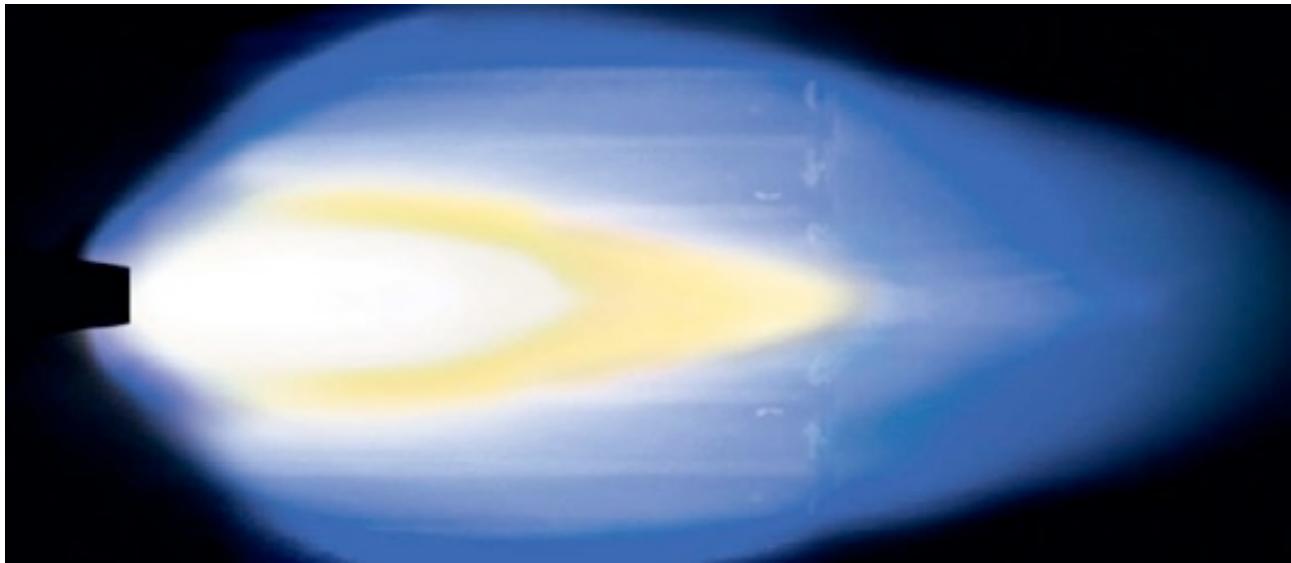


Formation de Technicien de Maintenance en Equipements Thermiques

Tome I

- Les Unités Physiques
- Principe du Chauffage à Eau Chaude
- Les Accessoires Hydrauliques



Sept. 2010 - Sept. 2011

LES UNITES PHYSIQUES

Définition de l'état d'un corps

L'état d'un corps (solide, liquide ou gazeux) peut se définir par la variation possible de la forme ou du volume du corps:

	Forme	Volume
Solide	constante	constant
Liquide	variable	constant
Gaz	variable	variable

(A température constante. Sinon, il y a des phénomènes de dilatations qui apparaissent quand la température varie)

Du tableau ci-dessus, on en déduit 2 propriétés importantes.
Liquide et gaz sont des fluides car leur forme est variable. Par contre:

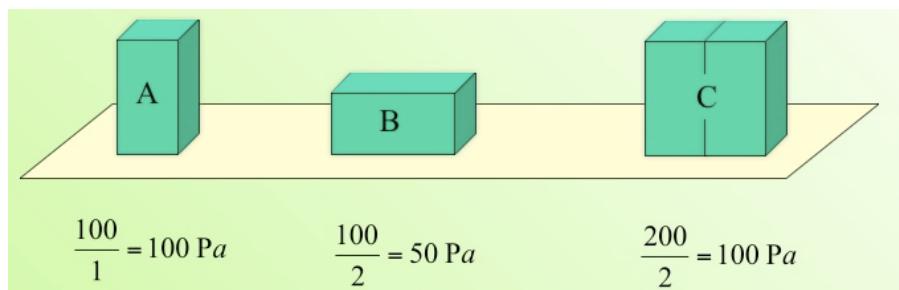
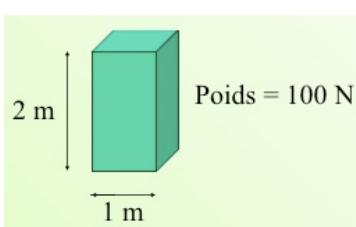
Un liquide est un fluide incompressible
Un gaz est un fluide compressible

Notion de Pression

La pression (P) représente la force exercée par un poids ou une force (F) sur une surface (S):

$$P = F / S \quad (\text{Pascal} = \text{Newton} / \text{m}^2)$$

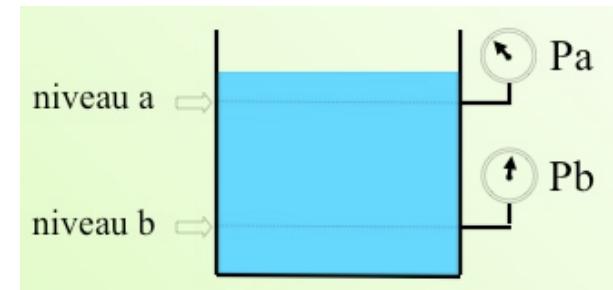
Soit un solide:



LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Pression **STATIQUE** d'une colonne d'eau de 1 mètre:

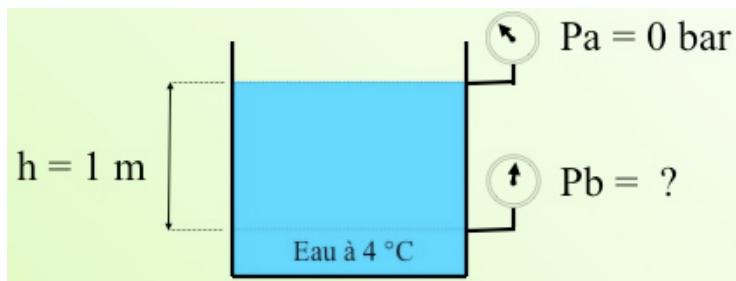
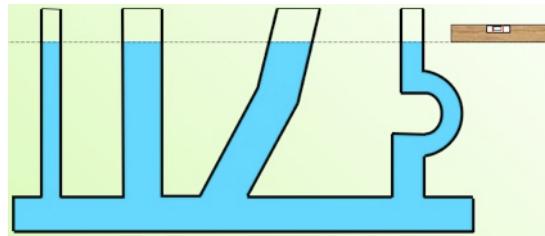
Rappels:



Tous les points situés au niveau «a» sont à la pression P_a
Tous les points situés au niveau «b» sont à la pression P_b

L'écart de pression ne dépend que de la distance entre les niveaux «a» et «b».

La forme géométrique du récipient n'intervient pas du tout sur la pression:



$$P_b = (\text{Poids colonne d'eau}) / \text{surface colonne}$$

$$P_b = (h \times s \times \text{masse volumique eau} \times g) / s$$

$$P_b = h \times \text{masse volumique eau} \times g$$

$$P_b = 1\text{m} \times 1000 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m}^2/\text{s}$$

$$\boxed{\mathbf{P_b = 9810 \text{ Pa}}}$$

Il est courant d'arrondir le résultat pour faciliter les conversions mentalement.
On dira donc que **1 mCE = 10 000 Pa**.

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Pression Relative (ou Effective) et Pression Absolue

La pression est dite **relative ou effective** lorsqu'elle est mesurée par rapport à une pression de référence (généralement la pression atmosphérique).

On mesure cette pression relative avec :

- Un **manomètre** pour les valeurs supérieures à la pression atmosphérique,
- un **vacuomètre** ou un **déprimomètre** pour les valeurs inférieures à la pression atmosphérique.

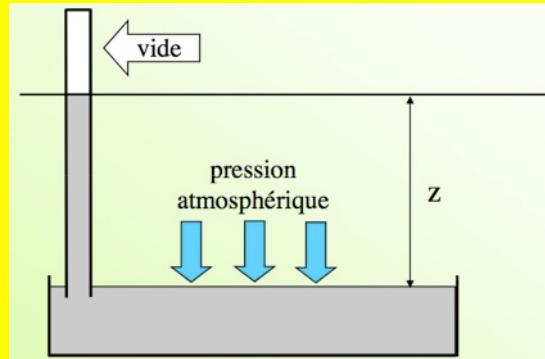
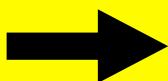
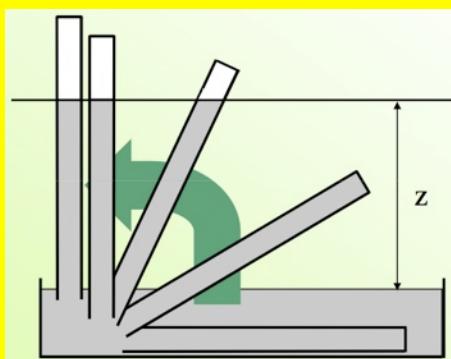
Ces appareils indiquent **zéro** lorsqu'ils sont soumis à la pression atmosphérique standard.

La pression est dite **absolue** lorsqu'elle est mesurée par rapport au vide.

On pourrait mesurer cette pression absolue avec un **baromètre**, mais il est plus simple de la calculer en utilisant la formule suivante.

$$P_{\text{absolue}} = P_{\text{relative}} + P_{\text{atmosphérique}}$$

Pression atmosphérique:



Si l'on plonge totalement une éprouvette dans un bain de **mercure** et qu'on la fait pivoter, on s'aperçoit que le niveau de mercure ne peut dépasser une certaine altitude dans l'éprouvette. Le haut de l'éprouvette est vide de matière et de pression. C'est la pression atmosphérique qui «pousse» le mercure dans l'éprouvette. **En moyenne**, la hauteur de mercure est de **760 mm**.

