: Dépannage" Voir le ". Détendeurs thermostatiques : Dépannage".
Compresseur Démarrages Futiles (déclenchement par pressostat basse pression).	a) Compresseur trop puissant pour la charge instantanée. b) Compresseur trop puissant. c) Régulateur de pression d'évaporation réglé pour une pression d'ouverture trop haute.	Etablir une régulation de capacité (régulateur de capacité ou compresseurs en parallèle). Installer un compresseur moins puissant. Régler correctement le régulateur KVP (avec manomètre).
Compresseur Démarrages Futiles (déclenchement par pressostat haute pression).	a) Pression de condensation trop haute. b) Défaut pressostat haute pression. c) Pressostat réglé pour une pression d'ouverture trop basse.	Voir sous "Pression de condensation trop haute". Ajuster ou remplacer le pressostat haute pression par un KP 5 ou un pressostat combiné KP 15. Régler correctement le pressostat (avec manomètre). Pour éviter les démarrages futiles, installer un pressostat haute pression à réarmement manuel.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Temp. trop haute dans la conduite de refoulement.	Fuite au clapet d'aspiration et/ou au clapet de refoulement (soupapes de puissance).	Remplacer les clapets. Voir aussi sous "Température trop haute dans la conduite refoulement".
Compresseur Compresseur trop froid.	Migration de réfrigérant liquide dans la conduite d'aspiration et peut-être jusqu'au compresseur (détendeur mal réglé).	Régler le détendeur à une surchauffe plus basse selon les méthodes MSS (surchauffe stable min.).
Compresseur Compresseur trop chaud.	a) Compresseur et/ou moteur surchargé, car évaporateur trop chargé d'où une pression d'aspiration trop élevée. b) Refroidissement du moteur et des cylindres trop faible car : 1) manque de liquide dans l'évaporateur 2) faible charge de l'évaporateur 3) clapets fuient 4) surchauffe trop forte dans l'échangeur de chaleur ou dans l'accumulateur d'aspiration. c) Pression de condensation trop élevée.	Réduire la charge de l'évaporateur ou installer un compresseur plus puissant. Chercher le défaut entre condenseur et détendeur (voir sous "Pression d'aspiration trop basse"). Remplacer les clapets. Supprimer l'échange de chaleur ou installer un échangeur HE plus petit. Voir sous "Pression de condensation trop élevée".

Symptôme	Cause possible	Intervention
A-coups: a) en permanence, b) au démarrage.	a) Coups de bélier dans le cylindre (migration de réfrigérant liquide). b) Montée d'huile (pénétration de réfrigérant dans l'huile carter). c) Usure des pièces mobiles (roulements).	Régler le détendeur à une surchauffe plus haute selon les méthodes MSS (surchauffe stable min.). Installer un corps chauffant dans le carter du compresseur ou audessous. Réparer ou remplacer le compresseur.
Compresseur Niveau d'huile trop haute dans le carter. En cas de charge élevée seulement. Lors des arrêts ou des démarrages.	Trop d'huile. Retour insuffisant de l'huile de l'évaporateur à faible charge. Dilution de réfrigérant dans l'huile carter (température ambiante trop basse).	S'assurer d'abord que le problème ne provient pas de la présence de réfrigérant dans l'huile, ensuite purger celle-ci jusqu'au niveau correct. Vérifier la constitution de la conduite d'aspiration (poche d'huile, etc.). Voir le "Montage" Installer un corps chauffant dans le carter du compresseur ou au-dessous.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Compresseur Niveau d'huile trop bas dans le carter.	a) Trop peu d'huile. b) Retour insuffisant de l'huile de l'évaporateur à faible charge car: 1) conduites d'aspiration verticales trop larges. 2) aucun séparateur d'huile. 3) conduite d'aspiration horizontale sans pente. c) Usure des pistons, segments et cylindre. d) Pour compresseurs en parallèle : 1) Avec égalisation de pression - les compresseurs ne sont pas dans le même plan vertical; le tuyau d'égalisation est trop étroit. 2) Avec régulation du niveau d'huile: colmatage total ou partiel du régulateur à flotteur ; régulateur à flotteur bloqué. e) Colmatage total ou partiel du retour du séparateur d'huile ou régulateur à flotteur bloqué.	S'assurer d'abord que le problème ne provient pas d'une accumulation d'huile dans l'évaporateur, remplir ensuite jusqu'au niveau d'huile correct. Pratiquer des poches d'huile à 1.2 m ou 1.5 m d'intervalle dans les conduites d'aspiration verticales. Le liquide doit entrer par le haut: si ce n'est le cas, intervertir les conduites entrée/sortie. Voir aussi le " Montage". Remplacer les composants usés. Dans tous les cas : le dernier compresseur qui démarre est le premier à manquer d'huile. Voir aussi le " Montage". Aligner les compresseurs dans le même plan horizontal. Installer un tuyau d'égalisation plus large et, si nécessaire, un tuyau d'égalisation de vapeur. Nettoyer ou remplacer le boîtier du niveau à flotteur. Nettoyer ou remplacer le tuyau de retour d'huile ou remplacer le régulateur à flotteur ou le séparateur d'huile complet.

Symptôme	Cause possible	Intervention
Compresseur Montée d'huile au démarrage.	a) Dilution massive de réfrigérant dans l'huile carter (température ambiante trop basse). b) Avec séparateur d'huile: pénétration de réfrigérant dans l'huile pendant les arrêts.	Installer un corps chauffant dans le carter du compresseur ou audessous. Séparateur d'huile trop froid pendant les arrêts. Installer un corps chauffant à thermostat ou monter une électro-vanne temporisée sur la conduite de retour d'huile.
Compresseur Montée d'huile en fonctionnement.	a) Migration de réfrigérant liquide de l'évaporateur au carter du compresseur. b) Avec séparateur d'huile: le régulateur à flotteur ne ferme pas correctement.	Régler le détendeur à une surchauffe plus haute selon les méthodes MSS (surchauffe stable min.). Remplacer le régulateur à flotteur ou le séparateur d'huile complet.

Compresseur Huile teintée.	Contamination du circuit car: a) Montage peu soigné (propreté non respectée). b) Dégradation de l'huile (humidité dans le circuit). c) Dégradation de l'huile (température trop élevée dans la conduite de refoulement). d) Particules d'usure. e) Mauvais nettoyage après une avarie du moteur.	Dans tous les cas : faire la vidange et remplacer le déshydrateur. Si nécessaire, nettoyer le circuit de réfrigérant. Si nécessaire, nettoyer le circuit de réfrigérant. Chercher et éliminer la cause de la température incorrecte dans la conduite de refoulement. Voir sous "Température trop élevée dans la conduite de refoulement". Si nécessaire, nettoyer le circuit. Si nécessaire, nettoyer le circuit de réfrigérant. Remplacer les pièces usées ou monter un nouveau compresseur. Nettoyer le circuit de réfrigérant. Installer un filtre antiacide. Au besoin, le remplacer plusieurs fois.
-----------------------------------	--	---

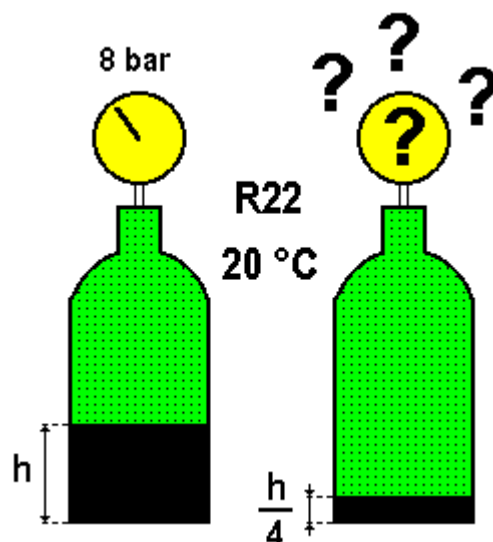
Module : Entretien et Dépannage des Installations Frigorifiques

GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUE

Sommaire DES TP :

Relation pression - température
Montage de l'évaporateur
Problème de flash-gas
Pannes principales
Jeu des 12 erreurs
Régulateur de démarrage et détendeur MOP
Détendeur capillaire
Pompe à chaleur
Pression différentielle
Moteurs monophasés multi vitesses
Dépannage électrique
Nouveaux fluides
Hygrométrie des chambres froides
Couplage des moteurs triphasés
Démarrage Part Winding
Moteurs Dahlander
Condenseur à eau perdue
Dry-cooler
Notions de psychrométrie
Tour de refroidissement
Problème de déconcentration
Les pertes de charge
Vases d'expansion
Refroidisseurs de liquide
Bouteille casse pression

TP1 : Relation pression – température



La relation pression-température est à la base de nombreux phénomènes ayant pour siège aussi bien l'évaporateur et le condenseur qu'une simple bouteille de fluide frigorigène. Aussi n'est-il pas inutile de bien l'expliciter.

Travail demander :

Soit deux bouteilles contenant chacune un mélange de liquide et de vapeurs de R22 à la même température de 20°C

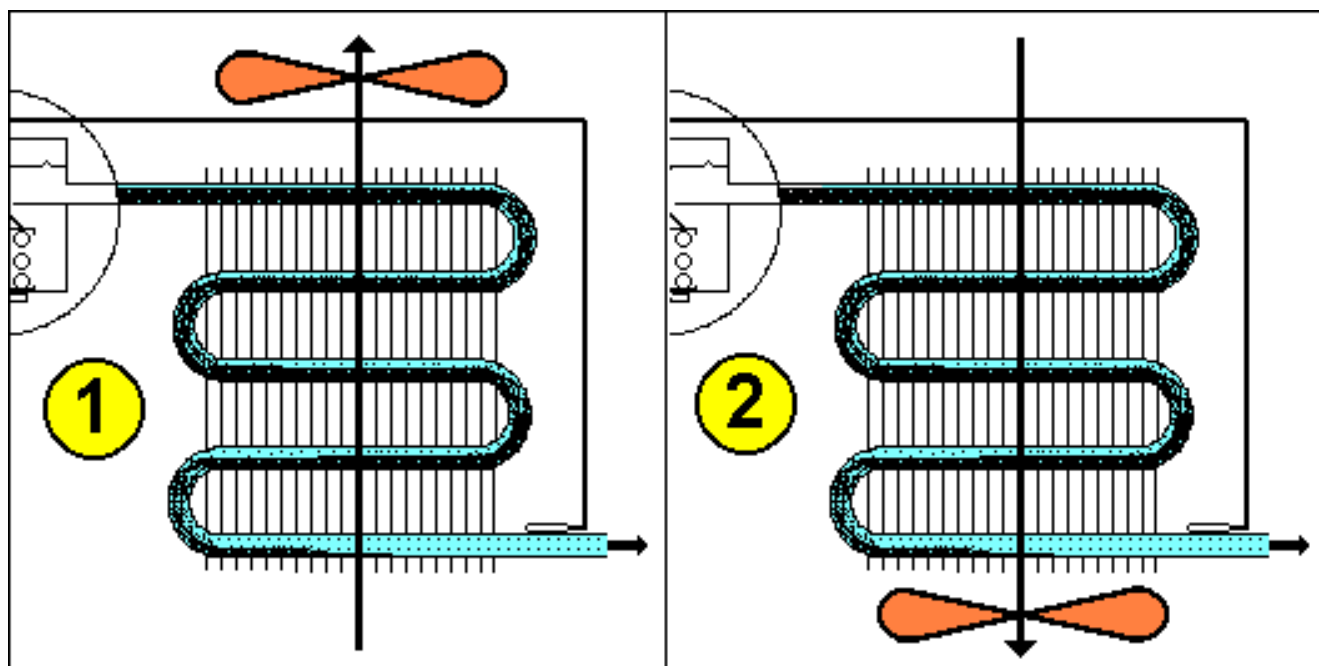
Dans la première bouteille, la hauteur du liquide est 4 fois plus importante que dans la seconde bouteille.

