

→ Contenu technique à l'attention des organismes de formation

### Extrait du syllabus « rappels techniques »

#### CHAPITRE 7 MESURES

**Pour professionnels de la climatisation : contrôleurs,  
technicien climatisation PEB**



Version septembre 2013

Plus d'infos : [www.bruxellesenvironnement.be](http://www.bruxellesenvironnement.be)

→ Professionnels

→ Performance Energétique des Bâtiments

→ Installations techniques

Bruxelles Environnement-IBGE  
Département chauffage et climatisation PEB  
Email : [climPEB@environnement.irisnet.be](mailto:climPEB@environnement.irisnet.be)

ÉNERGIE



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT**  
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



# TABLE DES MATIERES

Chapitre 7	Mesures .....	3
7.1	Température .....	3
7.1.1	Echelle internationale de temperature et étalonnage .....	3
7.1.2	Principaux types de sondes de température .....	4
7.1.3	Points d'attention pour le choix d'un thermomètre (pour le contrôle des installations HVAC) .....	9
7.1.4	Points d'attention pour les mesures de température .....	10
7.1.5	Mesure des températures du cycle frigorifique .....	12
7.2	Intensité du courant absorbé.....	13
7.2.1	Comment mesurer le courant absorbé par un moteur sur chacune des phases ? .....	13
7.2.2	Interprétation des mesures de courant absorbe.....	16
7.3	Contrôle du sens de rotation des pompes, circulateurs et moteurs de ventilateur .....	17
7.4	Contrôle niveau d'huile d'un compresseur frigorifique .....	18
7.5	Points d'attention pour le relevé de la pression d'un circuit d'eau .....	20
7.6	Relevé des pertes de pression à travers un filtre.....	21
7.7	Débit d'air dans les gaines et en sortie des centrales de traitement d'air.....	23
7.8	Débit d'eau .....	25



# CHAPITRE 7 MESURES

## 7.1 TEMPÉRATURE

### 7.1.1 ECHELLE INTERNATIONALE DE TEMPERATURE ET ÉTALONNAGE

Pour les mesures de température les plus courantes, une échelle de température a été mise au point : l'Echelle Internationale de Température (I.T.S. 90 – International Temperature Scale).

Il s'agit d'une norme qui définit des points de référence pour l'étalonnage des instruments de mesure.

Ces points de référence sont liés à des phénomènes tels que le point d'ébullition, de solidification et le point triple de corps purs.

Les unités les plus courantes, le Kelvin et le degré Celsius sont définies à partir du zéro absolu (0 K ou – 273,15 °C) et à partir du point triple de l'eau (273,16 K ou 0,01 °C). (La température d'ébullition de l'eau à une pression d'une atmosphère étant de 99,98 °C).

En Belgique, BELAC est l'organisme qui délivre les accréditations aux laboratoires qui étalonnent les instruments de mesures (Loi du 20 juillet 1990 concernant l'accréditation des organismes d'évaluation de la conformité, modifiée par la loi-programme du 9 juillet 2004 ; ainsi que l'arrêté royal du 31 janvier 2006 portant création du système BELAC d'accréditation des organismes d'évaluation de la conformité).

L'étalonnage d'un thermomètre est généralement effectué en plongeant le thermomètre étalon et le thermomètre à étalonner dans un bain d'eau (glycolée ou déminéralisée), d'alcool ou d'huile porté à différentes températures afin de comparer les valeurs mesurées.



## 7.1.2 PRINCIPAUX TYPES DE SONDES DE TEMPÉRATURE

Les principaux systèmes de mesure couramment utilisés sont :

- les thermomètres à dilatation ou à liquide :
  - o Principe : variation du volume d'un liquide
  - o Conception : réservoir de liquide (mercure, alcool, toluène, pentane) disposé dans un tube de verre. Lecture au moyen de graduations
  - o Caractéristiques généralement rencontrées :  
Gamme (suivant le liquide) : - 200°C à + 600°C  
Précision : 1 % de l'échelle de mesure
  - o Avantages : simple, peu coûteux, sensible, précis lorsque la gamme de mesure est adaptée à l'application
  - o Inconvénients : fragile, difficulté d'effectuer certaines mesures (température de surface, accès ...), certains liquides sont toxiques (risque en cas de bris)



Figure 7.1 Thermomètre portable et thermomètre fixe



- Les sondes à résistance variable :
  - o Principe : variation de la résistance électrique des conducteurs électriques en fonction de la température
  - o Conception : les matériaux les plus utilisés sont le Platine (ex : Pt100 dont la résistance est de 100 Ohms à 0°C) et le Nickel

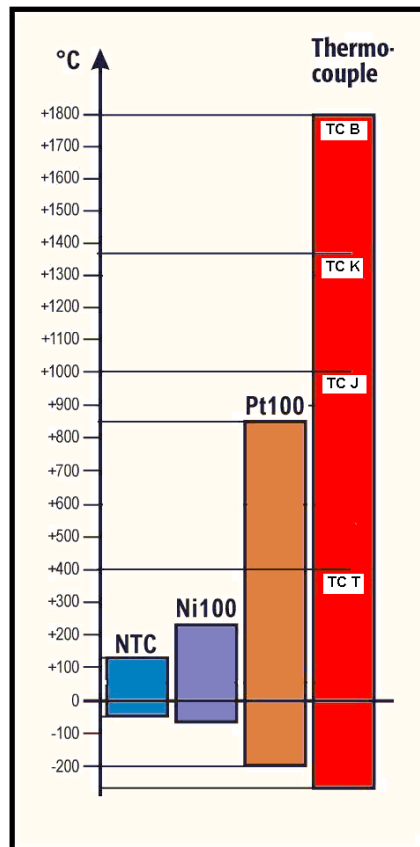


Figure 7.2 Domaines d'application des sondes Nickel, Pt100 et des thermocouples



Figure 7.3 Exemple de Pt100



- Caractéristiques généralement rencontrées :  
 Gamme disponible : -200°C à 850°C pour Pt ; -60°C à 150°C pour Ni  
 Précision : 0,5 à 1% de l'échelle de mesure