La pression atmosphérique correspondante est donc égale à : $P = \rho \cdot g \cdot h$
 $13\,600 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,81 \text{ N/kg} \cdot 0,76 \text{ m} = 101\,325 \text{ Pa} = 1013 \text{ hPa} = 1013 \text{ mbar}$

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

La pression atmosphérique est bien sûr variable (anticyclone ($P_{atm} > 1013$ mbar) ou dépression ($P_{atm} < 1013$ mbar)) mais elle varie autour de cette valeur moyenne de 1013 mbar.

On considérera donc pour simplifier les calculs de pressions que **$P_{atm} = 1013$ mbar soit environ 1 bar**.

En résumé:

$$P_{absolue} = P_{relative} + 1 \text{ bar}$$

(*Remarque: la pression absolue est importante car c'est elle qui est utilisée dans les formules des gaz (ex: $P \cdot V = cte$)*)

La pression relative (ou effective) se lit directement avec un manomètre. C'est cette information que l'on a en chaufferie.

La pression absolue s'obtient avec un baromètre. Mais en pratique, on l'obtient en mesurant la pression relative et en ajoutant 1 bar (voir formule ci-dessus).

Les conversions d'unités de pression à connaître:

$$1 \text{ bar} = 100\,000 \text{ Pa}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ mCE} &= 10 \text{ kPa} \\ 10 \text{ mCE} &= 1 \text{ bar} \end{aligned}$$

$$1013 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg} = 760 \text{ Torr} = 1 \text{ atm}$$

(Torr et mmHg sont identiques)

Le vide a une pression absolue de 0 bar
(donc une pression relative de -1 bar)

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Masse et Poids Volumique - Densité

Masse Volumique:

La masse volumique (ρ) est le rapport de la masse (m) d'un corps sur son volume (V)

$$\rho = m / V$$

ρ s'exprime généralement en kg/m³ pour les gaz

ρ s'exprime généralement en kg/dm³ pour les solides et les liquides

L'eau à 4 °C	1 kg/dm ³
L'air à 0 °C	1,293 kg/m ³ (n)
Le fioul domestique	0,84 kg/dm ³
Le plomb	11,3 kg/dm ³
Le mercure	13,6 kg/dm ³

Densité des solides et des liquides:

La densité d'un corps **solide** ou **liquide** est le rapport de la masse du corps à la la masse du même volume d'eau à 4 °C:

$$\text{densité} = \frac{\text{masse du corps}}{\text{masse du même volume d'eau à } 4^\circ\text{C}}$$

En d'autres termes, la densité est donc aussi le rapport des masses volumiques:

$$\text{densité} = \frac{\text{masse volumique du corps}}{\text{masse volumique de l'eau à } 4^\circ\text{C}}$$

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Si on exprime la masse volumique d'un solide ou liquide en kg/dm³ alors on obtient alors instantanément sa densité puisque la masse volumique de l'eau à 4°C est de 1 kg/dm³:

Exemple :

Le plomb a une masse volumique de 11,3 kg/dm³,

Le plomb a donc une densité de 11,3.

Le plomb est donc 11,3 fois plus « lourd » que l'eau.

(Remarque: le poids volumique (ω) est juste la masse volumique (en kg/m³) x l'accélération de la pesanteur: $\omega = \rho \times g$)

Densité des gaz:

La densité d'un **gaz** est le rapport de la masse du gaz à la la masse du même volume d'air sec à 0°C et à 1013 hPa de pression absolue:

$$\text{densité} = \frac{\text{masse du gaz}}{\text{masse du même volume d'air sec à } 0^{\circ}\text{C}}$$

La densité est donc aussi le rapport des masses volumiques:

$$\text{densité} = \frac{\text{masse volumique du gaz}}{\text{masse volumique de l'air sec à } 0^{\circ}\text{C}}$$

Attention: Pour les gaz, densité et masse volumique sont différents (contrairement aux solides et liquides)

Exemple :

L'azote a une masse volumique de 1,25 kg/m³,

L'azote a une densité de 0,97.

Sa masse volumique est supérieure à 1 et pourtant sa densité est inférieure à 1 !

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Température

Dans notre métier, les degrés Celsius ($^{\circ}\text{C}$) et les Kelvin (**K**) sont les unités de températures les plus utilisées.

Les $^{\circ}\text{C}$ correspondent à la dilatation du mercure dans un tube muni d'une graduation centésimale dont le 0 correspond au point de congélation de l'eau et le 100 au point d'ébullition de l'eau.

Les **K** correspondent à une échelle de température absolue dont le 0 correspond à l'immobilité des atomes dans la matière. Une température de 0K est la plus basse température physiquement possible.

La conversion entre les $^{\circ}\text{C}$ et les **K** se fait heureusement très simplement selon la formule suivante;

$$\mathbf{K = ^{\circ}\text{C} + 273}$$

K : température absolue en Kelvin
 $^{\circ}\text{C}$: température relative en Celsius

Note: *Par convention, les écarts de températures se donnent toujours en Kelvin.*

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Notion de Chaleur

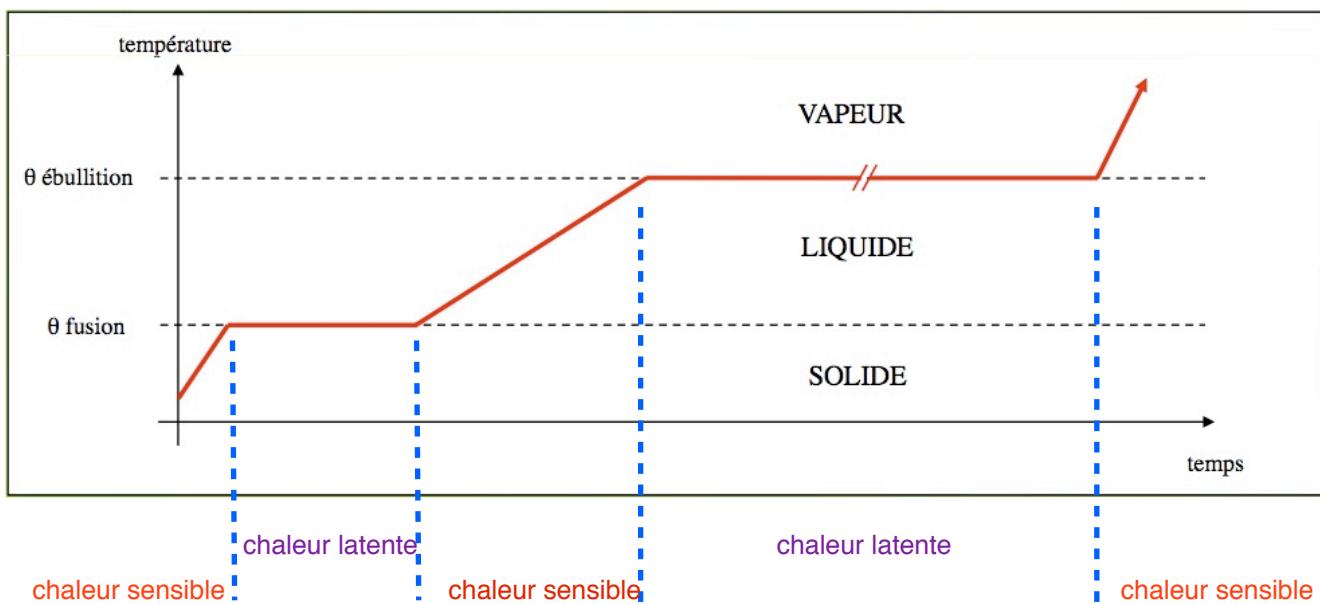
On distingue deux types de chaleur:

La **chaleur sensible Q_s** qui correspond à l'énergie nécessaire à éléver la température d'un corps sans changement d'état,

La **chaleur latente Q_l** qui correspond à l'énergie nécessaire à changer l'état d'un corps à température constante.

La chaleur se transmet du corps le plus chaud vers le corps le moins chaud.
Le premier cède et le second reçoit la même quantité de chaleur.

Tous les corps dont la température est supérieure au zéro absolu (-273,15°C), peuvent transmettre de la chaleur à un corps de température inférieure.
En thermique, on considère donc que tout est plus ou moins chaud.
Le «froid» n'existe pas.



La chaleur se transmet selon 3 modes:

- la conduction (par contact direct entre un corps donneur et un receveur)
- la convection (transmission par circulation d'air)
- le rayonnement (transmission sans contact ni convection)

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

Unité de Chaleur

La plus ancienne unité de chaleur est la **calorie (cal)**. Pour des raisons pratiques, on utilisait uniquement la kilo-calorie (**kcal**) qui correspond à la quantité de chaleur sensible pour éléver un kilogramme d'eau pure de 1 Kelvin.