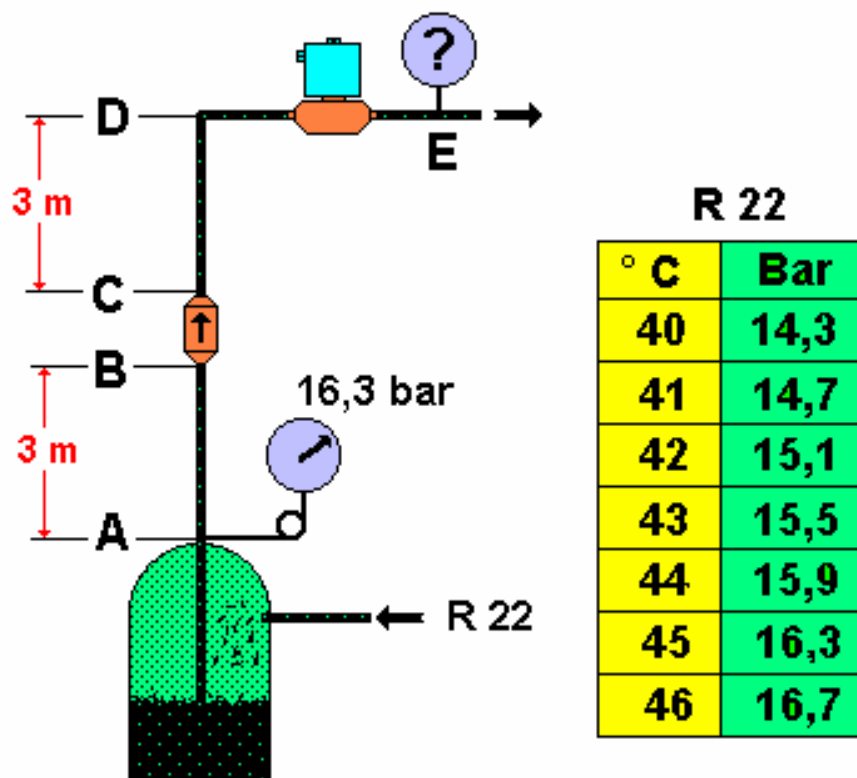
Sachant que la pression dans la première bouteille est de 8 bar,

Quelle sera la pression indiquée par un manomètre raccordé sur la seconde bouteille ?

TP2 : Montage de l'évaporateur

Lequel des 2 montages ci-dessous vous semble-t-il le meilleur ? Pourquoi ?



TP3 : Problème de flash-gas

Avant d'étudier en détail la famille des pannes de la pré-détente, ce chapitre se propose d'expliciter le phénomène trop méconnu de la pré-détente instantanée dans la ligne liquide (**appelé flash-gas par les anglo-saxons**).

Pour rappel, l'huile utilisée dans les installations frigorifiques est très peu miscible avec le fluide frigorigène en phase vapeur. Aussi la sélection et le tracé des tuyauteries d'aspiration et de refoulement doivent être particulièrement soigné afin que l'huile qui part en permanence par le refoulement du compresseur puisse revenir sans problème par l'aspiration

A l'inverse, cette huile se mélange parfaitement avec le fluide frigorigène liquide et son entraînement dans le condenseur et la ligne liquide ne pose généralement pas de problème, même si la vitesse du mélange est faible ou si la tuyauterie présente des points bas.

Pourtant, sur les installations où le condenseur à air est assez éloigné de l'évaporateur, si une mauvaise conception de la ligne liquide ne risque pas de créer des problèmes de Retour d'huile, elle peut provoquer une perte de charge suffisante pour engendrer le phénomène de flash-gas...

Travail demander :

Fluide frigorigène utilisé : R22 (une colonne de 1m de R22 = 0,12 bar).

DP tuyauteries AB + CD = 0,02 bar/m

DP déshydrateur (BC) = 0,15 bar

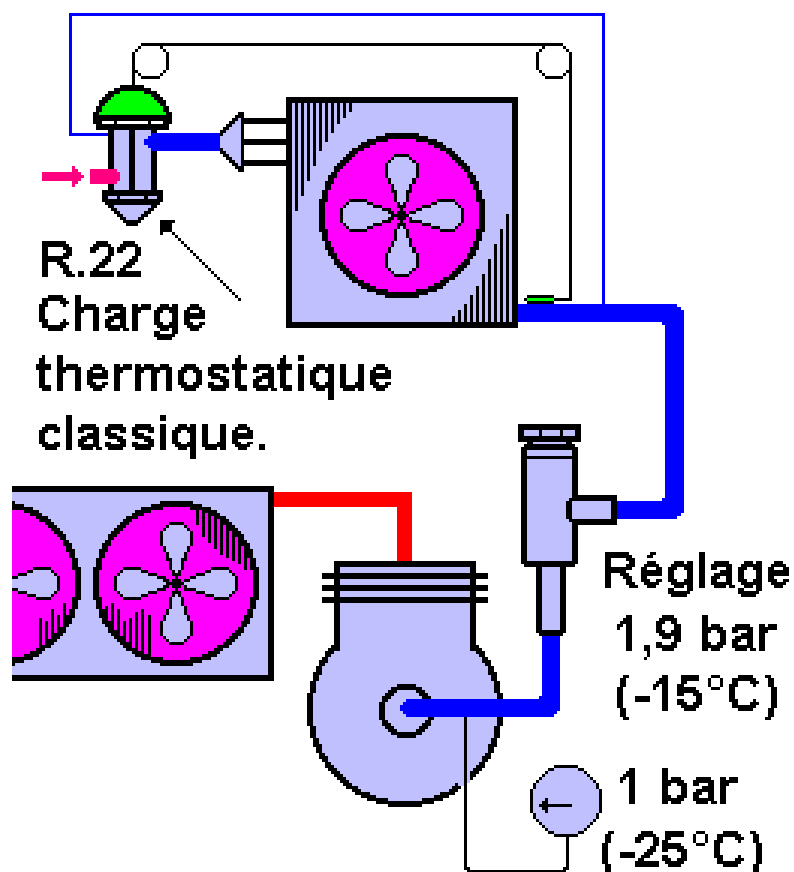
DP électrovanne (DE) = 0,21 bar

Dénivelé total = 6 m.

1) En fonctionnement, quelle sera la pression à l'entrée du détendeur (point E) ?

2) Quelle doit être la valeur minimale du sous refroidissement du liquide pour éliminer tous risques de flash-gas ?

TP6 : Régulateur de démarrage et détendeur MOP



Dans le chapitre précédent, nous avons vu les problèmes soulevés par le démarrage d'une installation frigorifique avec une BP anormalement élevée par rapport à la BP normale de fonctionnement. Nous savons maintenant qu'un détendeur MOP peut parfois permettre de solutionner le problème. Cependant, dans certains cas (gros volume coté BP, dégivrage par gaz chauds) le temps nécessaire pour descendre la BP jusqu'au point MOP est beaucoup trop long. Le compresseur restant surchargé trop longtemps, il risque alors de couper en sécurité. La solution pour résoudre ce type de problème est une vanne frigorifique spéciale appelée régulateur de démarrage...

Travail demander :

Peut-on installer à la fois un régulateur de démarrage et un détendeur MOP ?

Pour vous aider à répondre à cette question, observons l'installation ci-contre, représentée en fonctionnement normal.

La température d'évaporation est alors de -25°C (soit 1 bar avec du R22) et le régulateur de démarrage est réglé pour limiter à 1,9 bar (soit -15°C) *au maximum* la pression coté compresseur.

Le détendeur à égalisation externe est équipé d'un train thermostatique démontable, avec une charge par exemple à adsorption. Après un dégivrage, la température dépassant 0°C , la pression coté l'évaporateur peut remonter au-dessus de 4 bar.

Imaginons que le train thermostatique du détendeur soit percé et que vous deviez le remplacer. *Malheureusement* (vous vous en doutiez), vous n'avez pas le même train thermostatique dans votre véhicule. Par contre, vous disposez de 3 trains MOP adaptables sur le détendeur : un train avec un point MOP à -30°C , un autre avec un MOP à -20°C et un troisième avec un MOP à -10°C .

1) Comment fonctionnerait cette l'installation avec chacun de ces 3 trains ?

Lequel choisiriez-vous ?

2) Comment procéderiez-vous pour régler le régulateur de démarrage ?

TP7 : Détendeur capillaire

De tous les détendeurs existants, le détendeur capillaire est assurément le plus simple puisqu'il n'est constitué que d'un simple morceau de tube frigorifique de petit diamètre, ce qui lui assure un coût de revient extrêmement faible. De plus, il ne contient aucun organe mécanique et il ne possède aucun réglage, ce qui lui confère une fiabilité et une tenue dans le temps excellentes.

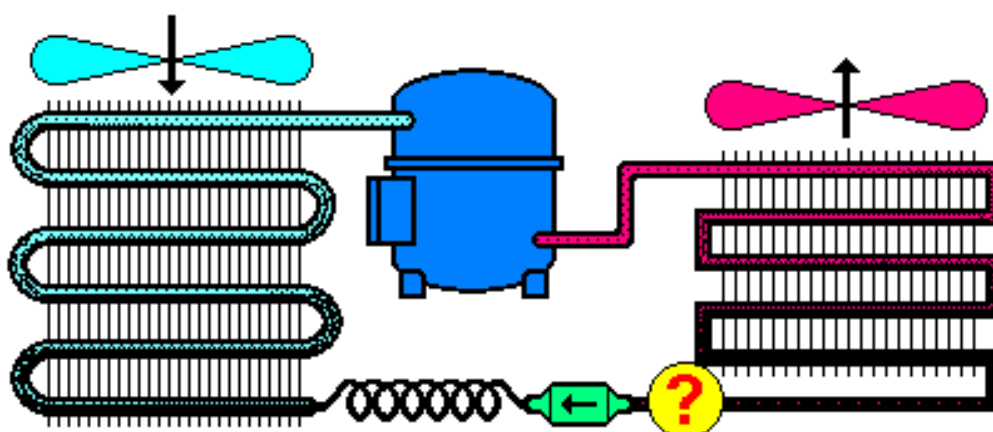
Malgré quelques précautions à respecter, que nous verrons dans ce chapitre, les nombreux avantages du détendeur capillaire expliquent son choix pour équiper de très nombreux matériels de petite puissance, surtout lorsqu'ils sont fabriqués en grande série : climatiseurs, réfrigérateurs ménagers, petites pompes à chaleur, petits meubles frigorifiques, etc.