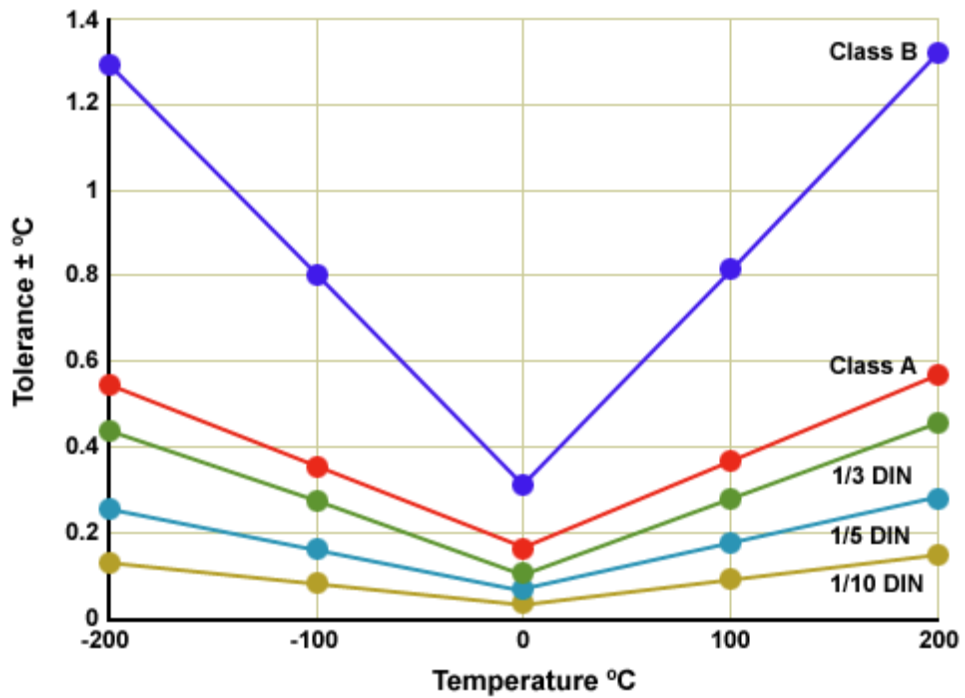


Figure 7.4 Tolérance des sondes PT100 suivant la norme CEI 751

- Avantages : bonne sensibilité, faible encombrement, variation linéaire en fonction de la température
- Inconvénients : prix assez élevé, risque de déformation, auto-échauffement dû au faible courant d'alimentation (< 10 mA)



- les thermocouples :

- Principe : deux fils constitués de métaux différents sont soudés. Lorsqu'on chauffe le point de jonction, les 2 fils ne se dilatent pas de la même façon et une force électromotrice en résulte.

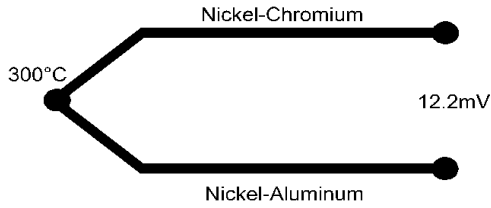


Figure 7.4 Exemple : thermocouple de type K

- Caractéristiques : Les thermocouples peuvent couvrir une large gamme de mesure. La précision est également fonction du type d'alliages utilisés.

Classe de tolérance pour les thermocouples suivant IEC 584					
Alliages	Symboles	Classe	Gamme de T (°C)	Tolérance	Tolérance (°C)
Fe-CuNi	J	1	-40 à +750°C	± 0,4%	± 1,5°C
Fe-CuNi	J	2	-40 à +750°C	± 0,75%	± 2,5°C
Fe-CuNi	J	3	-	-	-
Cu-CuNi	T	1	-40 à +350°C	± 0,4%	± 0,5°C
Cu-CuNi	T	2	-40 à +350°C	± 0,75%	± 1,0°C
Cu-CuNi	T	3	-200 à +40°C	± 1,5%	± 1,0°C
NiCr-Ni	K	1	-40 à +1000°C	± 0,4%	± 1,5°C
NiCrSi-NiSi	N				
NiCr-Ni	K	2	-40 à +1200°C	± 0,75%	± 2,5°C
NiCrSi-NiSi	N				
NiCr-Ni	K	3	-200 à +40°C	± 1,5%	± 2,5°C
NiCrSi-NiSi	N				
NiCr-CuNi	E	1	-40 à +800°C	± 0,4%	± 1,5°C
NiCr-CuNi	E	2	-40 à +900°C	± 0,75%	± 2,5°C
NiCr-CuNi	E	3	200 à +40°C	± 1,5%	± 2,5°C
Pt10Rh-Pt	S	1	0 à +1600°C		± 1,0°C
Pt13Rh-Pt	R				
Pt10Rh-Pt	S	2	-40 à +1600°C	± 0,25%	± 1,5°C
Pt13Rh-Pt	R				
Pt10Rh-Pt	S	3			
Pt13Rh-Pt	R				
Pt30Rh-PT6Rh	B	1			
Pt30Rh-PT6Rh	B	2	+600 à +1700°C	± 0,25%	± 1,5°C
Pt30Rh-PT6Rh	B	3	+600 à +1700°C	± 0,5%	± 4,0°C

Tableau 7.1 classes de thermocouples

- Avantages : grande sensibilité, petite taille, coût
- Inconvénients : fidélité (au-delà de 100°C et pour des cycles thermiques), non linéaire

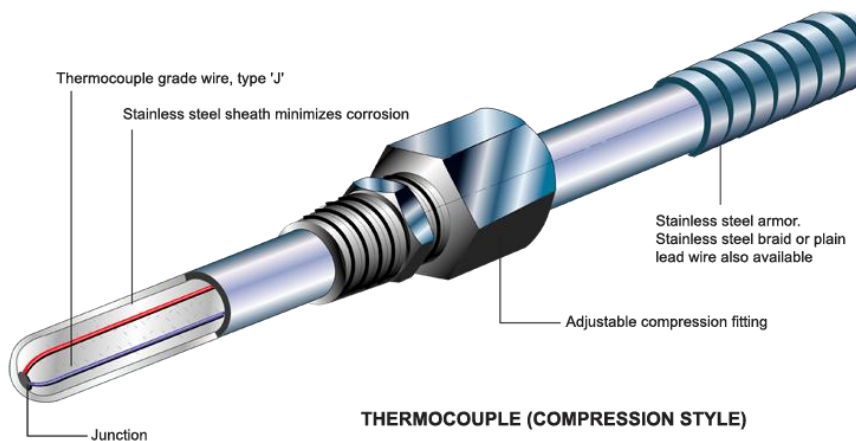


Figure 7.5 thermocouple



- thermomètres infra-rouge :
  - Principe : mesure de l'intensité lumineuse (située dans l'infrarouge) liée à l'émission de chaleur d'un matériau
  - Caractéristiques :
    - Plage de mesure souvent comprise entre  $-60^{\circ}\text{C}$  et  $+900^{\circ}\text{C}$
    - Précision souvent  $\pm 1\%$  ou  $\pm 1^{\circ}\text{C}$
  - Avantages : facilité d'utilisation, réactivité, sécurité (pas de contact avec la surface)
  - Inconvénients : pas pour la mesure de l'air ambiant, prix, nécessite un faisceau laser pour bien viser, difficulté de viser certains équipements, fonction de l'émissivité du matériau (attention aux surfaces polies avec éclat)



Figure 7.6 Exemple de thermomètre infrarouge à visée laser





### 7.1.3 POINTS D'ATTENTION POUR LE CHOIX D'UN THERMOMÈTRE (POUR LE CONTRÔLE DES INSTALLATIONS HVAC)

Lors du choix d'un thermomètre, les éléments suivants doivent être pris en compte :

- précision  
La précision est généralement exprimée en °C ou en % de la température mesurée.  
Nous recommandons de sélectionner un instrument de mesure (appareil + sonde + connecteurs) dont la précision est  $\leq$  à 1°C dans la plage de mesure courante des installations HVAC.  
Attention, la résolution d'un instrument de mesure (nombre de décimales affiché) et la précision sont deux caractéristiques différentes. La résolution est souvent plus petite que la précision d'un instrument.
- la présence d'un certificat d'étalonnage de l'instrument de mesure (appareil + sonde(s) + connecteurs)
- le(s) domaine(s) d'application  
mesure des températures de surface (sonde de contact, thermomètre IR)  
mesure des températures de l'air et/ou des liquides (sonde d'ambiance, mesure de la température de liquides corrosifs ou non)  
mesure des températures des tuyauteries (pince, « velcro » ...)  
(autres : sonde à piquer notamment pour les aliments, mesure de la température des fumées ...)
- aspects pratiques : taille (longueur, diamètre) et forme de la sonde (pour accéder aux points de mesure, par exemple entrer dans les doigts de gant), robustesse, taille de la poignée, longueur du câble de connexion, présence d'un rétroéclairage sur l'affichage, le temps de réponse ...