Aujourd'hui, l'unité de chaleur (et d'énergie en général) est le **Joule (J)**. Le joule correspond à la chaleur sensible nécessaire pour éléver 0,24 gramme d'eau pure de 1 kelvin

Unités de chaleur:

$$1 \text{ J} = 0,24 \text{ cal}$$
$$1 \text{ kJ} = 0,24 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ Wh} = 0,86 \text{ kcal}$$

Quantité de Chaleur

La quantité de **chaleur sensible** nécessaire pour éléver la température d'un corps dépend :

- de la masse de corps à «chauffer»,
- de la nature du corps à «chauffer»,
- de l'élévation de température désirée.

$$Q_s = m \cdot C_m \cdot \Delta\theta$$

Q_s: quantité de chaleur sensible en kilojoules (**kJ**)

m: masse du corps en kilogrammes (**kg**)

C_m: chaleur massique du corps en **kJ/kg.K**

Δθ: élévation de température en kelvins (**K**)

LES UNITES PHYSIQUES (suite)

La quantité de **chaleur latente** nécessaire pour changer l'état d'un corps à température constante dépend:

- de la masse de corps,
- de la nature du corps.

$$Q_l = m \cdot C_l$$

Q_l: quantité de chaleur sensible en kilojoules (**kJ**)

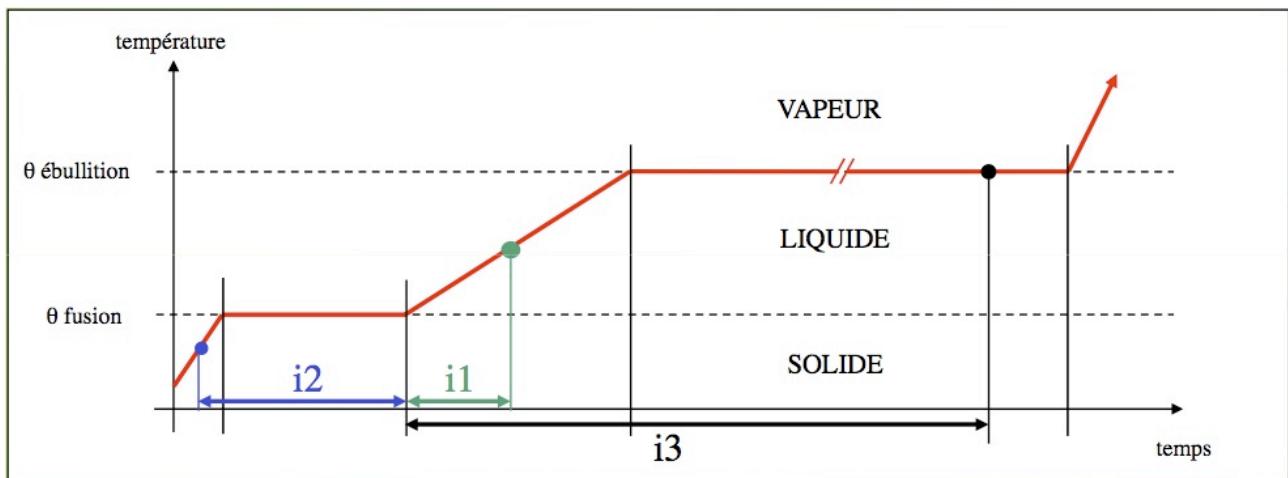
m: masse du corps en kilogrammes (**kg**)

C_l: chaleur latente du corps en **kJ/kg**

* on distinguera la chaleur latente de fusion (*C_{lf}*) et la chaleur latente de vaporisation (*C_{lv}*)

Notion d'Enthalpie

L'enthalpie massique d'un corps (i) correspond à la quantité totale de chaleur qu'un kilogramme de corps possède par rapport à l'origine de son état liquide.



Exemple 1 : un corps est à l'état liquide, son enthalpie massique est i_1

Exemple 2 : un corps est à l'état solide, son enthalpie massique est i_2

Exemple 3 : un corps est en phase d'évaporation, son enthalpie massique est i_3

PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

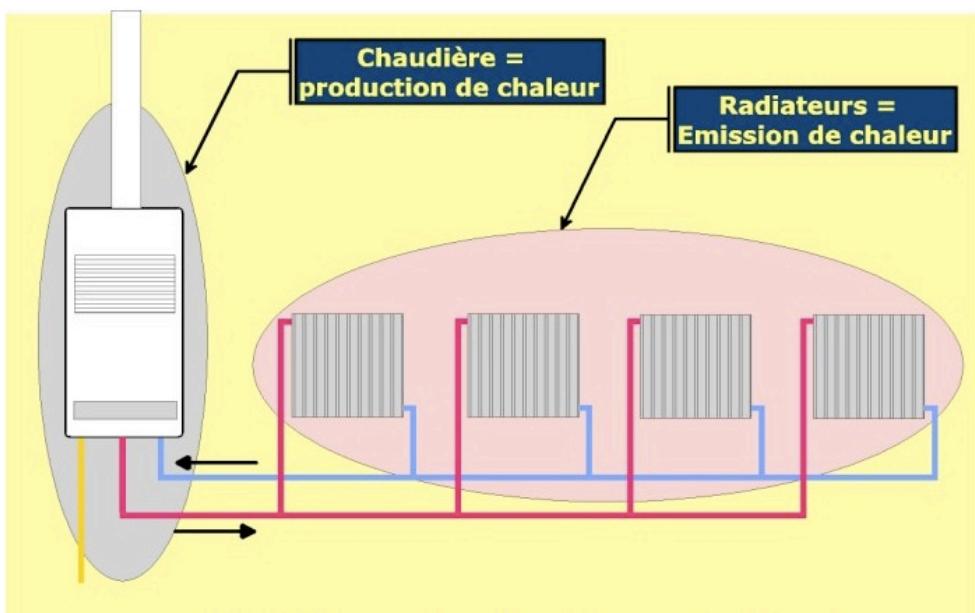
Le Chauffage Central

Le système de chauffage indirect le plus utilisé dans les bâtiments à usage d'habitation est le chauffage central à eau chaude composé, d'une part :

- d'un générateur de chaleur souvent appelé "**chaudière**"



- et d'autre part, à l'opposé, des émetteurs de chaleur:

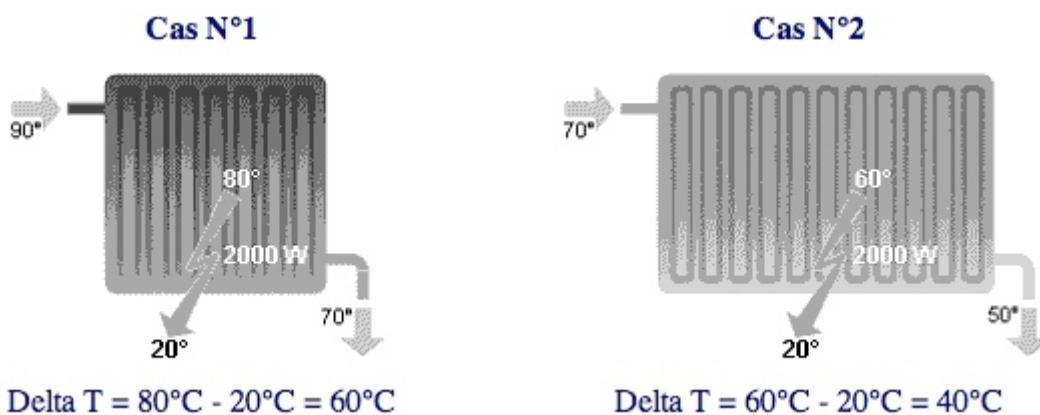


PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

Les Radiateurs

Les équipements de chauffage (chaudière, radiateur, batteries, etc...) sont généralement dimensionnés avec un régime de température de 90/70°C pour une température extérieure de référence (comme -5°C, -10°C, etc...)

Si on choisit un radiateur de 2000 W dimensionné avec un régime de température de 70/50°C, cela signifie que si le radiateur est alimenté avec de l'eau à 70°C, celui-ci cédera 2000 W de chaleur au local à 20°C, et ressortira avec une température de 50°C.



Dans le cas N°2, la différence de température entre le local et la température moyenne du radiateur est plus faible 40°C au lieu de 60°C. Pour fournir la même puissance, la surface de chauffe du radiateur sera plus importante.

La plupart des fabricants indiquent les émissions de chaleur des radiateurs sur la base d'un delta de 60°C.

PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

Calcul du débit d'eau dans un circuit générateur ou émetteur

Que ce soit pour une chaudière (générateur de chaleur) ou bien pour un radiateur (émetteur de chaleur), la puissance et le débit d'eau sont liés par la formule suivante:

$$P = D \times C \times \Delta T^\circ$$

P: Puissance en Watt (**W**) ou Kilowatt (**kW**)

D: Débit d'eau dans le circuit considéré

l/h si la puissance est en **W**

m³/h si la puissance est en **kW**

C: Chaleur massique du fluide

1,16 pour de l'eau pure

0,34 pour de l'air

Delta T°: Différence de T° entre l'eau d'entrée et l'eau de sortie du circuit

20 K: valeur en générale prise pour le chauffage

5 K: valeur en générale prise pour l'eau glacée

Exemples:

- Soit un radiateur vendu pour 3kW avec un delta T° de 20K.

Le débit d'eau devra donc être:

$$3 \text{ kW} = D \times 1,16 \times 20\text{K}$$

$$D = 3 / (23,20)$$

$$D = 0,129 \text{ m}^3/\text{h}$$

ou encore:

$$3000 \text{ W} + D \times 1,16 \times 20\text{K}$$

$$D = 3000 / (23,20)$$

$$D = 129 \text{ l/h}$$

soit 2,16 l/min

- Les chaudières murales ont généralement une puissance de 23 kW.