L'objet de ce chapitre est de bien mettre en évidence les précautions nécessaires pour toute intervention sur un circuit frigorifique équipé d'un détendeur capillaire...

Travail demander :

Nous n'avons pas représenté la bouteille liquide en sortie du condenseur.

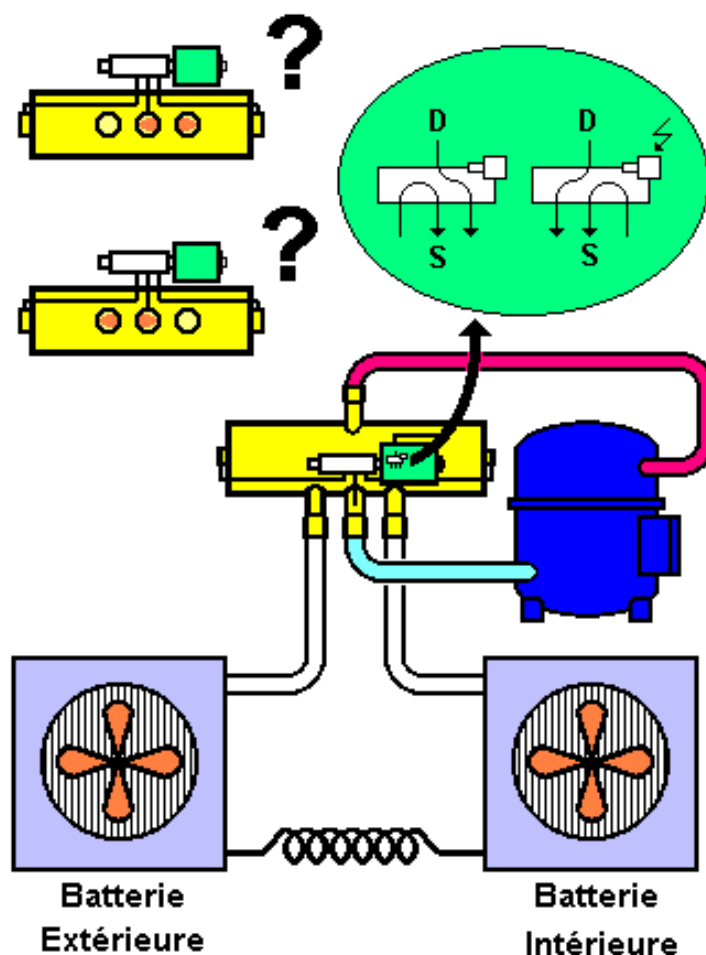
A votre avis, est-il recommandé d'en mettre une ? Pourquoi ?



TP8 : Pompe à chaleur

De très nombreuses pompes à chaleur ont été installées depuis le premier choc pétrolier de 1973. La plupart de ces pompes à chaleur sont équipées d'une vanne d'inversion de cycle à 4 voies utilisée soit pour passer la pompe en régime été (refroidissement), soit pour dégivrer la batterie extérieure en régime hiver (chauffage).

L'objet de ce chapitre est d'étudier le fonctionnement de la vanne d'inversion de cycle à 4 voies (**V4V**), qui équipe la majorité des pompes à chaleur air-air classiques ainsi que les systèmes de dégivrage par inversion de cycle (voir page 433), de sorte à être capable de remédier efficacement aux dysfonctionnements les plus courants...



Travail demander :

en plein hiver, un dépanneur doit remplacer la V4V sur l'installation ci-contre. Après avoir récupéré le fluide de l'installation et démonté la V4V défectueuse, le dépanneur se pose la question suivante : Vu la température extérieure et la température intérieure (plutôt fraîche), la régulation va faire repartir la pompe à chaleur « en chaud ».

Alors, avant de monter la V4V neuve, vaut-il mieux amener le tiroir à droite, à gauche, ou cela n'a-t-il aucune importance ?

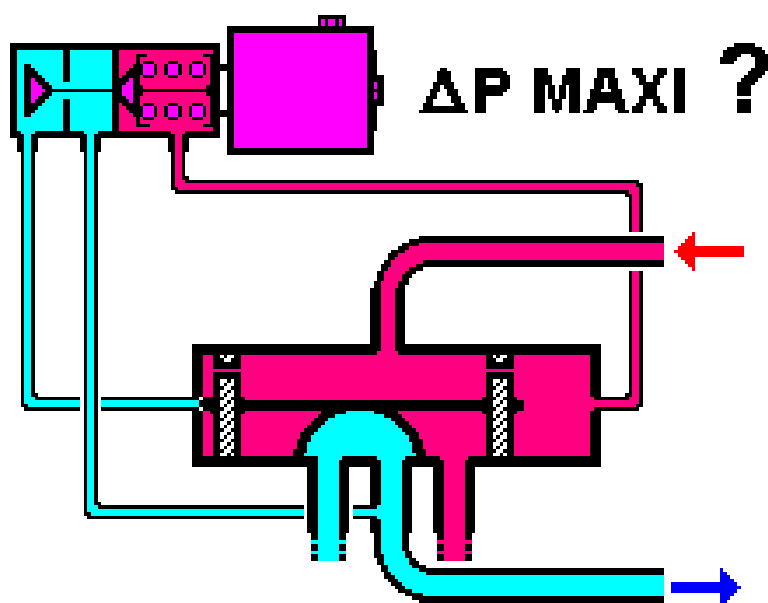
Pour vous aider, nous avons reproduit un schéma gravé sur l'électrovanne.

TP9 : Pression différentielle

Travail demander :

en parcourant la documentation d'un des principaux fabricants de V4V, vous trouvez les renseignements suivants :

Pour l'inversion correcte :



Pression différentielle mini : 1 bar.

Pression différentielle maxi : 25 bar.

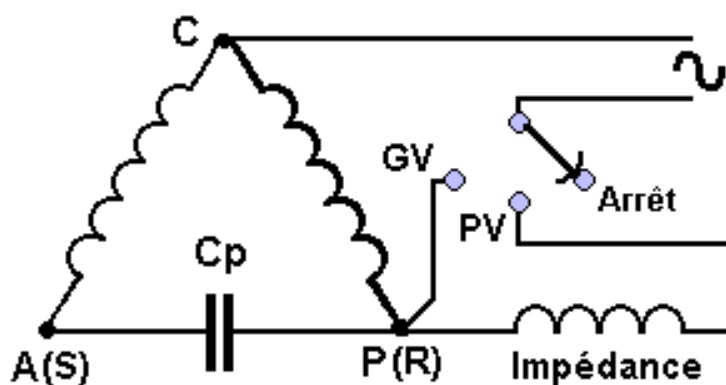
Nous savons déjà qu'il faut une pression différentielle minimum (ΔP entre la HP et la BP) pour permettre le basculement franc du tiroir. Nous en avons longuement parlé.

Mais pourquoi la pression différentielle entre la HP et la BP ne doit-elle pas dépasser un maximum de 25 bar ? Quels sont les risques ?

TP10 : Moteurs monophasés multi-vitesses

De très nombreux matériels de faible puissance utilisés en réfrigération domestique ou en petite climatisation sont équipés de moteurs monophasés (réfrigérateurs, congélateurs, climatiseurs individuels, petites pompes à chaleur...).

Les moteurs monophasés à phase auxiliaire, bien qu'ils soient très répandus, sont souvent beaucoup plus méconnus que les moteurs triphasés. Le but de ce chapitre n'est pas d'étudier pourquoi ou comment ces moteurs tournent, mais de savoir raccorder électriquement et dépanner ce type de matériel ainsi que les accessoires nécessaires au fonctionnement (condensateurs et relais de démarrage). Bien sûr, nous insisterons tout particulièrement sur les moteurs de compresseur...

**Moteurs à plusieurs vitesses.**

Le schéma de principe ci-contre représente un moteur de ce type équipant le ventilateur de soufflage de nombreux climatiseurs.

Le principe est de créer une chute de tension aux bornes du moteur, ce qui réduit le couple moteur et donc la vitesse.

Une bobine (impédance) est raccordée en série avec le moteur de type PSC. Quand le commutateur est en position **PV**, l'intensité absorbée traverse l'impédance qui crée une chute de tension aux bornes du moteur : Il tourne en **Petite Vitesse**.

Quand le commutateur est en position **GV**, l'impédance est court-circuitée et le moteur reçoit la tension du réseau : Il tourne en **Grande Vitesse**.

Travail demander :

Un moteur monophasé 220V, équipé d'un condensateur de marche de $3\mu\text{F}$, entraîne le ventilateur d'un climatiseur. Un commutateur à 4 bornes (C, PV, MV, GV) permet la sélection de la vitesse du ventilateur (**P**etite, **M**oyenne ou **G**rande vitesse).

Cinq fils sortent du moteur : un **B**leu, un **R**ouge, un **N**oir, un **J**aune et un **V**ert.