### 7.1.4 POINTS D'ATTENTION POUR LES MESURES DE TEMPÉRATURE

Quelques points dont il faut tenir compte lors des mesures de température (pour plus d'information, consulter la norme ISO 7726:1998 "Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities ») :

- Mesure de la température d'une surface, par exemple une conduite, à l'aide d'une sonde de contact :
  - o « qualité » du contact entre la sonde et la surface : tenir compte de la taille du capteur de contact, utiliser une pâte conductrice de chaleur
  - o inertie du matériau : lorsque la température du fluide (par exemple : eau glacée) fluctue, la température extérieure de la conduite ne fluctue pas instantanément. Plus la conductibilité thermique du matériau est faible et plus l'épaisseur de la paroi est importante, plus ce phénomène s'accroît.  
Concrètement : pour la mesure d'une température par contact privilégier des conduites de faible diamètre en cuivre, par rapport à des conduites en acier carboné. Mesurer les températures d'une installation en régime.
  
- Mesure de la température d'une surface à l'aide d'un thermomètre infra-rouge :
  - o Tenir compte de l'inertie du matériau (cf. point précédent)
  - o S'assurer de bien viser le point dont on souhaite mesurer la température (ex : visée par Laser) et qu'il n'y ait pas d'obstacle (même transparent) entre le récepteur et le point dont on souhaite mesurer la température
  - o Attention au paramétrage de l'émissivité du matériau (cf. tableau ci-après)

Matériau	Emissivité à 0°C	Matériau	Emissivité à 0°C
Aluminium, poli	0,05	Peinture, finition en argent (à 27°C)	0,31
Aluminium, très oxydé	0,25	Peinture, à l'huile, moyenne	0,94
Laiton, mat, terni	0,22	Papier, noir, brillant	0,9
Laiton, poli	0,03	Papier, noir, mat	0,94
Brique, commune	0,85	Papier, blanc	0,9
Brique, réfractaire, rugueuse	0,94	Caoutchouc	0,93
Fonte, brute de fonderie	0,81	Acier, galvanisé	0,28
Fonte, polie	0,21	Acier, forte oxydation	0,88
Béton	0,54	Acier, laminé à froid	0,24
Cuivre, poli	0,01	Acier, surface rugueuse	0,96
Cuivre, commercial, lustré	0,07	Acier, rouillé	0,69
Cuivre, oxydé	0,65	Acier, tôle, nickelé	0,11
Cuivre, noir oxydé	0,88	Acier, tôle, laminé	0,56
		Eau	0,98
		Zinc, tôle	0,2

- o En cas de doute utiliser un instrument de mesure muni d'une sonde de contact étalonnée
  
- Mesure de la température de l'air d'un local :
  - o s'éloigner des sources de chaleur (y compris le corps humain) ou de refroidissement
  - o s'éloigner des bouches de pulsion d'air et d'extraction
  - o placer la sonde de mesure à une distance minimale de 1 m des parois du local (plafond, murs, sol)
  - o attendre que le résultat de la mesure soit stable
  - o effectuer la mesure en plusieurs points du local et calculer la moyenne
  - o la vitesse d'air influence la mesure de la température de l'air d'un local (la vitesse d'air dans un local ne dépasse généralement pas 0,2 m/s; au-delà, l'influence n'est pas négligeable)



Il est recommandé d'effectuer toutes les mesures de température dans un bâtiment ou sur un même circuit à l'aide du même instrument de mesure afin d'éviter d'ajouter des incertitudes de mesure due à une différence d'étalonnage entre 2 instruments de mesure.

Pour la mesure de la température à la sortie d'une centrale de traitement d'air ou de la température d'un circuit, il est conseillé de privilégier, lorsque c'est possible, l'utilisation d'un doigt de gant.



## 7.1.5 MESURE DES TEMPÉRATURES DU CYCLE FRIGORIFIQUE

Les différentes mesures de température représentatives du bon fonctionnement d'un cycle frigorifique sont représentées sur le schéma simplifié suivant reprenant les 4 composants de base

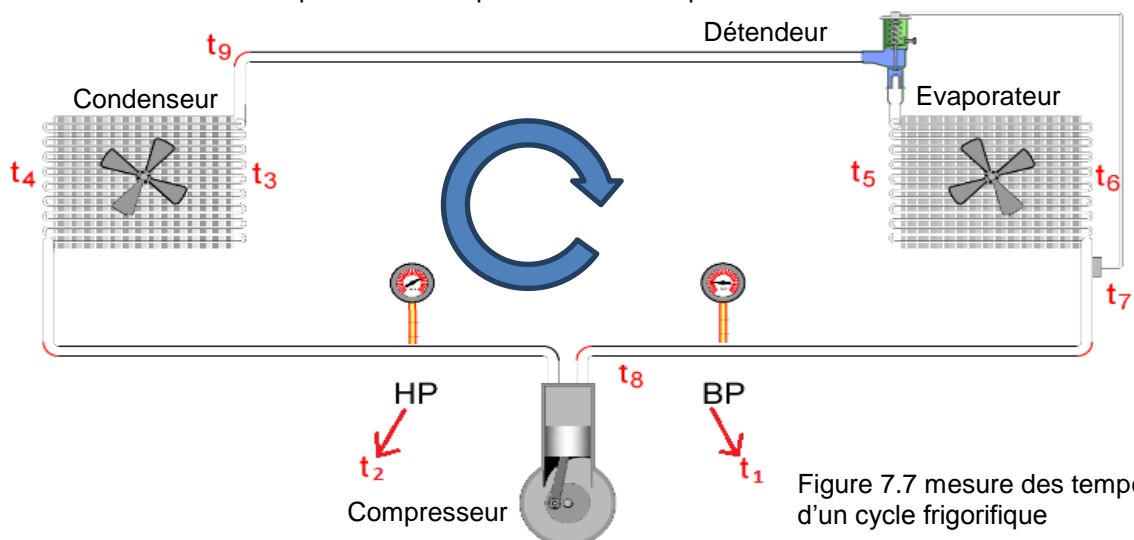
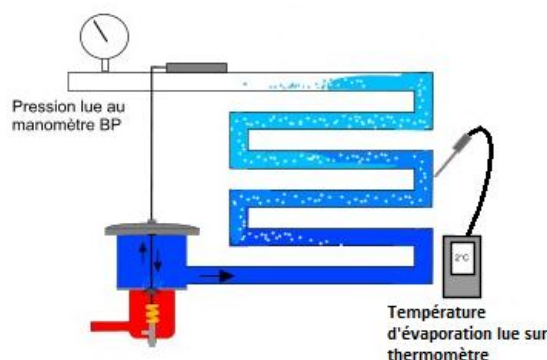