Leur débit est donc:

$$23 \text{ kW} = D \times 1,16 \times 20\text{K}$$

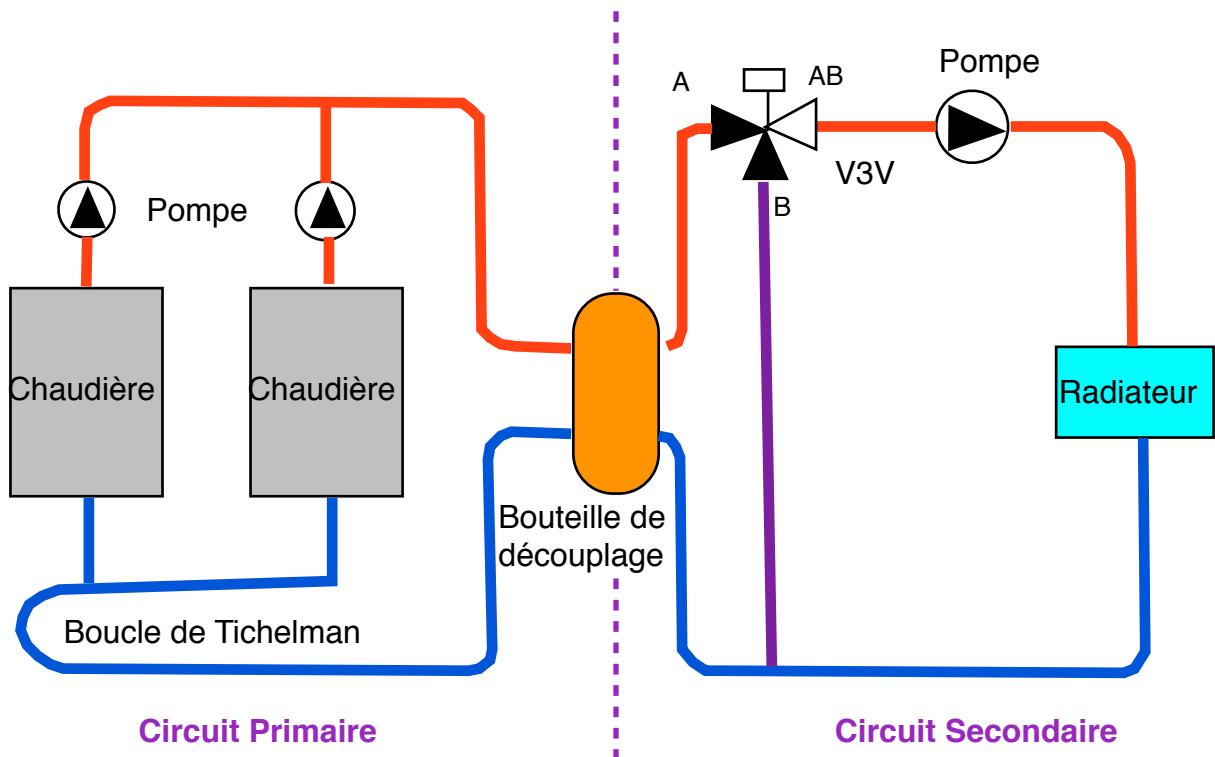
$$D = 23 / 23,20$$

$$D = 1 \text{ m}^3/\text{h}$$

A retenir: en chauffage
1 m³/h fait 23 kW

PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

Schéma de Base d'un Chauffage à Eau Chaude



Pompes (ou circulateurs) : font circuler l'eau dans le réseau hydraulique

Boucle de Tichelman : Lorsqu'il y a plusieurs chaudières montées en parallèle qui fonctionnent en même temps, la boucle de Tichelman permet d'avoir la même longueur de tuyau pour la circulation de l'eau pour les 2 chaudières (entre le départ et le retour).

En l'absence de boucle, les 2 chaudières ne verraient pas les mêmes pertes de charges et il faudrait régler différemment les 2 pompes pour avoir les mêmes débits.

Bouteille de découplage : C'est un accessoire hydraulique permettant de découpler le réseau primaire et le réseau secondaire. Chacun des réseaux possède ces propres pompes de circulation qui n'ont ainsi pas besoin de fonctionner au même débit. De plus, une bouteille permet de purger l'air et de récupérer les boues.

PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

Vanne 3 Voies (V3V): C'est une vanne en général pilotée par la régulation qui permet de contrôler l'apport d'eau chaude dans le réseau secondaire.

Dans notre exemple, si la température ambiante est \geq à la consigne, la vanne **A** d'arrivée d'eau chaude sera fermée tandis que la vanne **B** sera ouverte et le circuit secondaire fonctionnera bouclé sur lui même (car il est inutile de faire arriver de l'eau chaude de la chaudière).

Quand la température d'ambiance sera redescendue en dessous de la consigne, la vanne **B** se fermera tandis que la vanne **A** s'ouvrira pour alimenter le circuit de radiateur avec de l'eau chaude "neuve" venant des chaudières.

Toutes les positions intermédiaires entre ses 2 extrêmes sont possibles.

Les vannes 3 voies se retrouvent partout dans les chaufferies et sont l'organe de régulation par excellence.

$$\text{Débit AB} = \text{Débit A} + \text{Débit B}$$

Constant Variable Variable

Circuit Primaire: Circuit de production de la chaleur

Circuit Secondaire: Circuit d'utilisation de la chaleur

PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

Introduction à la Loi de Chauffe

On chauffe un bâtiment afin de compenser les pertes thermiques à travers son enveloppe. Plus la différence de température entre l'intérieur d'un bâtiment et l'extérieur est grande, plus les pertes thermiques sont importantes et plus il faut chauffer pour conserver une température de confort intérieur.

Quand il fait froid dehors, il faut donc apporter de la chaleur pour compenser les pertes thermiques. Cet apport dépend d'un certain nombre de facteurs:

- les apports de chaleur internes au bâtiment (appareils qui chauffent, nombre de personnes présentes à l'intérieur, etc...)
- la qualité de l'isolation du bâtiment. Les nouveaux bâtiments sont en général bien mieux isolés que les anciens. Les déperditions thermiques sont donc moins importantes.

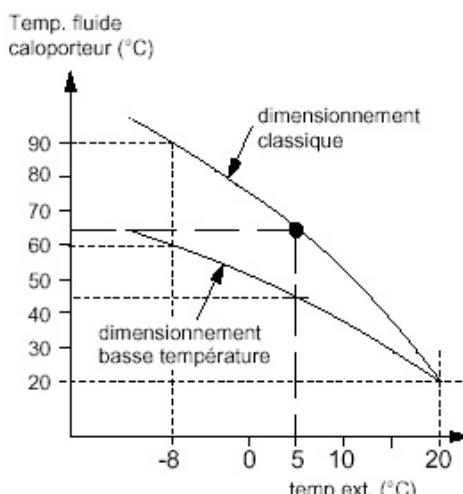
Chaque bâtiment possède son propre **TNC** (Température de Non Chauffage).

C'est la T° extérieure jusque laquelle il n'est pas nécessaire de chauffer le bâtiment car la température de confort se maintient. Par exemple en ce moment (septembre), il fait 11°C la nuit et le matin et pourtant la chaudière ne se met pas en marche. Car la maison est bien isolée et que les apports intérieurs suffisent à maintenir les $18^\circ\text{C}/20^\circ\text{C}$ de confort.

Les **BBC** (Bâtiments Basse Consommation) ont une TNC très basse.

Un système de régulation est nécessaire pour surveiller l'évolution de la température extérieur et intérieur afin de déclencher ou d'arrêter automatiquement la production de chaleur. La régulation peut être locale (vanne thermostatique d'un radiateur) ou bien générale (régulation en chaufferie - **Loi de Chauffe**).

La loi de chauffe consiste à déterminer la température de l'eau au départ de la chaudière en fonction de la T° extérieur mesurée par une sonde.

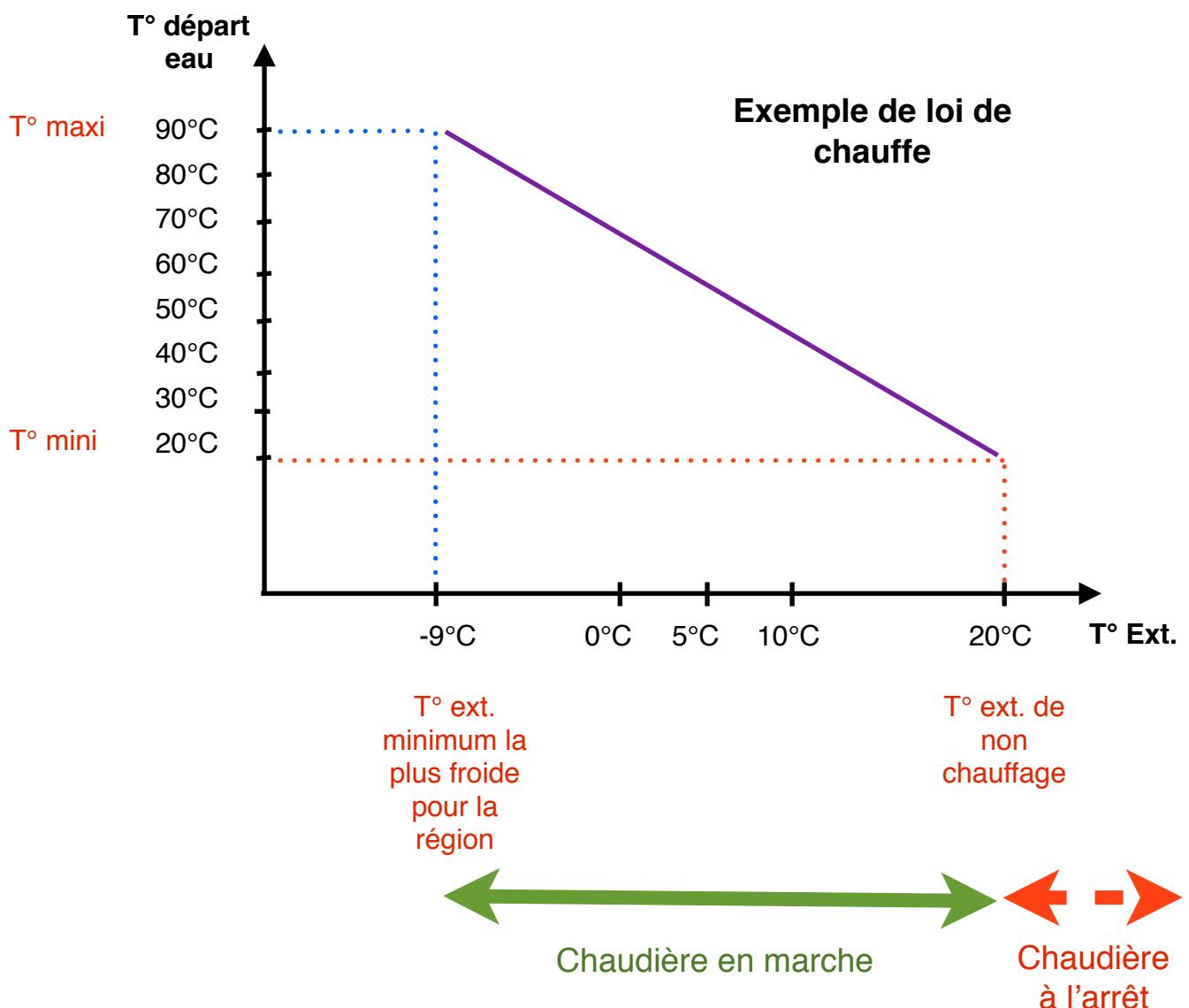


PRINCIPE DU CHAUFFAGE A EAU CHAUDE

Pente de réglage du régulateur:

La pente qui correspond au rapport entre la variation de la température d'eau et la variation de température extérieure est exprimée par la formule suivante:

$$P = \frac{T \text{ maxi départ d'eau} - T \text{ mini départ d'eau}}{T \text{ ext de non chauffage} - T \text{ ext mini d'étude}}$$



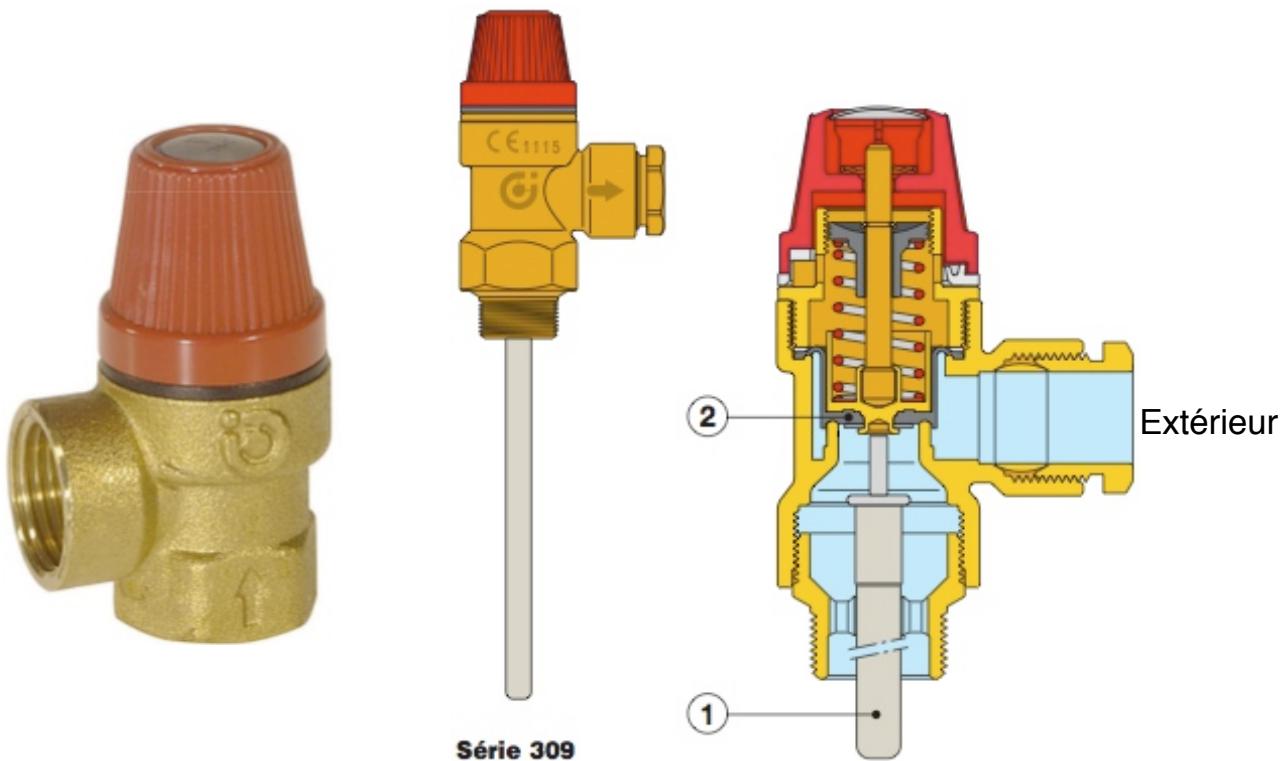
LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Soupape de Sécurité Température/Pression

Fonction:

La soupape de sécurité température-pression contrôle et limite la température et la pression de l'eau chaude contenue dans le chauffe-eau. Elle empêche l'eau dans le chauffe-eau d'atteindre une température supérieure à 100°C et de se transformer en vapeur.

Lorsque la valeur de tarage est atteinte, la soupape évacue à l'extérieur une quantité d'eau suffisante pour que la température et la pression reviennent aux limites de fonctionnement de l'installation.



Principe de fonctionnement:

La soupape s'ouvre lorsque les valeurs de tarage sont atteintes en :

- température : le fluide thermostatique qui remplit la sonde 1) immergée dans le chauffe-eau se dilate quand la température augmente.

Cette dilatation provoque le mouvement de l'axe de commande qui agit sur l'obturateur 2) et ouvre la soupape. La soupape est réglée pour s'ouvrir à une température supérieure à 90°C.

- pression : l'obturateur est commandé par un ressort taré. Lorsque la pression de tarage est atteinte, grâce au mouvement de la membrane, il ouvre entièrement l'orifice d'évacuation. La pression de tarage est choisie en fonction de la pression maximale admissible de l'installation.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

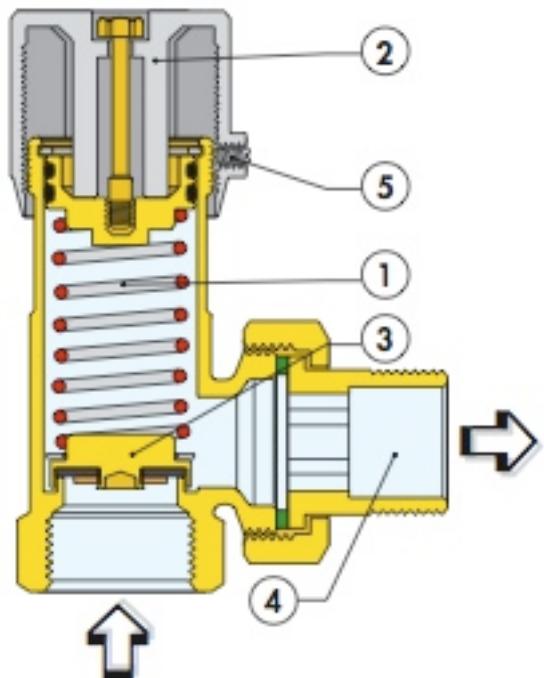
Soupape de Pression Différentielle

Fonction:

La soupape de pression différentielle est utilisée dans les installations à débits variables, par exemple les installations avec des robinets thermostatiques ou des vannes de zone motorisées à deux voies. Elle permet de by-passer une partie du débit en fonction de la fermeture des vannes ou des robinets thermostatiques, limitant ainsi la valeur maximale de pression différentielle générée par la pompe.

Principe de fonctionnement:

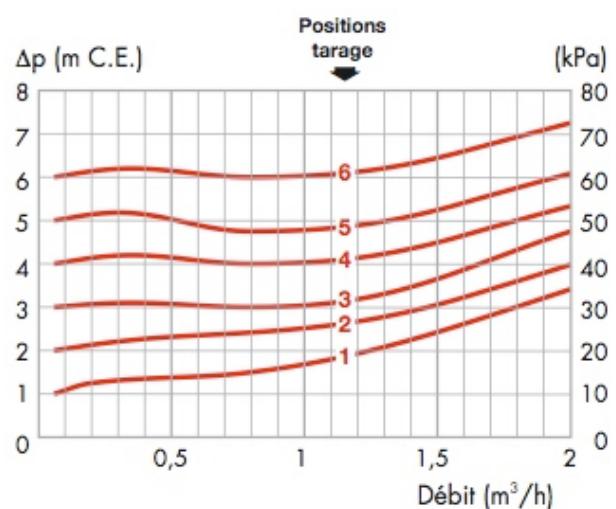
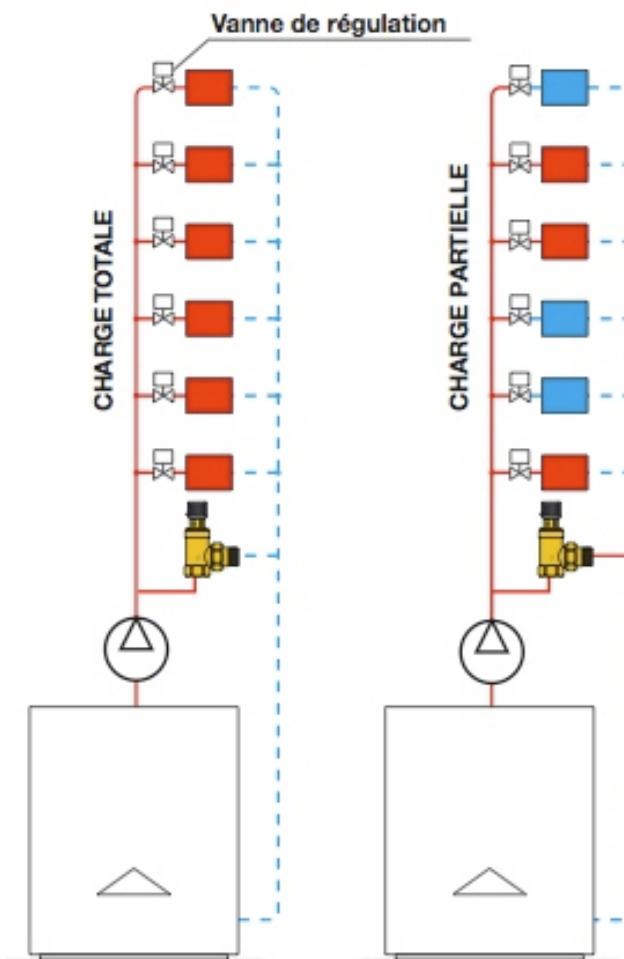
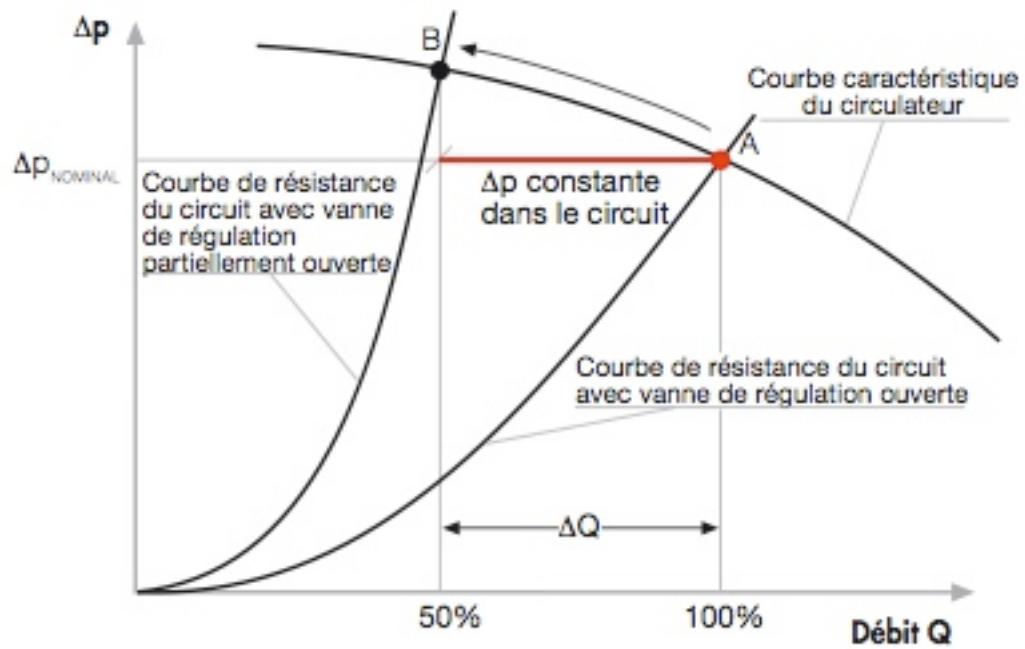
En réglant la compression du ressort (1) à l'aide du bouton de réglage (2), on modifie l'équilibre des forces agissant sur l'obturateur (3), modifiant la pression d'intervention de la soupape. L'obturateur ouvre le by-pass seulement lorsqu'il est soumis à une pression différentielle générant une poussée supérieure à celle du ressort de rappel. Ainsi une partie du débit est by-passée (4), limitant la différence de pression entre les deux points de l'installation où est montée la soupape.



Fonctionnement de l'installation:

Le rôle de la soupape de pression différentielle est de maintenir le point de fonctionnement du circulateur le plus possible à sa valeur nominale (point A, dans le graphique ci-dessous). Sans soupape de pression différentielle, lorsque le débit dans le circuit diminue à cause de la fermeture partielle des vannes deux voies, les pertes de charge du circuit augmentent, point B. La soupape de pression différentielle, tarée à la valeur de la hauteur manométrique nominale du circulateur, permet de limiter l'augmentation de pression, en by-passant le débit ΔQ . Ce comportement est garanti quelques soient les conditions de fermeture des vannes de régulation de l'installation car, une fois réglée la position du bouton de réglage, la valeur de pression d'intervention ne varie pratiquement pas en fonction du débit by-passé (voir diagrammes des caractéristiques hydrauliques). La dimension de la soupape est déterminée afin de garantir le by-pass d'un débit suffisant à maintenir le circulateur au point de fonctionnement nominal dans toutes les conditions de fonctionnement de l'installation, par exemple dès la fermeture des premiers robinets thermostatiques.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Soupape de Sécurité Thermique avec Remplissage pour Chaudière à Bois (ou Combustible Solide)

Fonction:

Pour les chaudières à bois, le contrôle de la température de chaudière est plus délicat. En effet, on ne peut pas éteindre le brûleur comme on le fait avec le gaz si la température devient excessive. Le bois continue de brûler. La soupape de sécurité thermique à remplissage intégré assure la sécurité des installations de chauffage par générateur à combustible solide. Le dispositif combine dans un même appareil, la soupape de sécurité thermique et une vanne d'alimentation en eau froide qui fonctionnent simultanément, le tout commandé à distance par un bulbe de température à capillaire à sécurité positive. Lorsque la soupape s'ouvre, l'eau chaude s'évacue en même temps que l'eau froide rentre dans le circuit faisant ainsi chuter la température.

Principe de fonctionnement

Lorsque la température de tarage est atteinte (**Fig.1**), l'axe de la soupape se déplace et ouvre alors simultanément les sections de passage d'entrée d'eau froide (de (4) à (3)) et d'évacuation d'eau chaude (de (1) à (2)), jusqu'à ce que la température mesurée par le bulbe redescende sous le seuil d'ouverture de la soupape. Les deux passages se referment alors simultanément. En cas d'avarie de l'élément sensible (5) (6), la soupape se met en sécurité positive, c'est à dire en ouverture.

La pastille de température (7) positionnée sur le capteur, signale si une température supérieure à 110°C a été atteinte.

Sur le corps de la soupape sont représentés (**Fig.2**) :

- une flèche (1) indiquant le raccordement au circuit de départ chaudière et la lettre "S" (2) pour la sortie d'évacuation d'eau chaude.
- une flèche (3) indiquant le raccordement au circuit de retour chaudière et la lettre "C" (4) pour la connexion à l'arrivée d'eau froide du réseau.

IMPORTANT :
respecter
impérativement
le sens du
montage
indiqué sur
la soupape
et décrit
ci-dessus.

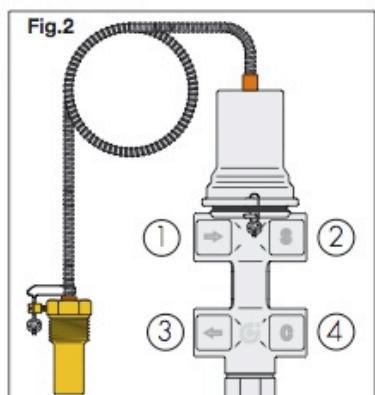
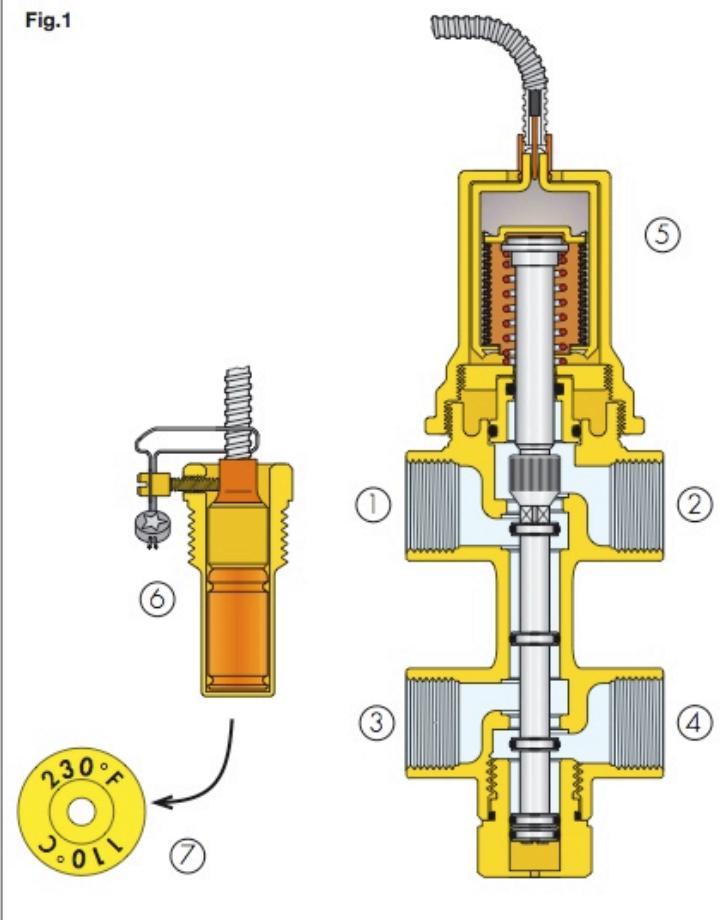