Tous les fils étant débranchés, vous trouverez dans le tableau ci-contre la valeur de la résistance mesurée entre chacun de ces fils (par exemple, il y a 270Ω entre le fil **J**aune et le fil **V**ert). **Alors, à vos crayons et retrouvez le schéma interne du moteur**

	B	R	N	J	V
B	-	-	-	-	-
R	110Ω	-	-	-	-
N	110Ω	220Ω	-	-	-
J	290Ω	400Ω	180Ω		-
V	200Ω	310Ω	90Ω	270Ω	-

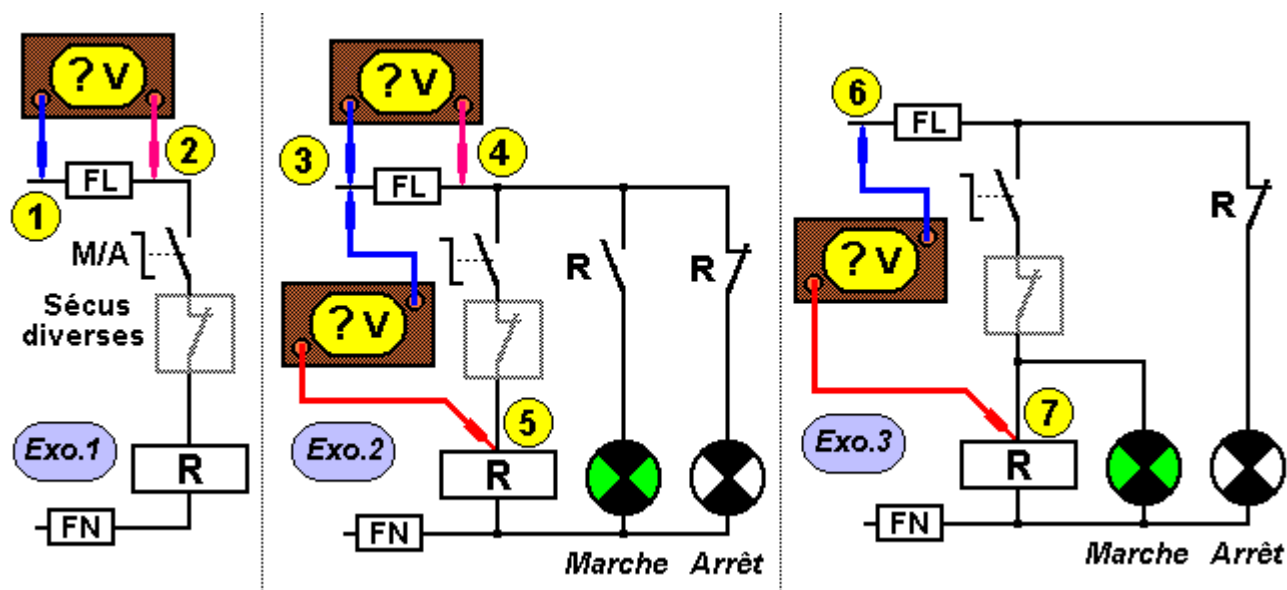
Dépannage électrique

De très nombreuses pannes provoquent une coupure du circuit de commande par une sécurité électrique et l'installation (ou une partie de l'installation) ne fonctionne plus. Placés dans cette situation, de trop nombreux dépanneurs « bidouilleurs » appuient au hasard sur tous les boutons de réarmement, dérèglent des appareils ou des sécurités, appuient à la main sur les contacteurs (en risquant un accident)...

Pourtant, une démarche structurée permettrait de gagner énormément de temps et de **dépanner l'installation à coup sûr** sans provoquer d'autres pannes. En fait, il suffit de connaître *quelques règles de base très simples* pour être capable de déterminer **très rapidement** quel est l'organe électrique (sécurité ou autre) qui a coupé.

Au lieu de se demander « qu'est-ce qui a bien pu couper ? » et de rechercher la panne « au pif », le dépanneur ayant localisé très vite le défaut pourra se poser la question essentielle : « pourquoi cette sécurité a-t-elle coupée, et comment faire pour que cela ne se reproduise plus ? ». Il trouvera le temps d'effectuer un contrôle général de l'installation et pourra prévenir les pannes à répétition.

Ce type d'attitude sera bénéfique pour tout le monde, que ce soit le client, le dépanneur ou l'entreprise.



TP11 : Nouveaux fluides

Jusqu'à la signature du fameux protocole de Montréal en septembre 87, la plupart des frigoristes étaient des gens relativement heureux.

Ils utilisaient les fluides frigorigènes disponibles depuis pas mal d'années et les maîtrisaient plutôt bien.

En froid commercial, le R12 et le R502 étaient les plus courants. En climatisation, le R22 était le plus utilisé.



Et voilà qu'à Montréal, on nous dit que le R12 et le R502 (ainsi que le R11, le R113, le R114, le R115 et le R500) sont des **CFC** (chlorofluorocarbures) qui détruisent la couche d'ozone et que ces fluides doivent disparaître avant 10 ans !

L'échéance semblait bien lointaine et les CFC ont continué à être utilisés de plus belle par la plupart des frigoristes, d'autant plus qu'il n'y avait pas vraiment de solutions de remplacement, sauf à concevoir les installations neuves avec du R22, quand c'était possible.

Et aujourd'hui.



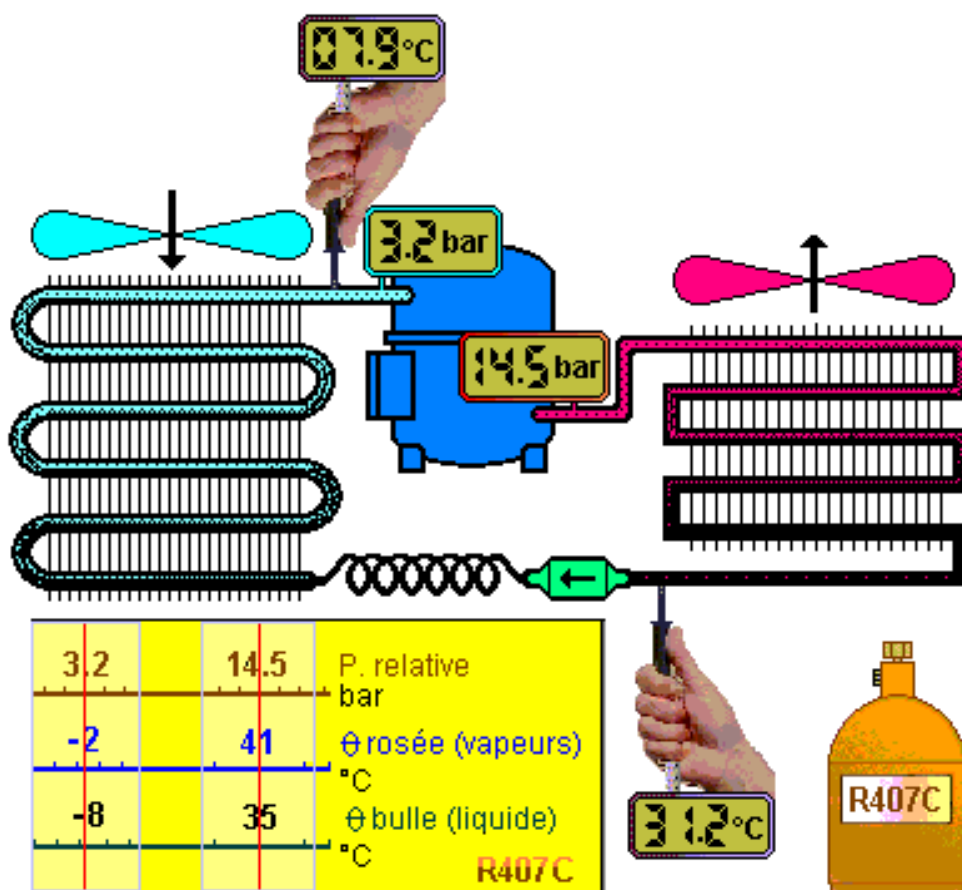
Un dépanneur hésitant pourrait penser que la surchauffe est élevée alors que le compresseur « croque » du liquide ou encore que le sous refroidissement est très correct alors qu'il est nul et partir dans des hypothèses de dépannage farfelues.

Alors, restez particulièrement vigilant avec ces fluides en attendant d'acquérir de l'expérience !

Travail demander :

A propos, quelle est la valeur de la surchauffe sur l'installation ci-contre ? Et quelle est la valeur du sous refroidissement ?

Ces valeurs vous semblent-elles normales ? Pourquoi ?



TP12 : Hygrométrie des chambres froides

Pour rappel, le sujet a déjà été succinctement abordé.

Pour contrôler la température dans une chambre froide, il y a généralement peu de problèmes puisqu'il suffit d'installer la puissance frigorifique suffisante et de régler convenablement la régulation de température. *Cependant, c'est uniquement la bonne sélection du couple évaporateur / compresseur qui va définir l'humidité relative qu'on obtiendra finalement dans l'ambiance : alors, il vaut mieux ne pas se tromper !*

Travail demander :

Quand la régulation de température ne peut pas se faire facilement avec un thermostat (une déserte de self par exemple), on peut utiliser un pressostat BP de régulation. En effet, Nous savons que le $\Delta\theta$ total à l'évaporateur est constant et que la pression à l'aspiration au compresseur est égale à la pression d'évaporation moins les pertes de charges (ΔP) à l'aspiration.

Un client souhaite obtenir dans sa chambre froide une température comprise entre 4 et 6°C et une hygrométrie entre 90 et 85% (selon le tableau de la page 421, le $\Delta\theta$ total doit donc être compris entre 5 et 7°C). Sachant que l'évaporateur est de type ventilé et qu'on peut estimer la perte de charge à l'aspiration du compresseur à 0,3 bar,

À quelles valeurs régleriez-vous la coupure et l'enclenchement du pressostat BP de régulation ?

Le fluide utilisé est du R22 et vous trouverez ci-dessous un aperçu des relations pression / température indiquées par le manomètre BP :

To	8°C	6°C	4°C	2°C	0°C	-2°C	-4°C	-6°C	-8°C	-10°C
Po	5,4bar	5bar	4,6bar	4,3bar	4 bar	3,6bar	3,3bar	3 bar	2,8bar	2,5bar

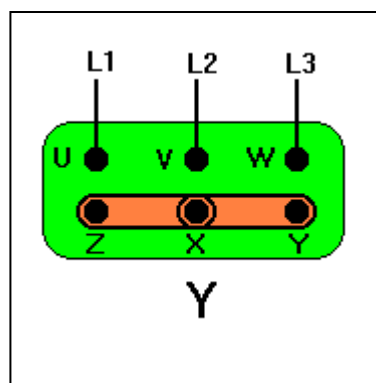
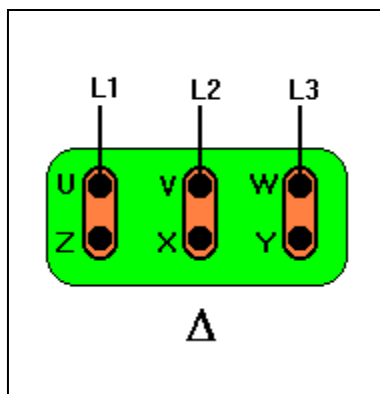
TP13 : Couplage des moteurs triphasés**Travail demander :**

La moindre erreur dans le couplage d'un moteur risque d'entraîner sa destruction immédiate et irrévocable à la mise sous tension. Pour éviter ce genre de désagrément, essayez de compléter le tableau ci-dessous en indiquant dans chaque case le couplage à réaliser (Y ou Δ) en fonction du type de moteur et de la tension d'alimentation utilisée.

Type de moteur	Couplage selon la tension d'alimentation			
	3 x 127 V	3 x 220 V	3 x 380 V	3 x 660 V
Triphasé ↓				
127 / 220 V	.			□□
220 / 380 V		.		
380 / 660 V		□	.	