Figure 7.7 mesure des températures d'un cycle frigorifique

LEGENDE	
<b>t1</b>	température du fluide réfrigérant correspondant à la BP → en cas de présence d'un manomètre, convertir à l'aide d'une règle ou d'un abaque sinon mesurer à l'aide d'un thermomètre à contact, à l'entrée du compresseur (seule une personne disposant d'un certificat d'aptitude en technique du froid peut effectuer des interventions liées à l'étanchéité des circuits frigorifiques. Exemple : raccorder un manomètre)
<b>t2</b>	température du fluide réfrigérant correspondant à la HP (à la sortie du compresseur)
<b>t3</b>	température du fluide de refroidissement à l'entrée du condenseur
<b>t4</b>	température du fluide de refroidissement à la sortie du condenseur
<b>t5</b>	température du fluide à refroidir à l'entrée de l'évaporateur
<b>t6</b>	température du fluide à refroidir à la sortie de l'évaporateur
<b>t7</b>	température du fluide frigorigène au niveau du bulbe du détendeur
<b>t8</b>	température du fluide frigorigène à l'aspiration du compresseur
<b>t9</b>	température du fluide à refroidir à la sortie du condenseur
<b>t10</b>	température de refoulement à la sortie du compresseur

Figure 7.8 mesure de la température d'évaporation au milieu de l'évaporateur à l'aide d'une sonde de contact



Interprétation des valeurs mesurées : les différences de température qui permettent d'interpréter le fonctionnement d'une installation de réfrigération (surchauffe, sous-refroidissement ...), ainsi que les valeurs guides sont mentionnées dans le syllabus « programme minimum d'entretien d'un système de climatisation ».



## 7.2 INTENSITÉ DU COURANT ABSORBÉ

### 7.2.1 COMMENT MESURER LE COURANT ABSORBÉ PAR UN MOTEUR SUR CHACUNE DES PHASES ?

#### **Sécurité**

Nous recommandons d'appliquer la plus grande prudence lors de toute mesure électrique et de prévenir tout contact direct ou indirect avec un élément sous tension !



Règles de base :

- Maintenir une distance entre le corps humain et tout point sous tension non isolé.  
Utiliser correctement les cordons de l'instrument de mesure et identifier les points sous tension.
- Avoir une position stable, être sec, porter des vêtements de travail et des chaussures de sécurité adaptés

#### **Conditions de fonctionnement**

La mesure du courant consommé par un moteur sur chacune des phases s'effectue :

- A la tension nominale du moteur (généralement 400 VAC ou 230 VAC)
- A la fréquence nominale de fonctionnement du moteur (généralement 50 Hz) → en tenir compte en cas de présence d'un variateur de fréquence ou d'un démarreur progressif
- Moteur en régime, en fonctionnement constant et en charge → le temps nécessaire pour obtenir cet état dépend de la taille et le type d'installation → mesurer le courant jusqu'à obtention d'un résultat stable



## Moyens de mesure

- **Ampèremètre fixe ou variateur de fréquence**

La plupart des variateurs de fréquence permettent de mesurer le courant absorbé sur chacune des phases avec une bonne précision → demander à un technicien d'afficher ces valeurs.

Certains panneaux de contrôle des machines frigorifiques permettent également d'afficher ces valeurs.

Lorsqu'un ampèremètre fixe est présent, ainsi qu'un sélecteur pour mesurer chacune des phases, ceux-ci peuvent être utilisés.



Fig 7.9 ampèremètre fixe

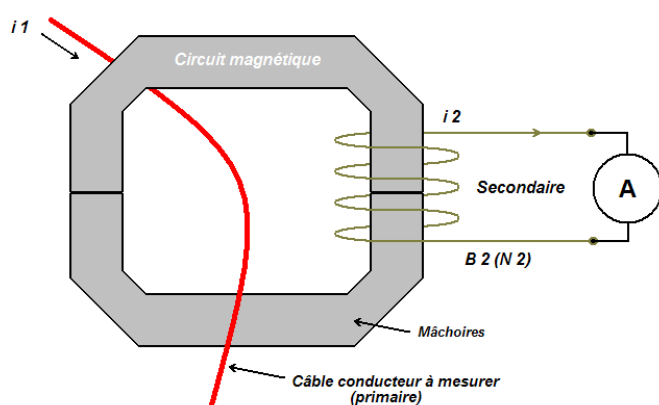


Fig 7.10 sélecteur de phase

En cas de doute sur le résultat obtenu (imprécision de l'instrument fixe ou défectuosité de celui-ci), utiliser une pince ampérométrique.

- **Pince ampérométrique**

**Principe de fonctionnement :** une pince ampérométrique pour la mesure en courant alternatif est un transformateur de courant, qui convertit le champ magnétique créé par le passage du courant dans un conducteur, en courant au sein de l'instrument de mesure.



Figures 7.11 principe de fonctionnement d'une pince ampérométrique + exemple de modèle



**Critères pour le choix d'une pince ampèremétrique :**

- Gamme de mesure adaptée au courant à mesurer. Exemples : gammes 0-40 A, 0-400 A, 0-2000 A (la gamme 0-400 A convient pour la plupart des applications. Au-delà de ces valeurs, les machines sont généralement pourvues d'un moyen de mesure fixe)
- Tension maximale admissible (souvent 600 V ou 1000 V)
- Précision ( $\neq$  résolution de l'affichage) : nous recommandons de sélectionner un instrument de mesure dont la résolution est  $\leq$  à 2 % dans la gamme des mesures à effectuer
- Présence du marquage CE, conformité aux normes internationales de sécurité IEC/EN 61010-1 et IEC/EN 61010-2-032
- Aspects pratiques : forme et taille de la pince (en rapport avec la place disponible entre les conducteurs et la taille des conducteurs), présence d'un rétroéclairage, poids, étanchéité à la poussière et à l'eau ...

**La mesure :**

- Repérer les conducteurs d'alimentation du moteur (sur les plans ou demander à un technicien)
- Tourner le sélecteur sur A
- Sans prendre aucun risque, entourer le conducteur par la pince ampèremétrique
- Attendre que le résultat de la mesure soit stable

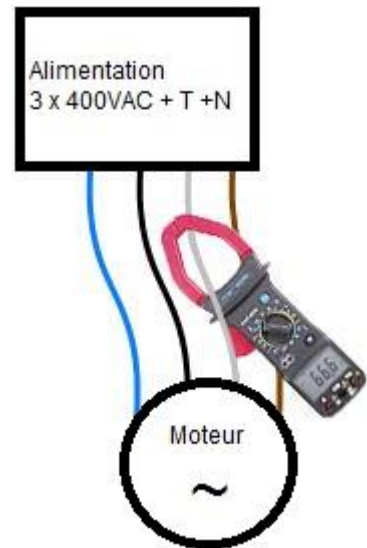


Figure 7.12 mesure courant absorbé



## 7.2.2 INTERPRÉTATION DES MESURES DE COURANT ABSORBÉ

- Courant nominal absorbé par un moteur

Une des principales caractéristiques d'un moteur triphasé asynchrone (ou à induction), le moteur le plus couramment utilisé pour les applications industrielles (et notamment les machines frigorifiques), est le courant nominal : symbole  $I_n$ .

Il s'agit du courant maximum que le moteur peut absorber en continu (en régime  $\neq$  au démarrage). Au-delà de cette valeur, le moteur est en surcharge ou surintensité et il se met à chauffer anormalement. Une surintensité peut résulter d'un effort mécanique (couple) supérieur au couple maximum pour lequel le moteur a été conçu ou à une défectuosité du moteur (par ex. bobinage) ou du raccordement électrique (par ex. cosses desserrées).