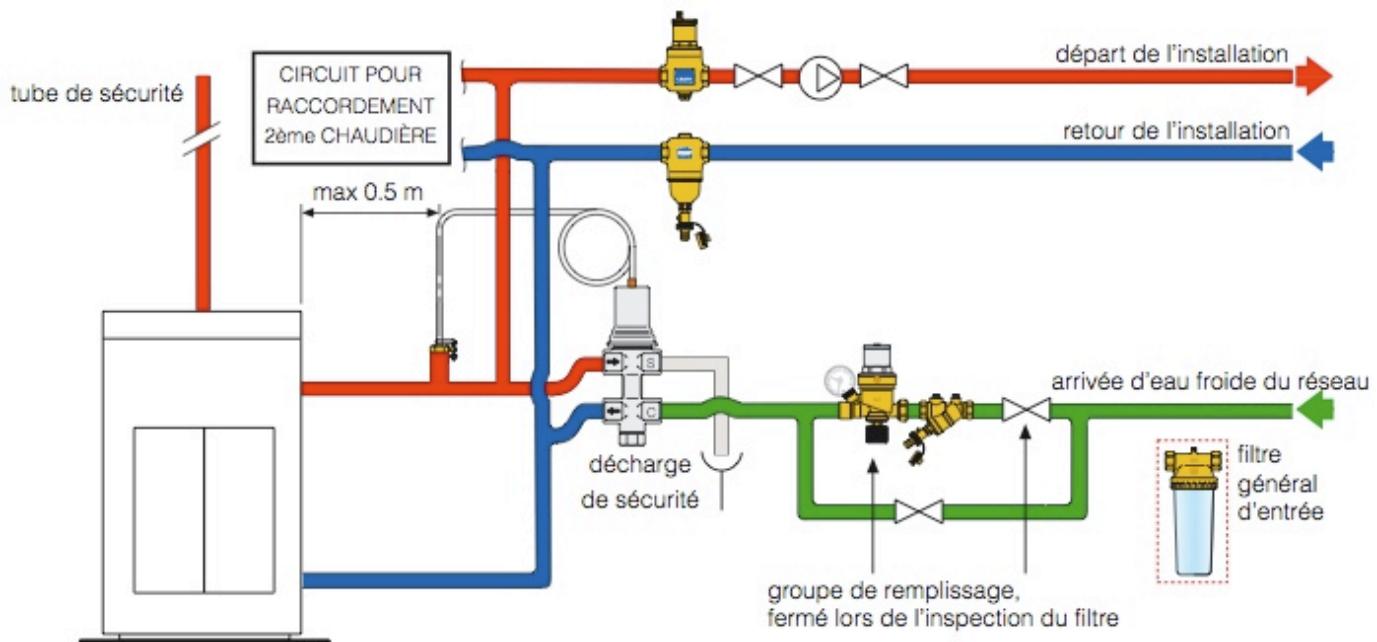
Fig.1



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Installation:

La soupape peut-être montée en position horizontale, verticale ou la tête en bas. Le doigt de gant du bulbe de température (6), fourni avec la soupape, doit être monté sur la tuyauterie de départ ou sur la partie haute de la chaudière et avant la tuyauterie de décharge de la soupape, à une distance maximum de 0,5 m de la chaudière. Il est obligatoire d'utiliser exclusivement le doigt de gant livré avec la soupape. Pour un contrôle optimal de la pression en entrée, il est conseillé de prévoir un groupe de remplissage (réducteur de pression ou alimentateur automatique) à l'arrivée d'eau froide, réglé à la pression de fonctionnement de l'installation. En présence d'une installation à vase ouvert, le remplissage s'effectue par le vase. Afin d'éviter tout mauvais fonctionnement du à la présence d'impuretés, il est vivement recommandé d'installer un filtre à cartouche visible (bol transparent) et à faible pertes de charges (filtre à tamis ou DIRT CAL® à très faible pertes de charges), sur l'arrivée d'eau froide. Contrôler régulièrement l'état des filtres, visuellement ou avec un manomètre en amont et un en aval du filtre.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Réducteur de Pression

Fonction:

Les réducteurs de pression sont des dispositifs qui se montent sur les réseaux d'eau privés pour réduire et stabiliser la pression provenant du réseau public, car celle-ci est, en général, trop élevée et variable pour les installations domestiques. Cette série de réducteurs de pression a la particularité d'être pré-réglable. Le réducteur peut donc être taré sur la valeur de pression voulue avant le montage, à l'aide d'une poignée prévue à cet effet, et d'un indicateur de la pression de réglage. Une fois l'appareil monté, la pression de l'installation se portera automatiquement sur la valeur pré-réglée. La cartouche intérieure, qui contient tous les composants de réglage, est, en outre, un monobloc pré-assemblé, facilitant ainsi les opérations d'inspection et d'entretien. Il existe aussi une version munie d'un filtre démontable, de grande capacité, placé dans un bol transparent spécial. On garantit ainsi le maximum de protection au réducteur et au réseau hydraulique contre les impuretés qui se trouvent éventuellement dans l'eau d'alimentation.

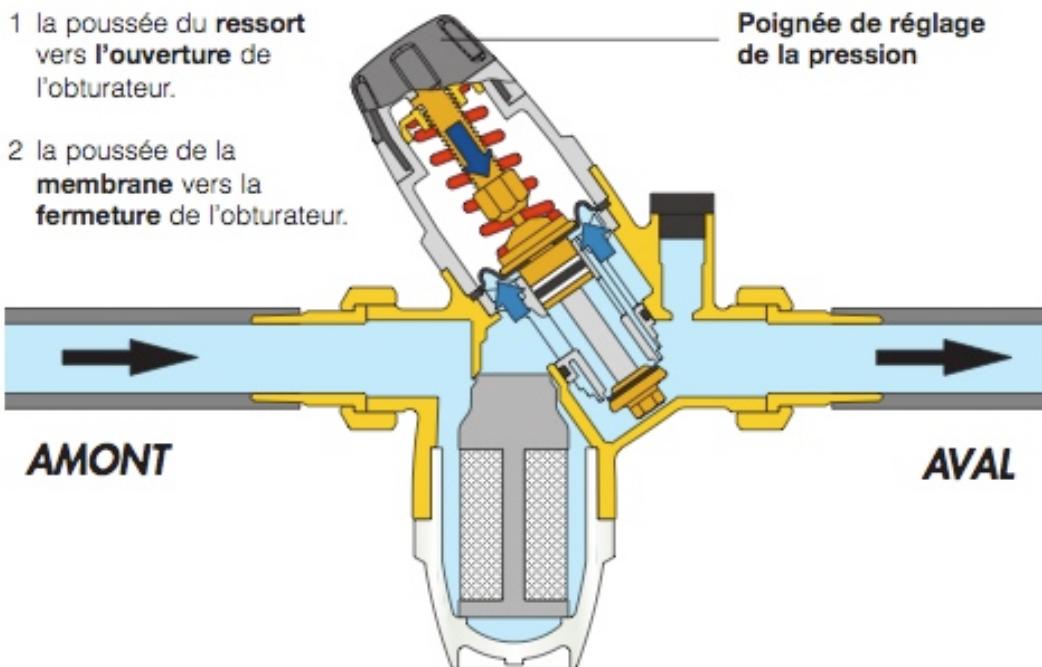
Principe de fonctionnement

Le fonctionnement du réducteur de pression se fonde sur l'équilibre de deux forces opposées:

1 la poussée du **ressort** vers l'**ouverture** de l'obturateur.

2 la poussée de la **membrane** vers la **fermeture** de l'obturateur.

Poignée de réglage de la pression

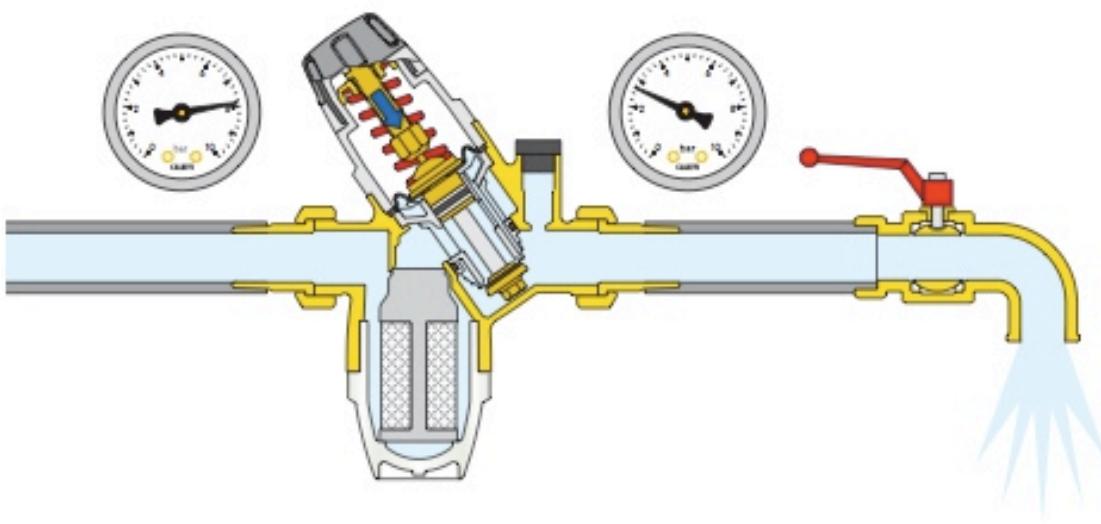


LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Fonctionnement avec écoulement

A l'ouverture d'un robinet, la force du ressort dépasse celle, opposée, de la membrane; l'obturateur se déplace vers le bas et ouvre le passage à l'eau.

Lorsque la demande d'eau augmente, la pression diminue d'autant en dessous de la membrane, ouvrant d'autant plus le passage de l'obturateur.

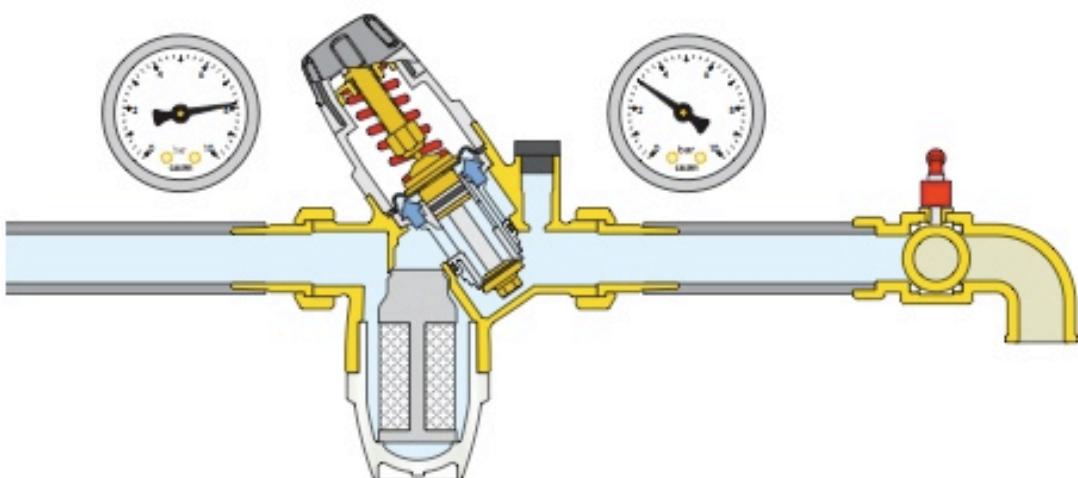


Fonctionnement sans écoulement

Lorsqu'il n'y a pas de robinet d'ouvert, la pression aval augmente et pousse la membrane vers le haut.