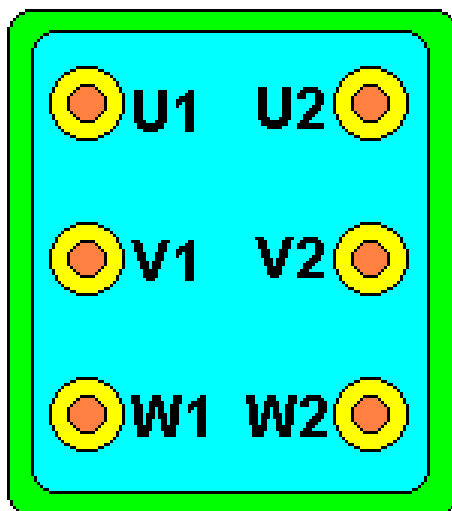
Le signe □ indique une sous-tension d'alimentation. Pour rappel, si le moteur est utilisé pour entraîner une machine à fort couple résistant (un compresseur par exemple), il ne pourra pas démarrer. Le moteur va donc "caler" en absorbant en permanence son intensité de démarrage : *il ne reste plus qu'à espérer* que les sécurités thermiques ou les protections internes couperont le moteur avant qu'il ne "grille" définitivement.

Le signe □□ indique une surtension d'alimentation. Généralement ce genre d'erreur ne pardonne pas : le moteur "grille" quasi instantanément dès sa mise sous tension !



TP14 : Démarrage Part Winding

Ce chapitre se propose d'étudier la technique de démarrage appelée " Part Winding ou PW ", très couramment utilisée en froid et climatisation afin de réduire les divers inconvénients que nous venons de voir...



Travail demander :

Vous testez ce moteur de compresseur et vous trouvez une résistance d'environ $0,2 \Omega$ entre les bornes U1 et V1, U1 et W1, V1 et W1. Vous vous dites qu'il s'agit sûrement d'un moteur PW.

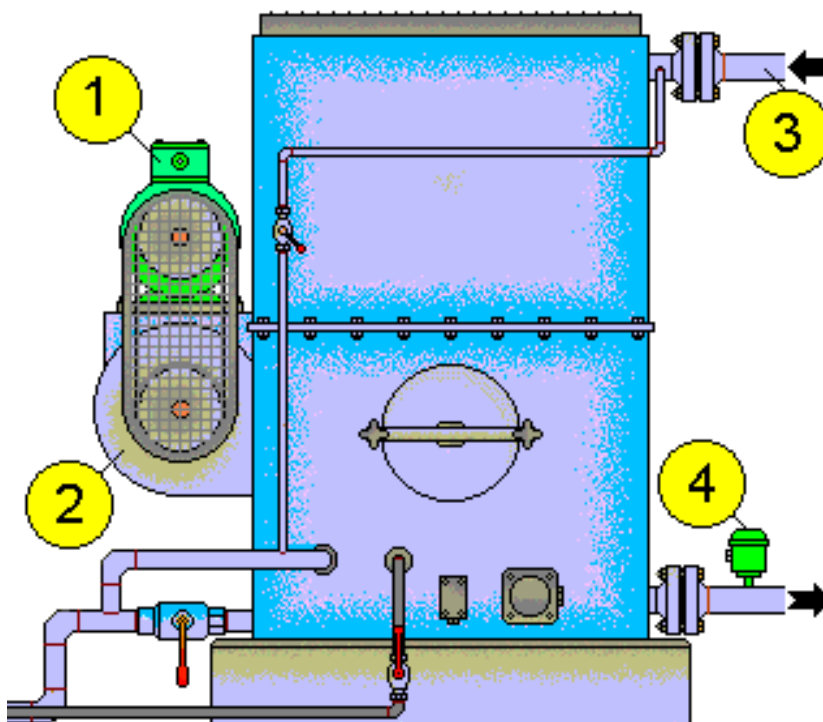
Vous testez alors la rangée de droite et vous trouvez environ $0,4 \Omega$ entre les bornes U2 et V2, U2 et W2, V2 et W2, soit une résistance environ 2 fois plus élevée. De plus, vous ne trouvez aucune liaison entre les 3 bornes de gauche et les 3 bornes de droite.

De quel type exact de moteur peut-il bien s'agir ?

TP15 : Moteurs Dahlander

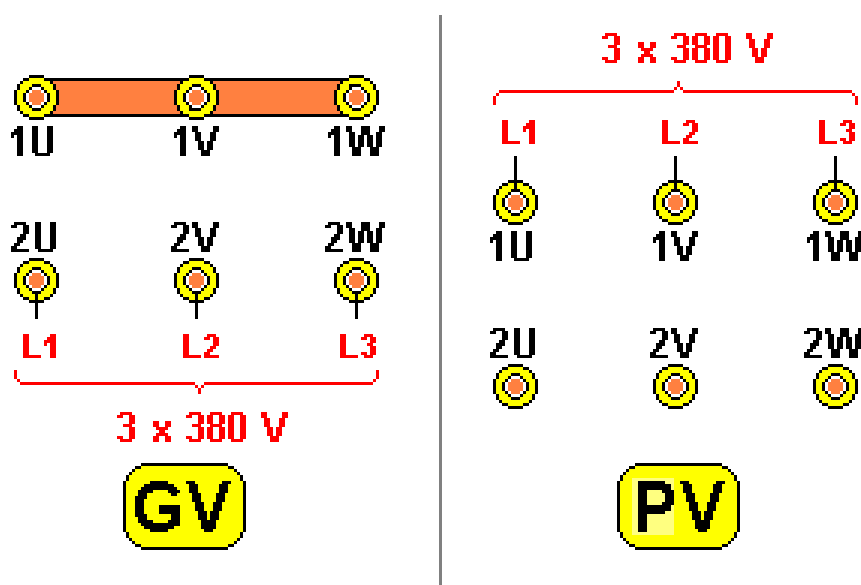
Les moteurs triphasés à 2 vitesses de rotation sont fréquemment utilisés sur les centrales de traitement d'air afin d'assurer 2 débits différents selon le régime de fonctionnement : Petite Vitesse (**PV**) en régime hiver et Grande Vitesse (**GV**) en régime été (voir : *panne de l'évaporateur trop petit, aspect pratique, page 123*).

Les moteurs à 2 vitesses équipent aussi très souvent les tours de refroidissement (le fonctionnement de ces appareils sera détaillé page 506). Dans l'application courante, le moteur à 2 vitesses (repère **1**) entraîne le ventilateur de la tour (repère **2**). Le ventilateur étant à l'arrêt, si le compresseur s'enclenche, la température de l'eau qui entre dans la tour (repère **3**) commence à augmenter. Le thermostat placé à la sortie de la tour (repère **4**) détecte cette montée de température et enclenche le ventilateur en **PV**. Si la température de l'eau continue encore d'augmenter, le thermostat passe le ventilateur en **GV** et la tour donne alors sa puissance maximum...



Un autre type de moteur à 2 vitesses, appelé moteur Dahlander, est très répandu de nos jours. Le bornier d'un tel moteur est représenté ci-contre :

il s'agit d'un moteur mono -Tension à 6 bornes.



En grande vitesse, on amène les 3 phases d'alimentation sur les 3 bornes 2U, 2V et 2W, les 3 autres bornes (1U, 1V et 1W) devant être reliées entre-elles.

En petite vitesse, les 3 phases alimentent les bornes 1U, 1V et 1W tandis que les 3 autres bornes (2U, 2V et 2W) doivent être laissées "à l'air libre", sans aucune alimentation.

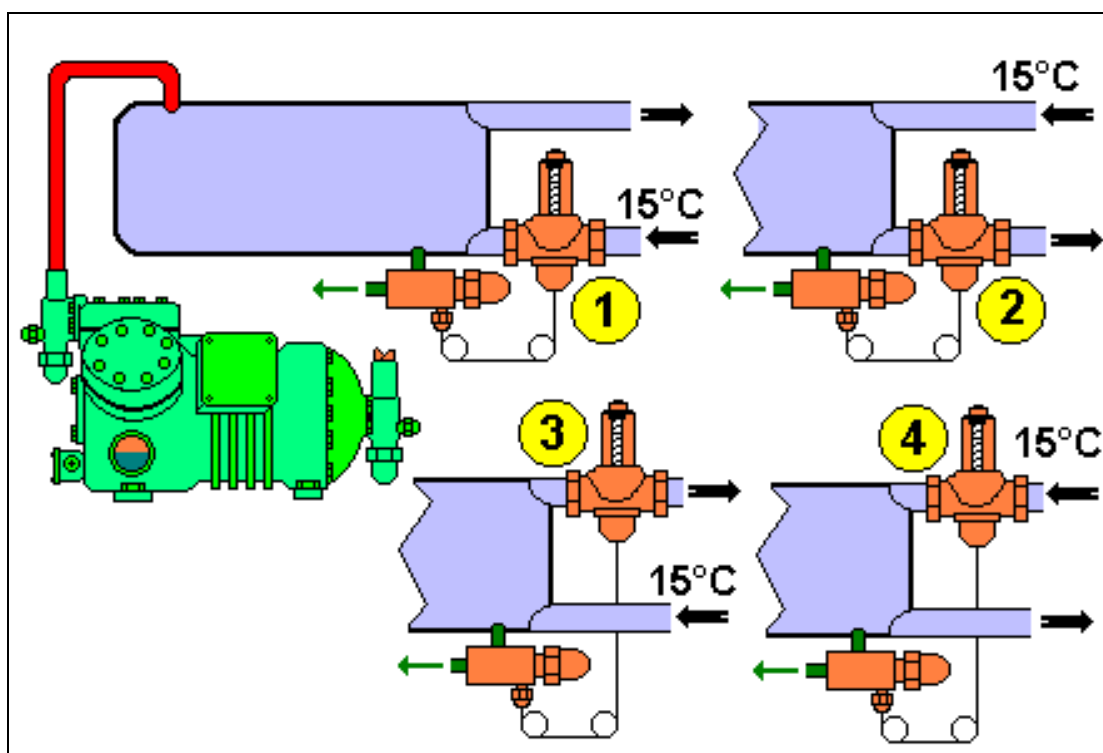
Travail demander :

Vous "sonnez" les 6 bornes du moteur Dahlander ci-dessus à l'aide d'un ohmmètre et vous trouvez les résultats ci-contre.

Pourriez-vous retrouver le câblage interne des enroulements de ce moteur ?

	1U	1V	1W	2U	2V	2W
1U	-					
1V	144 Ω	-				
1W	144 Ω	144 Ω	-			
2U	108 Ω	108 Ω	36 Ω	-		
2V	108 Ω	36 Ω	108 Ω	72 Ω	-	
2W	36 Ω	108 Ω	108 Ω	72 Ω	72 Ω	-

TP16 : Condenseur à eau perdue



Nous avons déjà largement étudié et commenté les pannes de condenseur à air trop petit (voir : analyse des symptômes et aspect pratique, page 171 à 190).