En principe les protections électriques placées sur l'alimentation électrique du moteur (disjoncteur, variateur, ...) sont sélectionnées et réglées de façon à protéger le moteur contre une surintensité.

La valeur du courant nominal  $I_n$  est indiquée sur la plaque signalétique du moteur (Figure 7.13):



Figure 7.13 exemple de plaque signalétique

Il est nécessaire de se référer à la valeur de courant nominal qui correspond à la tension (généralement 230 ou 400 V) et au type de raccordement du moteur (étoile ou triangle).

- Courant absorbé par un moteur sur chacune des phases

Un déséquilibre entre le courant consommé par un moteur sur chacune des phases est également signe d'une défectuosité du moteur ou du raccordement électrique (lorsqu'il s'agit d'un moteur asynchrone triphasé standard raccordé en étoile ou en triangle).

Lorsqu'un déséquilibre est constaté, des mesures complémentaires sont recommandées afin d'effectuer un bon diagnostic : mesure de la tension effective aux bornes du moteur, tests d'isolement (isolement entre les phases, entre les phases et la terre ...), vérification des raccordements électriques et de la ligne d'alimentation, inspection à l'aide d'une caméra thermique afin de détecter d'éventuels points chauds ...



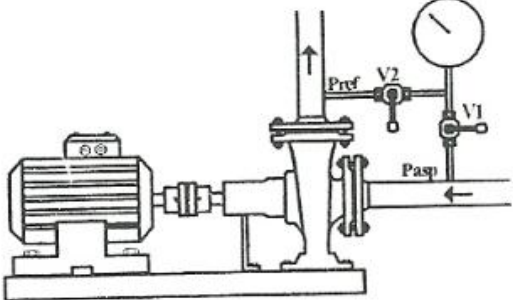


### 7.3 CONTRÔLE DU SENS DE ROTATION DES POMPES, CIRCULATEURS ET MOTEURS DE VENTILATEUR

Plusieurs moyens existent pour mesurer le sens de rotation d'un moteur :

- observer le sens de rotation au démarrage de ce moteur pour les circulateurs, dévisser le bouchon de purge pour observer le sens de rotation de l'axe du rotor
- la mesure du débit, ainsi que la différence de pression entre l'entrée et la sortie d'une pompe sont également des indicateurs du bon fonctionnement d'une pompe (et donc d'un sens de rotation correct)

Exemple : calcul de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) = P refoulement (Pref) – P aspiration (Pasp)

	<p><b>Sens de rotation correct</b>  <math>HMT = P_{ref} - P_{asp} = 3 - 1,5 = 1,5 \text{ bar}</math></p> <p><b>Sens de rotation incorrect</b>  <math>HMT = P_{ref} - P_{asp} = 2 - 1,5 = 0,5 \text{ bar}</math></p> <p>Le sens de rotation correct donne la HMT la plus élevée</p>
<p>Figure 7.14 mesure HMT, P aspiration et Prefoulement</p>	

- des appareils de mesure permettent également de déterminer le sens de rotation : sans contact (pose sur le boîtier du moteur), avec cordons (raccordement sur les phases d'alimentation du moteur : nécessite de connaître le schéma de câblage du moteur)



Figure 7.15 Exemple de testeur du sens de rotation avec cordons

- certains circulateurs, pompes et variateurs de fréquence disposent d'une option « contrôle du sens de rotation »



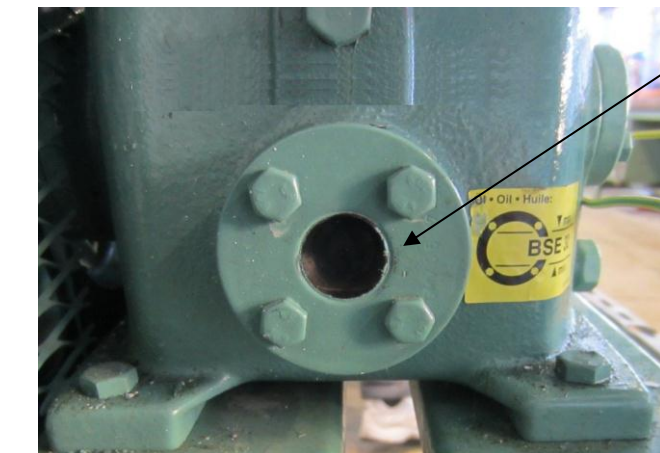
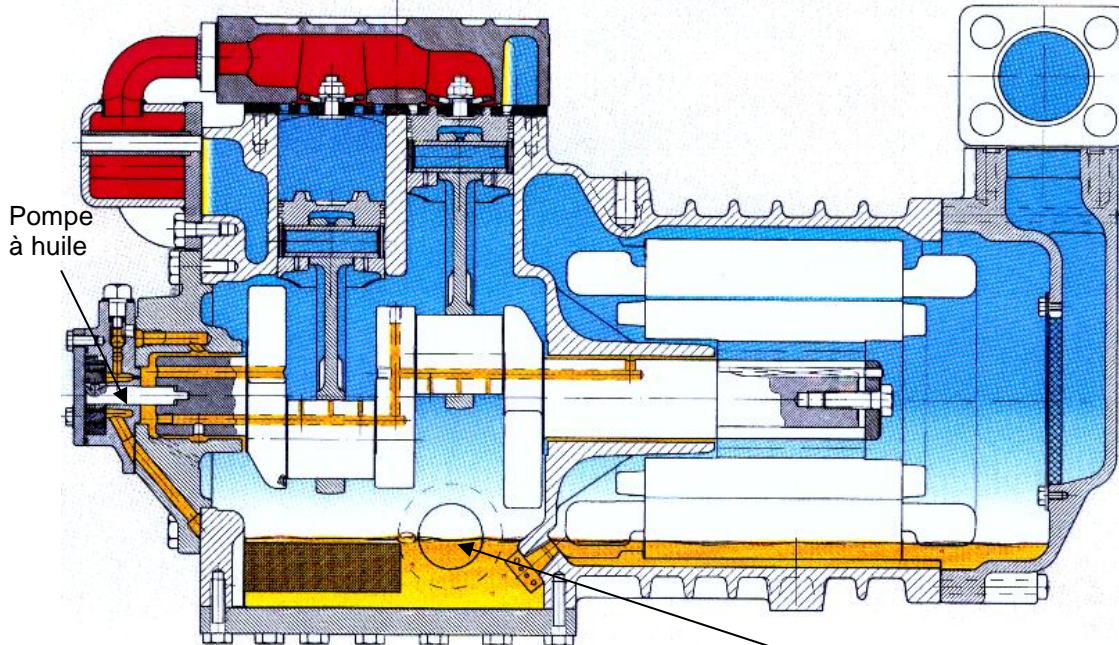
## 7.4 CONTRÔLE NIVEAU D'HUILE D'UN COMPRESSEUR FRIGORIFIQUE

De nombreux compresseurs disposent d'un voyant de contrôle du niveau d'huile dans le carter. Le voyant permet de visualiser la présence, mais également la couleur de l'huile.

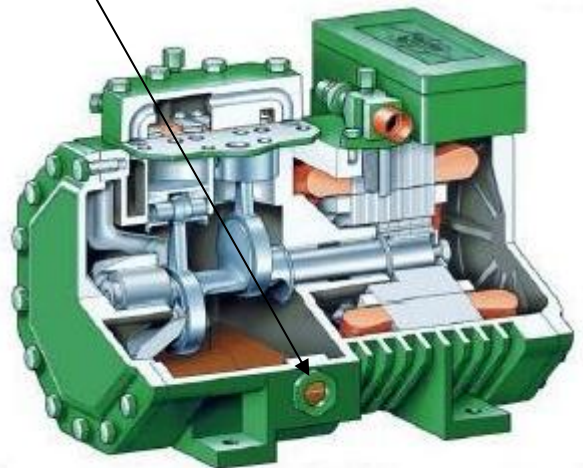
Le niveau d'huile normal correspond souvent au milieu du voyant (si ce n'est pas le cas, notamment en présence de plusieurs voyants, consulter le manuel de ce compresseur)

Exemples : **COMPRESSEUR SEMI HERMETIQUE OU HERMETIQUE ACCESSIBLE**

Ce schéma montre un compresseur à 2 cylindres avec refroidissement par gaz aspiré



Compres  
Figures 7  
frigorifiqu



*Compresseur semi-hermétique à piston.*



Des voyants d'huile peuvent être présents en d'autres points que sur le carter :



Figure 7.17 voyant d'huile

Il peut être placé soit :

- Sur le retour d'huile du séparateur. Dans ce cas, il permet dans ce cas de contrôler le bon fonctionnement du séparateur d'huile.
- Soit sur l'alimentation des régulateurs de niveau d'huile. Dans ce cas, il permet le contrôle de la présence d'huile

Le niveau d'huile peut également être surveillé par une alarme de niveau bas ou régulée par un régulateur de niveau d'huile.



Figure 7.18 Exemple de régulateur de niveau d'huile



## 7.5 POINTS D'ATTENTION POUR LE RELEVÉ DE LA PRESSION D'UN CIRCUIT D'EAU



Manomètre

Figure 7.19

Le résultat d'une mesure de pression d'un circuit (à l'aide d'un manomètre) doit être interprété en fonction :

- du type de circuit : circuit de chauffage (maintien généralement de 0,5 à 1 bar au point haut, installations à l'arrêt), circuit d'eau glacée (généralement 1 à 1,5 bar au point haut, installations à l'arrêt), circuit ouvert (par exemple circuit tours de refroidissement, où des points sont à pression atmosphériques), vase d'expansion fermé ...
- du point où est effectué la mesure : hauteur de la colonne d'eau au-dessus du point de mesure (1 bar par 10 m de colonne d'eau), en amont ou en aval d'une pompe ou d'un échangeur → privilégier une mesure au collecteur principal
- du point de fonctionnement du circuit : pompes en service, position des vannes, température de l'eau

### Interprétation :

- comparer le résultat de la mesure aux consignes de mise en service des installations.
- La pression mesurée (en bar) peut souvent être comparée à la hauteur de la colonne d'eau au-dessus du point de mesure (m) / 10 + 0,5 à 1 (bar)

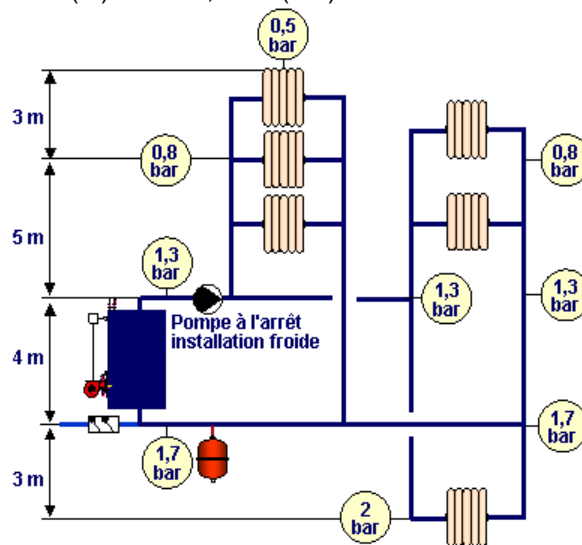


Figure 7.20 (Energie+) Exemple : résultats des mesures de pression d'un circuit de chauffage

- **Ordre de grandeur** des pressions minimales « courantes » :

	Pression au point haut installations à l'arrêt	Pression minimale au point haut installations à température nominale
Circuit de chauffage (T < 100 °C)	0,5 à 1 bar	1,5 à 2 bar
Circuit d'eau glacée	1 à 1,5 bar	0,5 à 1 bar

- Afin de suivre l'évolution dans le temps et comparer les résultats entre eux, il est recommandé d'effectuer les mesures au(x) même(s) point(s) du circuit et dans les mêmes conditions de fonctionnement : température de l'eau, installation à l'arrêt ou mêmes pompes en fonctionnement, mêmes consignes ...



## 7.6 RELEVÉ DES PERTES DE PRESSION À TRAVERS UN FILTRE

- Relevé du  $\Delta P$  d'un filtre de centrale de traitement d'air

De nombreux filtres de centrale de traitement d'air sont équipés d'un contrôle de la perte de pression à travers le filtre.

- o Mesure analogique : il s'agit souvent d'un manomètre « tube en U », d'un manomètre incliné ou d'un manomètre à cadran. Ces manomètres sont raccordés au caisson de la centrale de traitement d'air à l'aide de flexibles (attention à leur état).

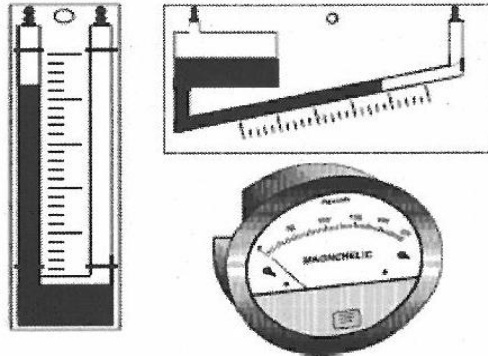


Figure 7.21 Manomètres tube en U, incliné et à cadran

Lire la valeur affichée (unités généralement utilisées : Pa, mbar ou mm colonne d'eau) et comparer avec les valeurs recommandées par le fabricant de filtre et par l'installateur de la centrale de traitement d'air.

- o Un pressostat différentiel peut également être installé. Un relais s'ouvre ou se ferme à un certain seuil, permettant de générer une alarme.



Figure 7.22 Exemple de pressostat différentiel

Interprétation : valeur du seuil d'alarme et si celui-ci est atteint ou non.

- o Déprimomètre électronique portatif : se raccorder aux points prévus pour les mesures



- Relevé du  $\Delta P$  d'un filtre pour le traitement des eaux

Bon nombre de filtres de traitement sont munis d'un contrôle de la perte de pression, soit :

- o d'un manomètre différentiel
- o d'un manomètre à l'entrée et un second manomètre à la sortie du filtre
- o ou uniquement d'un manomètre à l'entrée du filtre (lorsque la pression à la sortie du filtre varie nettement moins que la pression à l'entrée de celui-ci)

Interprétation : comparer la valeur avec la consigne donnée par le fabricant du filtre ou l'installateur.