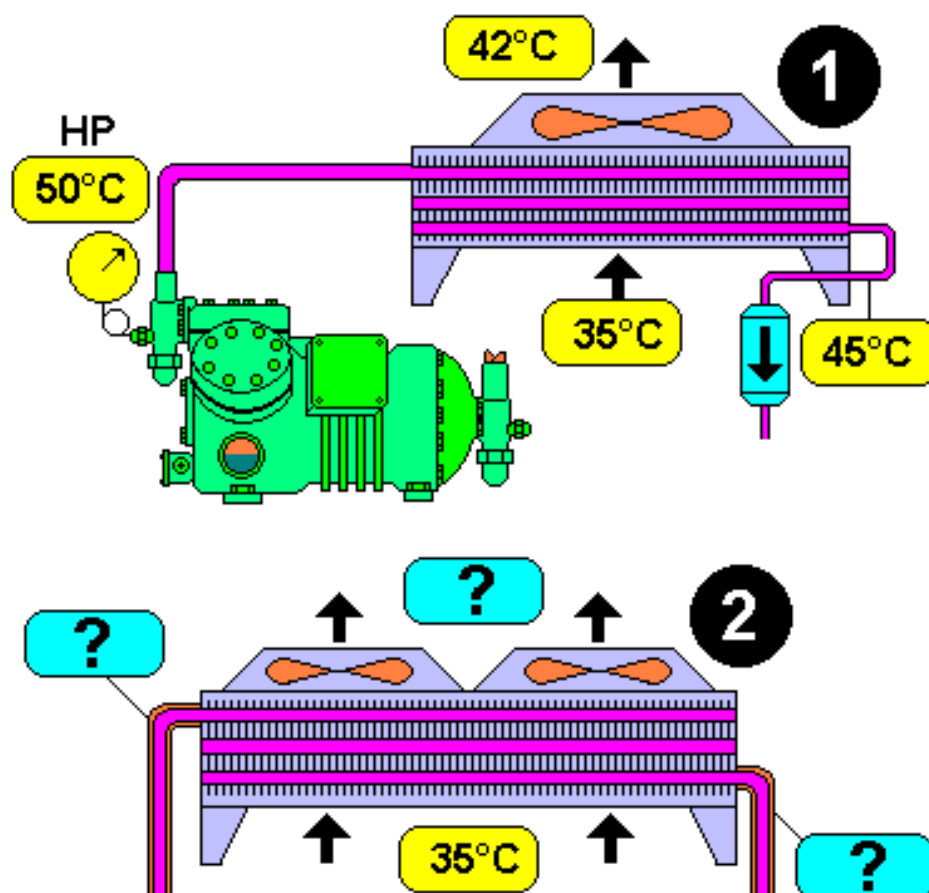
Dans ce chapitre, nous compléterons nos connaissances en étudiant les pannes HP particulières aux condenseurs à eau perdue régulés par une Vanne à eau Pressostatique.

Travail demander !

Des 4 montages ci-contre, lequel vous semble-t-il être le meilleur ? Pourquoi ?

TP17 : Dry-cooler

Comme nous venons de le voir, le prix de plus en plus élevé de l'eau de ville nous oblige à trouver des systèmes plus économiques pour l'utiliser rationnellement dans les condenseurs à eau...

**Travail demander !**

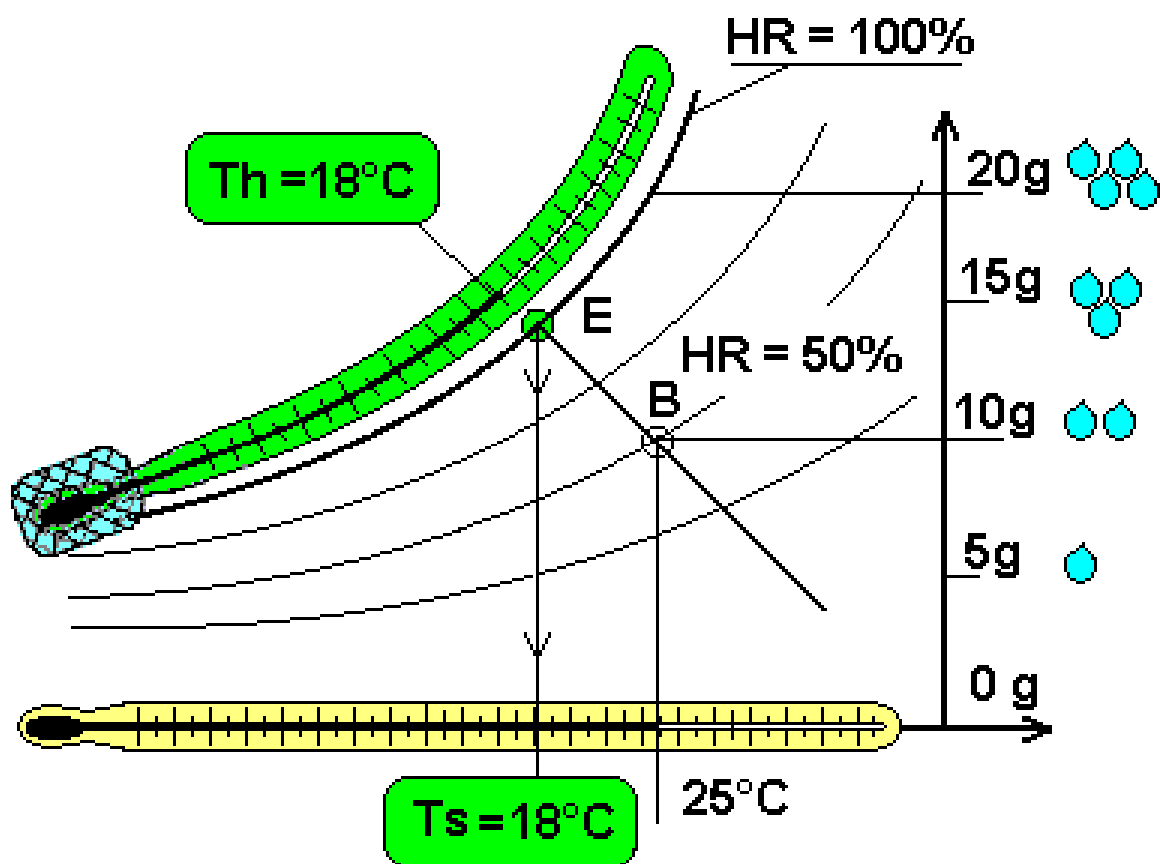
Avec une température extérieure de 35°C, si on utilise un Dry-cooler au lieu d'un condenseur à air :

Quelle serait la température approximative de l'air à la sortie du Dry-cooler ?

Quelle serait la température de l'eau à l'entrée et la sortie de l'appareil ?

Quelle température de condensation le manomètre HP indiquerait-il ?

TP18 : Notions de psychrométrie



Si les notions de température humide et de HR sont très importantes en climatisation, elles le sont tout autant pour comprendre le fonctionnement d'une tour de refroidissement, ce qui fera l'objet du chapitre suivant, après ces quelques exercices...

Travail demander !

Si de l'air à $25^{\circ}C$ est totalement saturé (soit 100% de HR), quelle est sa température humide ?

Si de l'air à $25^{\circ}C$ est totalement sec (soit 0% de HR) sa température humide sera-t-elle toujours égale à $18^{\circ}C$?

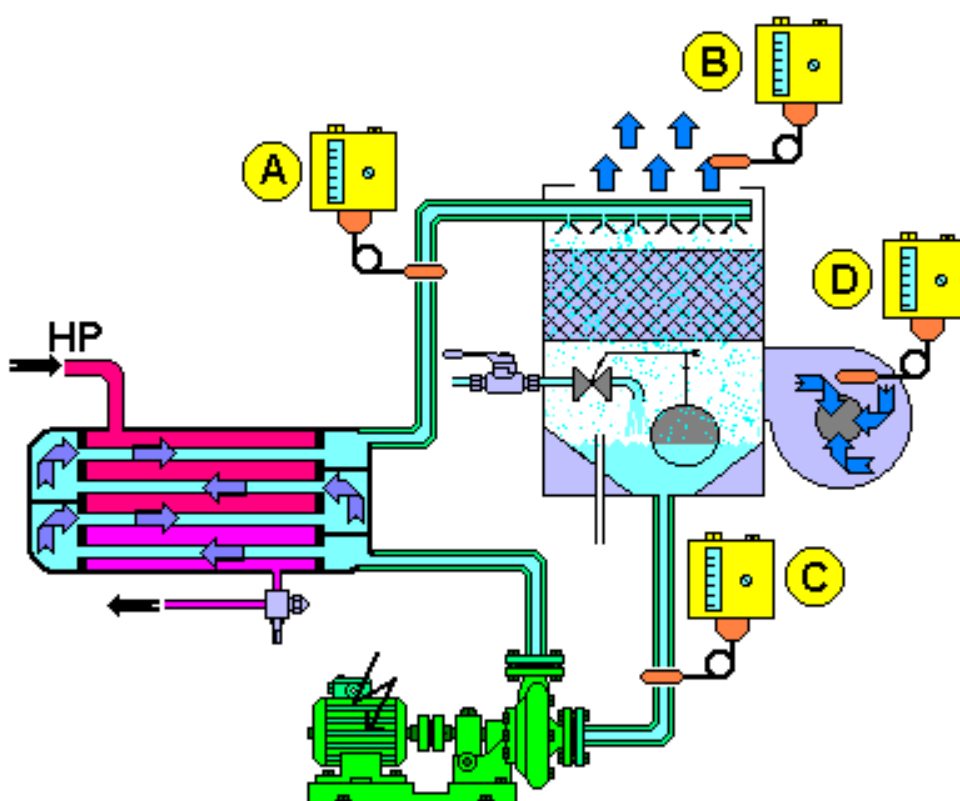
Comment pourrait-on procéder pour connaître l'Hygrométrie Relative de l'air d'un local si l'on ne dispose que d'un seul thermomètre ?

TP19 : Tour de refroidissement

Rappelez-vous bien le fonctionnement du psychromètre vu dans le chapitre précédent car une tour de refroidissement est en quelque sorte un psychromètre géant....

Le ventilateur de la tour est indispensable pour propulser le fort débit d'air qui permet à l'eau chaude ruisselant sur le packing de s'évaporer (et donc de se refroidir). Si le ventilateur est à l'arrêt, l'eau chaude n'est plus en contact avec la quantité d'air nécessaire à son évaporation et le refroidissement ne se fait plus : la puissance de la tour est alors très faible.

D'un autre côté, si la température humide extérieure est très faible, l'eau sera très bien refroidie : la puissance de la tour est maximum. Mais, si l'eau est trop froide à l'entrée du condenseur, la HP risque de diminuer dangereusement.



Travail demander !

C'est pourquoi on installe un thermostat dont le rôle est de commander le ventilateur :

1) Où doit-on installer le bulbe du thermostat ?

Au point A : à l'arrivée de l'eau dans la tour ?

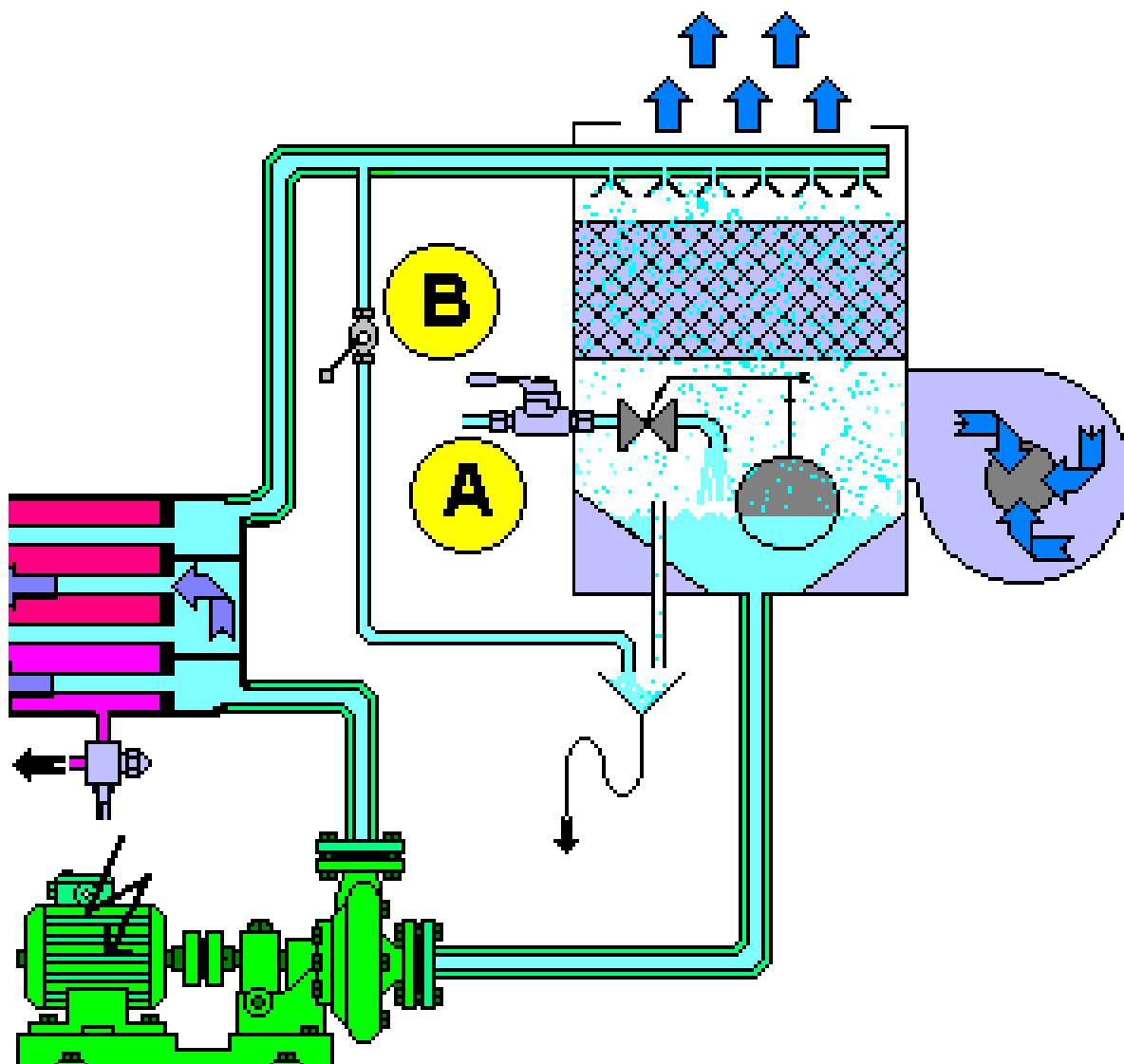
Au point B : à la sortie de l'air de la tour ?

Au point C : à la sortie de l'eau de la tour ?

Au point D : afin de mesurer la température extérieure ?

2) A quelle température le thermostat doit-il stopper le ventilateur ?

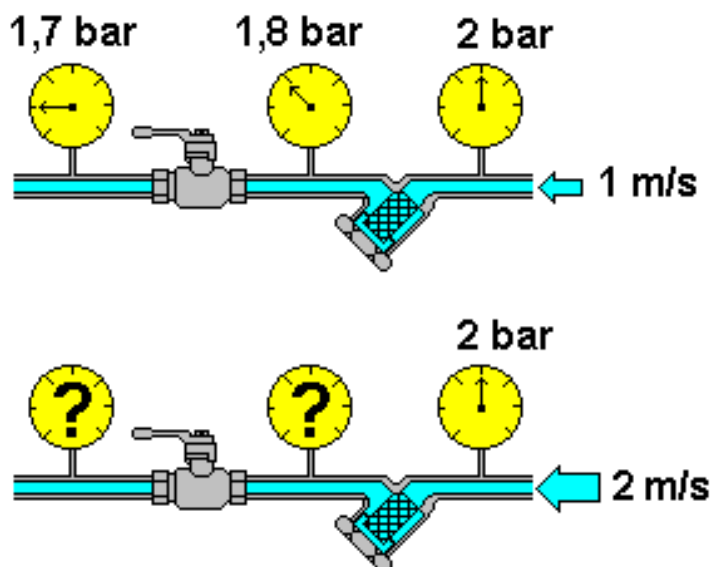
TP20 : Problèmes de déconcentration



Travail demander !

Une production frigorifique de 50 kW utilise de l'eau d'appoint (vanne A) à $TH = 15^{\circ}F$ pour sa tour de refroidissement.

Evaluez le débit d'eau de déconcentration à régler sur la vanne B

TP21 : Pertes de charge

Vous apercevez ci-contre un tronçon de tuyauterie parcouru par un débit d'eau à une vitesse de 1 m/s.

Les manomètres indiquent les pressions mesurées en différents points. On en conclut qu'avec 1m/s :

La **PdC** du filtre est égale à : $2 - 1,8 = 0,2$ bar

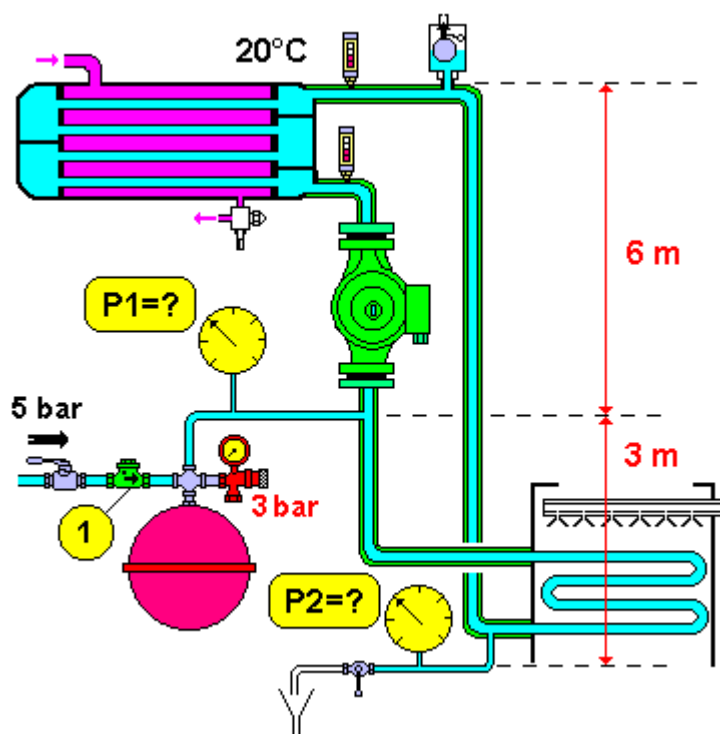
La **PdC** de la vanne est égale à : $1,8 - 1,7 = 0,1$ bar

Travail demander !

Si on doublait la vitesse de l'eau, qu'indiquerait chacun des manomètres placés à la sortie du filtre et à la sortie de la vanne ?

TP22 : Vases d'expansion

A QUELLE PRESSION FAUT-IL REMPLIR LE CIRCUIT ? Avant toute chose, quand on doit remplir en eau un circuit hydraulique (lors de la mise en service de l'installation ou après une vidange pour travaux), il est indispensable de connaître la pression de remplissage que l'on doit maintenir dans le circuit....

**Travail demander !**

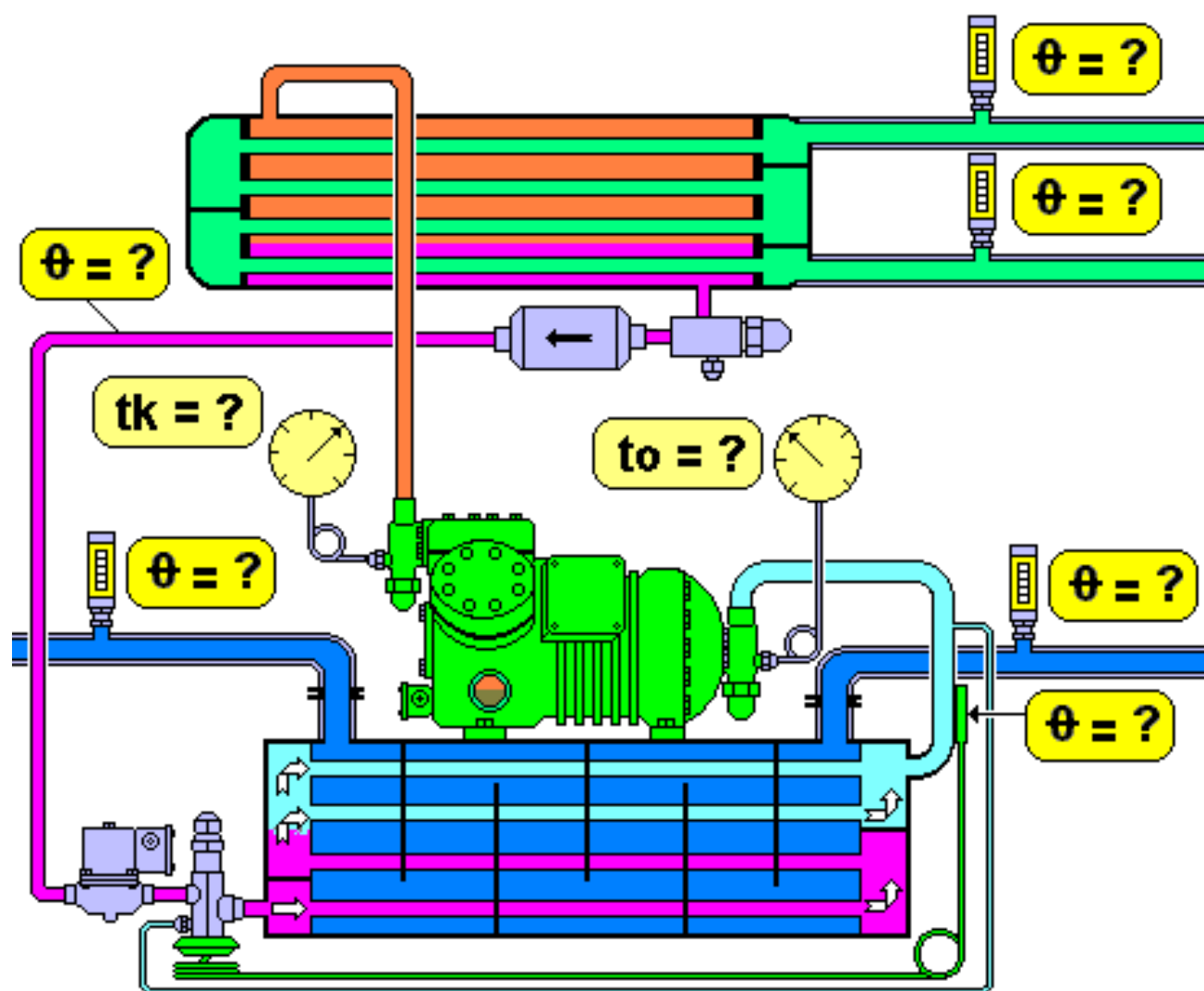
Considérons l'installation ci-contre, de type tour de refroidissement indirecte. Admettons que le remplissage s'effectue à une température de 20°C, la pompe étant à l'arrêt (si elle fonctionnait sans eau, elle serait très rapidement détruite).