Figure 7.23 Manomètre différentiel



Figures 7.24 Panneau et filtre munis de 2 manomètres



Figure 7.25 Manomètre à l'entrée d'un filtre à sable



## 7.7 DÉBIT D'AIR DANS LES GAINES ET EN SORTIE DES CENTRALES DE TRAITEMENT D'AIR

La mesure du débit d'air d'une centrale de traitement d'air s'effectue généralement en mesurant la vitesse moyenne de l'air (plusieurs mesures) dans une section de gaine droite à la sortie de la centrale, à une certaine distance de la centrale et en multipliant cette vitesse par la section de la gaine (pour plus d'information, consulter la norme NBN EN 12599:2000 : Ventilation des bâtiments – procédures d'essai et méthodes de mesures pour la réception des installations de ventilation et de climatisation installées).

Cette mesure est généralement effectuée à l'aide d'un anémomètre à fil chaud ou à l'aide d'un tube de Pitot.

On distingue des réseaux (en tenir compte pour le choix de l'anémomètre) :

- basse pression : vitesse comprise entre 2 et 7 m/s ; pression en sortie de la centrale < 800 Pa
- haute pression : vitesse généralement comprise entre 10 et 16 m/s ; pression en sortie de la centrale > 1000 Pa

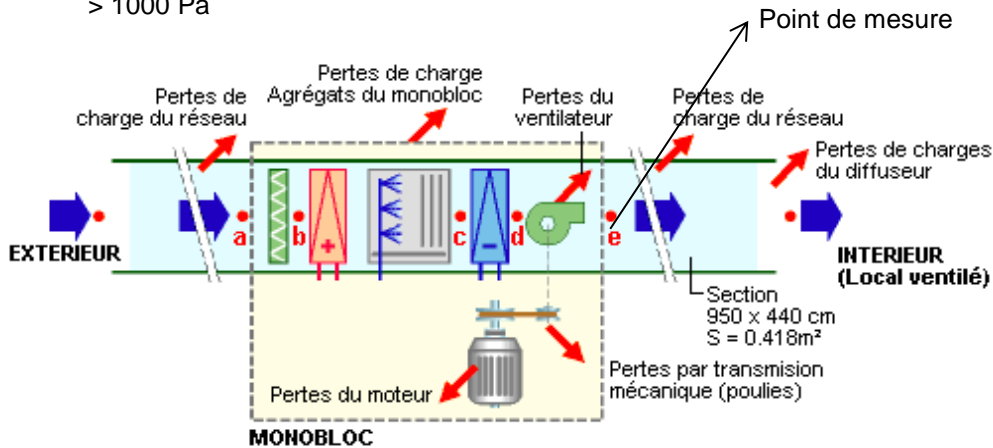





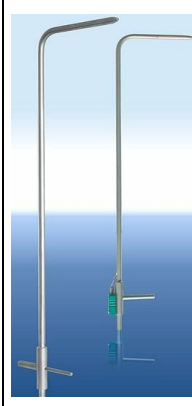

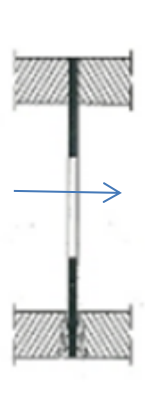

Figure 7.26 (Energie+)

Le contrôle du bon fonctionnement d'un ventilateur peut également être réalisé en mesurant la pression à l'entrée et à la sortie du ventilateur et en comparant la différence de pression calculée avec les valeurs de référence du fabricant.

Exemple

Pression extérieure	0 Pa (par défaut)
Pression avant le groupe	- 89 Pa
Pression avant le ventilateur	- 322 Pa
Pression après le ventilateur	93 Pa
Pression dans le local	0 Pa (par défaut)



Vitesse de l'air (m/s)	0,1 à 30	1 à 20	5 à 40	5 à 100	5 à 100	1 à 100	1 à 100
Température max de l'air (°C)	70	60	140	600	600	600	600
Dispositifs de mesure	Anémomètre à fil chaud	Anémomètre à moulinet	Anémomètre à micro moulinet	tube de Pitot	ails de mesure	Diaphragme	tube de Venturi
Principe de mesure	Mesure du refroidissement d'un élément chauffé	Vitesse de rotation d'une hélice	Vitesse de rotation d'une hélice	Pression différentielle due au mouvement de l'air	Pression différentielle due au mouvement de l'air	Différence de pression amont/aval du diaphragme	Différence de pression entre l'entrée et la section la plus petite du Venturi
							

**Principaux types d'anémomètres présents sur le marché.** D'autres types existent (à ultrason, laser ...), mais ne sont généralement pas utilisés pour le contrôle du débit d'air des installations de climatisation.





## 7.8 DÉBIT D'EAU

Plusieurs dispositifs permettent de mesurer le débit d'eau d'une pompe ou le débit dans une conduite :

- débitmètre fixe pour conduite fermée : débitmètre électromagnétique, débitmètre à ultrasons, à turbine, rotamètre, débitmètre massique, débitmètre à effet Vortex ...

Les critères suivants sont généralement pris en compte pour leur sélection :

- o caractéristiques du fluide : viscosité, conductivité, masse volumique, présence ou non de bulles de gaz, corrosif ou non ...
- o la température min et max du fluide et de l'environnement
- o la gamme de mesure
- o la précision souhaitée
- o les interférences (bruit, champs électromagnétiques ...)
- o le type de signal souhaité (0-10 V, 4-20 mA, ethernet-modbus ...)
- o les contraintes de montage (longueur droite en amont et en aval, position ...)

Les compteurs d'énergie transmise à l'eau glacée sont généralement constitués d'un débitmètre et de sondes de température. Ceux-ci permettent souvent la lecture du débit mesuré.

- débitmètre portable pour conduite fermée (souvent débitmètre ultrasonique)



Figure 7.27 Exemple de débitmètre portable



- la mesure de la différence de pression entre l'entrée et la sortie d'un élément dont les caractéristiques sont connues : circulateur, pompe ou vanne

**mesure du débit d'un circulateur ou d'une pompe :**

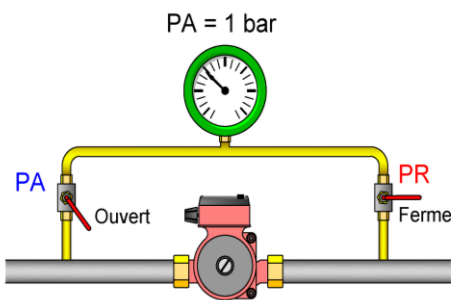
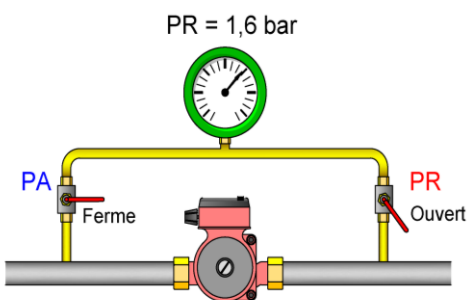


Figure 7.28 mesure HMT d'un circulateur

1) fermer la vanne PR et ouvrir PA + noter la valeur PA



2) fermer la vanne PA et ouvrir PR + noter la valeur PR

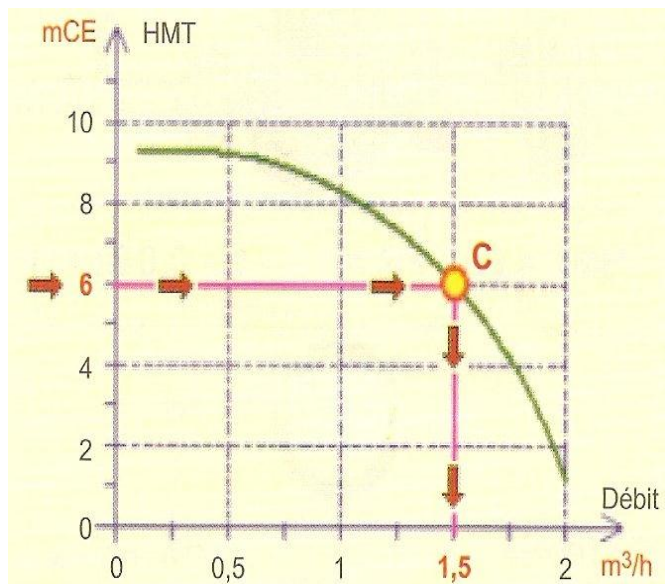
Calculer la Hauteur Manométrique Totale = PR - PA

Ensuite utiliser la courbe Hauteur Manométrique Totale / débit fournie par le fabricant.

Pour interpréter la mesure de la HMT, nous avons besoin de la courbe du circulateur fournie par le constructeur.

Selon l'exemple,  $HMT = 0,6 \text{ bars} = 6 \text{ m Colonne d'Eau}$   
 On trace une horizontale qui coupe la courbe au point C.  
 On abaisse une verticale passant par C et on lit le débit en circulation  
 On peut estimer que cette mesure donne la valeur du débit à 20% près.

Figure 7.29 Courbe HMT/débit d'un circulateur

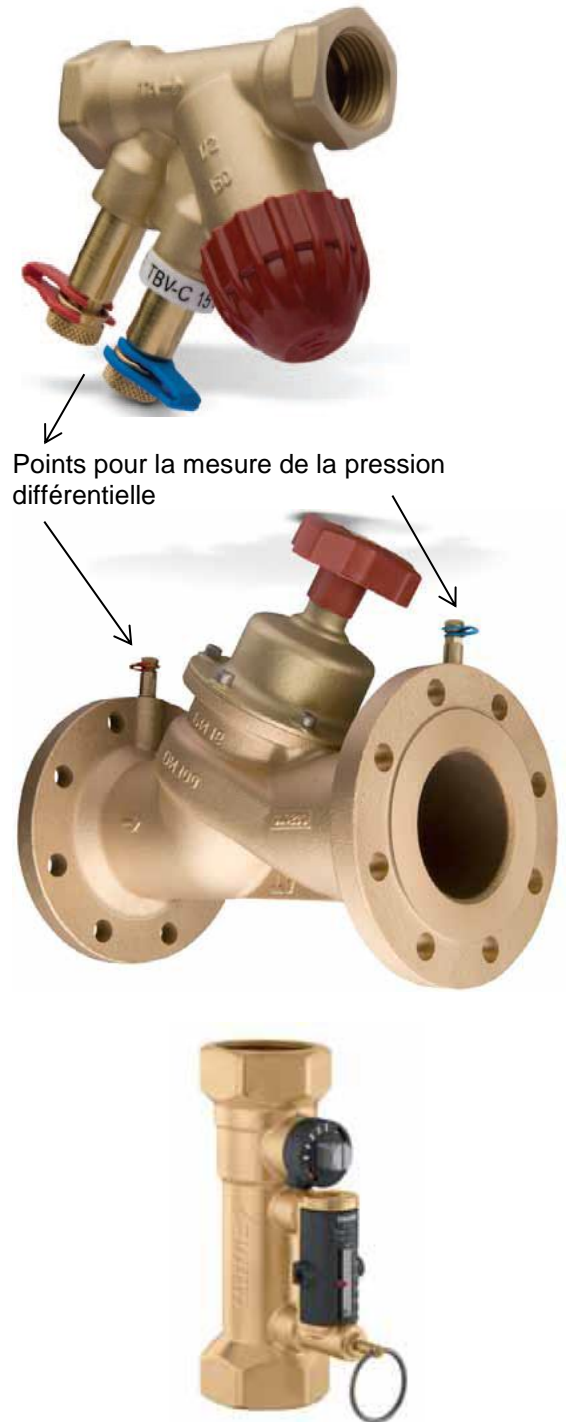
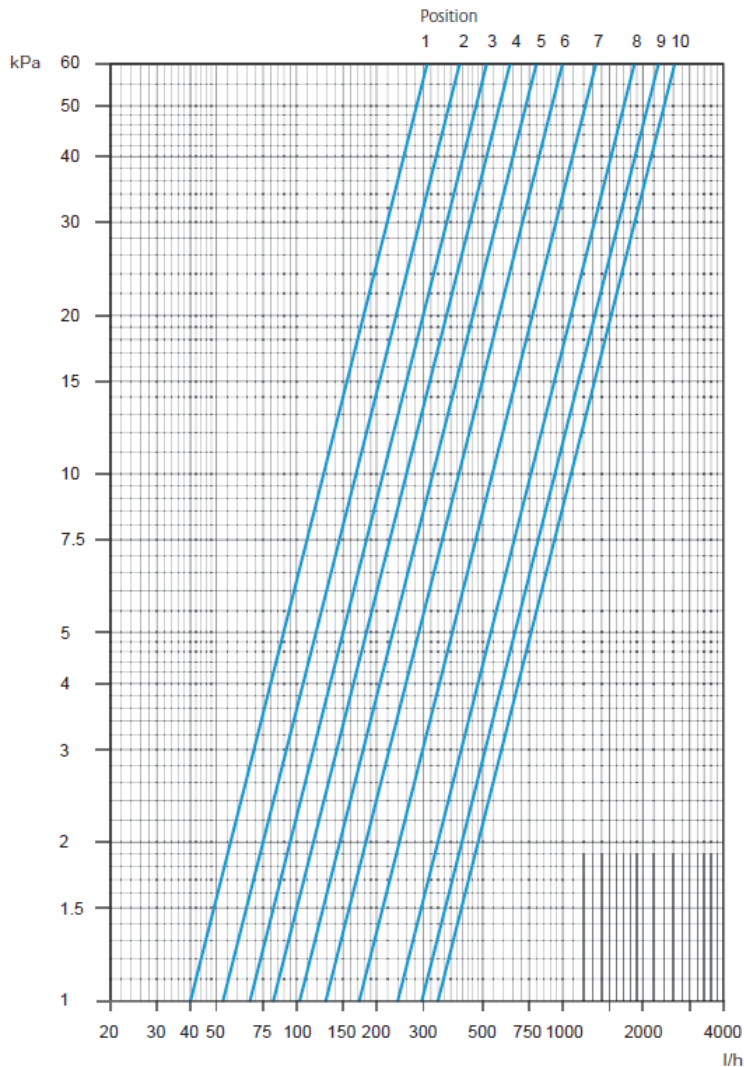


## Mesure du débit à travers une vanne calibrée (exemples vanne d'équilibrage ou de régulation des circuits)

Principe :

- 1) mesurer la pression en amont et en aval de cette vanne afin de calculer la pression différentielle
- 2) ensuite reporter la valeur obtenue sur le graphique pression différentielle / débit fourni par le fabricant de cette vanne afin de déterminer le débit qui correspond à cette valeur

Figure 7.30 Abaque débit/delta P d'une vanne calibrée



Figures 7.31 Exemple de vanne équipée d'un contrôle du débit sur base du  $\Delta P$