L'eau étant à 20°C, la pression d'eau de ville étant par exemple de 5 bar, devons-nous remplir le circuit à 0,5 bar, à 1 bar, à 3 bar, à 5 bar ? En fait, que devrait indiquer le manomètre P1 après remplissage ?

Le circuit étant rempli, quelle sera la pression P2 mesurée au point le plus bas de l'installation, près de la vanne de vidange ? A quoi sert l'appareil repère 1 ?

TP23 : Refroidisseurs de liquide

Les pannes frigorifiques rencontrées sur les groupes d'eau glacée sont très similaires aux pannes rencontrées sur les installations à détente directe (voir pages 53 à 190 de ce manuel). Cependant, pour vous aider à transposer vos connaissances de la détente directe vers l'eau glacée, nous allons passer en revue quelques unes des anomalies les plus courantes. Mais, revenons auparavant sur les paramètres normaux de fonctionnement d'une installation au R22.



Travail demander !

Le groupe de production d'eau glacée ci-contre, équipé d'un condenseur à eau recyclée, vient d'être mis en service par le SAV du constructeur.

Vous connaissez les températures d'entrée d'eau aux échangeurs :

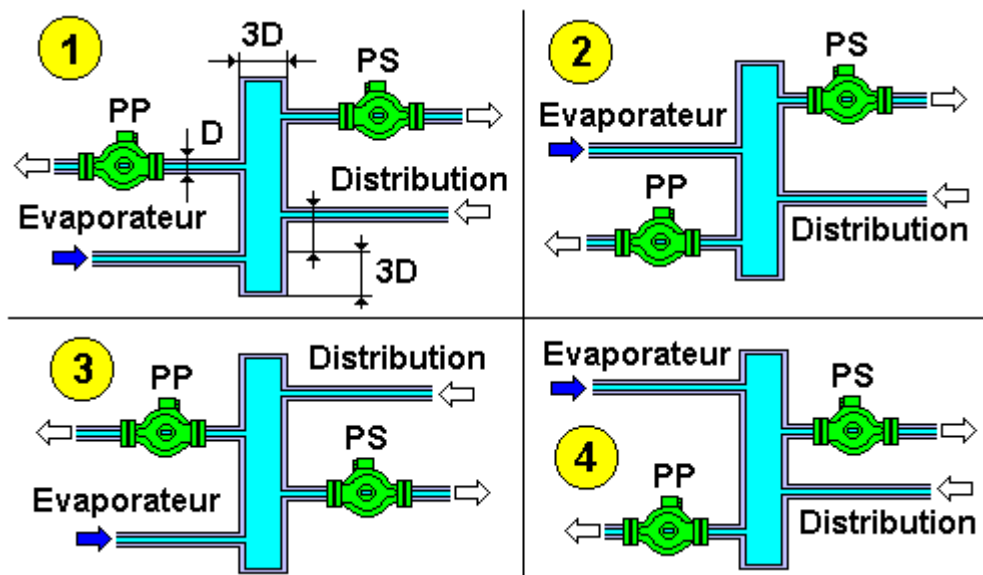
27°C pour la température d'entrée d'eau au condenseur.

12°C pour la température d'entrée d'eau glacée à l'évaporateur.

- 1) Sachant que tout fonctionne normalement, indiquez l'entrée et la sortie de chaque échangeur. Complétez toutes les températures qui manquent.**
- 2) Quelles sont les valeurs normales de la surchauffe et du sous refroidissement ?**
- 3) Sur le groupe d'eau glacée est plaqué : R22 70 kW. Évaluez les débits d'eau en circulation à l'évaporateur et au condenseur.**

TP24 : Bouteille casse pression

UTILISATION D'UNE BOUTEILLE CASSE PRESSION : dans une bouteille bien dimensionnée, la vitesse de l'eau est inférieure à 0,1 m/s, c'est à dire presque nulle (mais il faut respecter la règle dite " règle des 3 D ", comme sur le schéma n°1 ci-dessous).



Ainsi, il n'y a pas de Pertes de Charge dans la bouteille et on a la certitude que la pression est identique dans le primaire et dans le secondaire : d'où le nom de *bouteille casse pression*.

Pour que les températures se répartissent correctement dans la bouteille et dans l'installation, les différents piquages doivent être judicieusement placés.

Travail demander :

1. Parmi les 4 propositions ci-contre, Quel est d'après vous le meilleur montage ?
2. Où doit-on placer le vase d'expansion et comment peut-on le contrôler ?

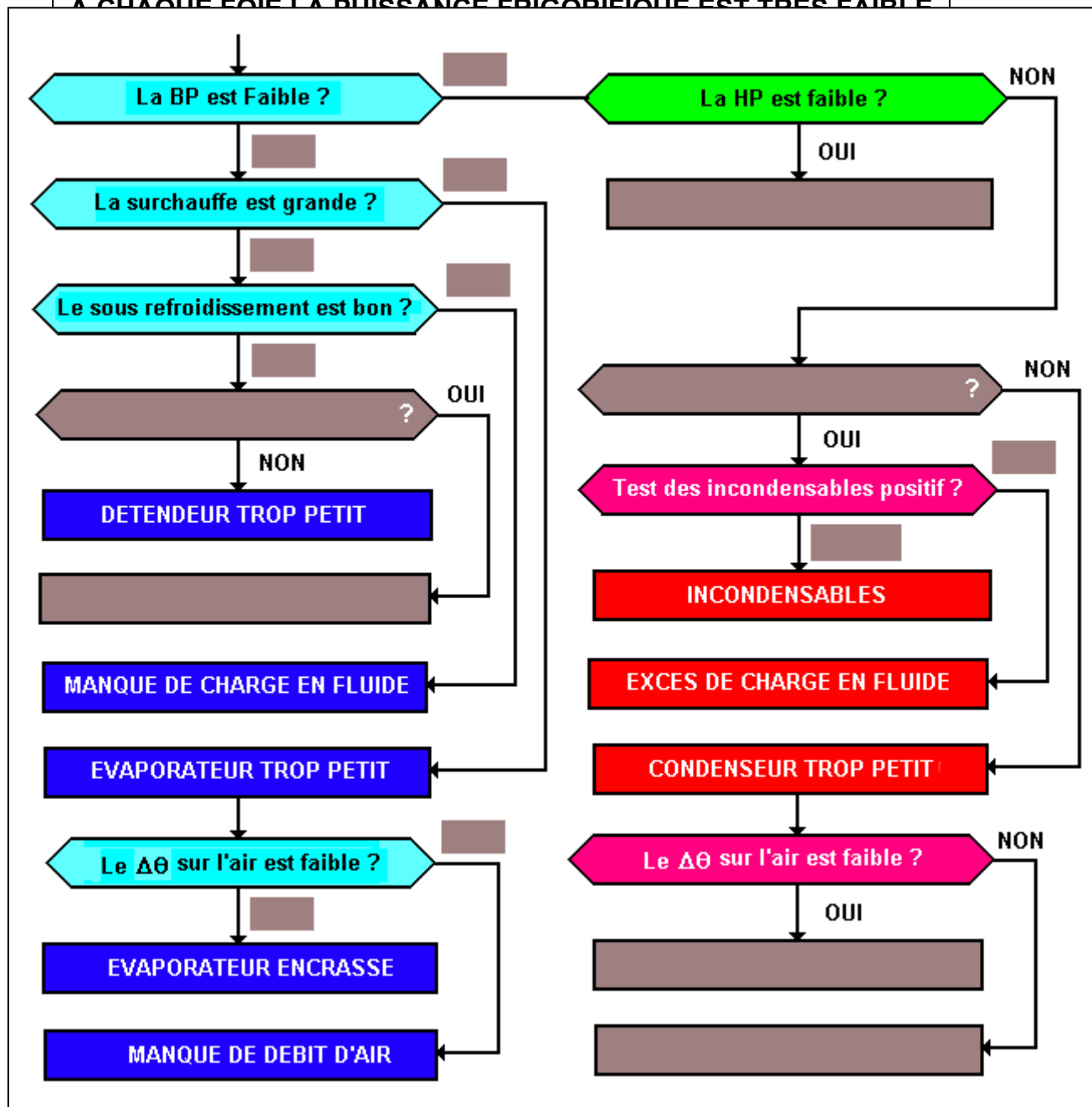
Module : Entretien et Dépannage des Installations Frigorifiques

GUIDE D'EVALUATION

TP1:

Dans l'organigramme ci-dessous, complétez toutes les zones grisées de façon à retrouver la démarche logique permettant de diagnostiquer les pannes principales que nous venons d'étudier sur les refroidisseurs d'air à condensation à air.

A CHAQUE FOIS LA PUISSANCE REFRIGERANTE EST TRÈS FAIBLE



TP2 : 12 erreurs de montage ou de conception

L'huile utilisée pour assurer la lubrification des compresseurs frigorifiques est très miscible

avec les fluides frigorigènes courants. Cette forte affinité de l'huile pour le fluide frigorigène est à l'origine de nombreux problèmes, en général mal connus, qui peuvent provoquer des avaries aussi bien *mécaniques* (bris de clapets, grippage du compresseur...), *électriques* ("grillage" du moteur), que *thermodynamiques* (manque de puissance frigorifique, coupures intempestives des sécurités...).

L'objectif de ce chapitre est d'apporter une réponse à de nombreuses questions que se posent la plupart des dépanneurs...

Travail demander :

Essayez de retrouver ***au moins 12 erreurs de montage ou de conception*** qui se sont glissées sur le schéma de principe de cette installation frigorifique à détente directe et condensation par air équipée d'un compresseur à 3 étages de puissance :

(33, 66 et 100 %).

(Voir schéma page suivante :)