De cette façon, l'obturateur ferme la section de passage tout en maintenant la pression sur la valeur de tarage.

Si la force exercée par la membrane dépasse légèrement la force exercée par le ressort, le dispositif se referme.

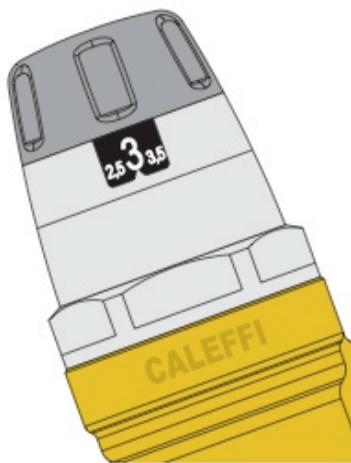


LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Particularités de construction

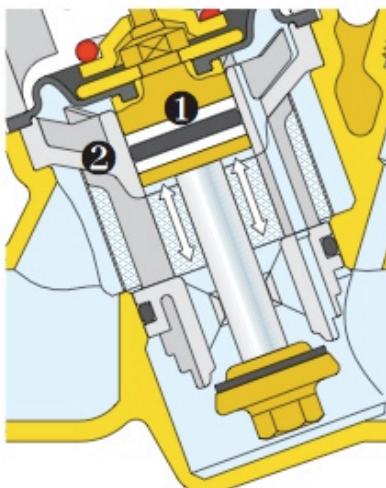
Pré-réglage

Les réducteurs de pression série 5350 et 5351 sont équipés d'une poignée de manœuvre et d'un indicateur de la pression de tarage visible de chaque côté. Cet indicateur de pression est caractérisé par son dispositif d'avancement à crans sensibles, la pression peut ainsi se régler de façon continue en visualisant sa valeur par incrémentations de 0,5 bar. La pression de l'installation peut donc se pré-régler sur la valeur voulue avant même de monter le réducteur.



Siège compensé

Les réducteurs de pression Caleffi sont équipés de siège compensé. Cela signifie que la valeur de la pression de tarage reste constante indépendamment des variations de la valeur de la pression en amont. Sur la figure, la poussée vers l'ouverture est contrebalancée par la force créée par la pression de fermeture qui agit sur le piston de compensation. Etant donné que celui-ci a une surface égale à celle de l'obturateur, les deux forces en jeu s'annulent.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Bouteille de Découplage Hydraulique

Fonction:

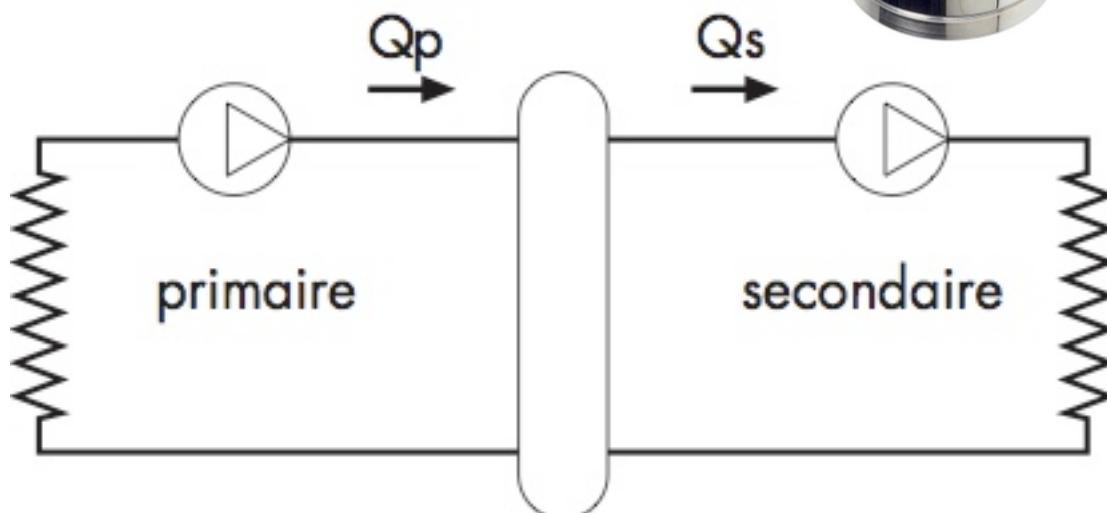
Dans une installation où le circuit primaire et le (les) circuit secondaire sont équipés chacun de leur pompe, il peut se produire dans certains cas des interactions entre les pompes qui créent des variations anormales de débit et de pression différentielle dans les circuits avec les conséquences suivantes:

- Moteur de pompe “grillé” car le point de fonctionnement de la pompe se trouve en dehors de sa courbe
- Perte de la force motrice de ces mêmes pompes
- Création de courants parasites maintenant les terminaux chauds même lorsque les pompes sont arrêtées.

On a alors recours à un séparateur hydraulique, encore appelé *bouteille de découplage hydraulique*, ou *bouteille casse-pression*. Souvent, ces appareils sont utilisés pour réaliser 3 fonctions:

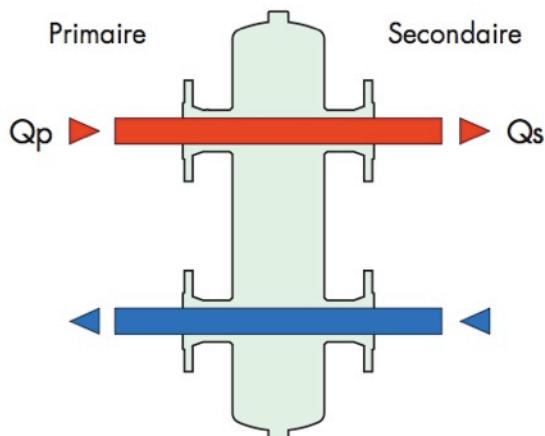
- découplage hydraulique
- décantation (*voir ci-après*)
- dégazage (*voir ci-après*)

La bouteille permet de rendre hydrauliquement indépendant le circuit primaire et le circuit secondaire.

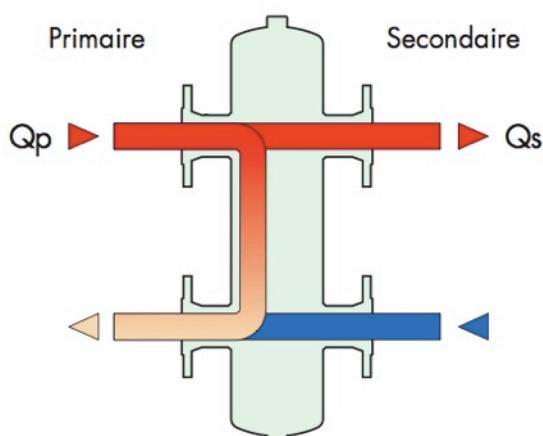


LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

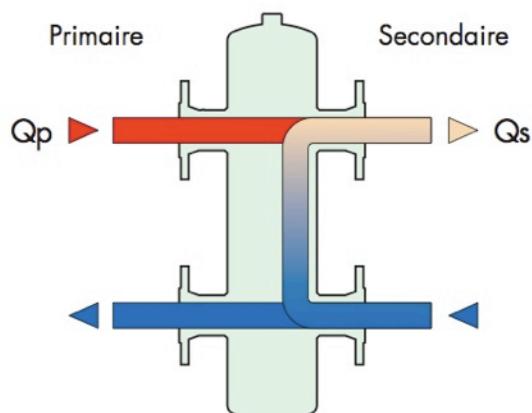
Trois situations peuvent se présenter :



Situation 1 : $Q_p = Q_s$



Situation 2 : $Q_p > Q_s$



Situation 3 : $Q_p < Q_s$

La situation 1 doit être recherchée lorsque l'on souhaite des retours « froids » en dessous de 55°C. C'est le cas avec une chaudière basse température et un plancher chauffant. On permet le phénomène de condensation qui favorise les performances de la chaudière ainsi que les économies d'énergies.

La situation 2 doit être recherchée lorsque l'on souhaite des retours « chaud » au dessus de 55°C. C'est le cas d'une chaudière classique et des radiateurs (ou un plancher chauffant avec un circuit en injection). La chaudière travaillera alors dans de bonnes conditions et sa durée de « vie » sera rallongée.

Fonctionnement en “Casse-Pression”:

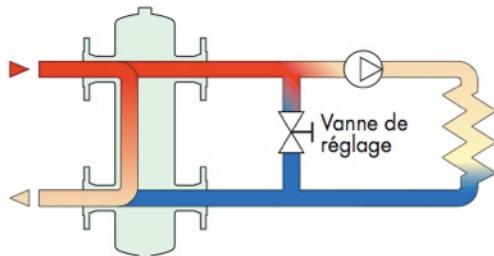
- T° départ primaire = T° départ secondaire
- T° retour primaire > T° retour secondaire
- Débit primaire > Débit secondaire

Fonctionnement en “Mélange”:

- T° départ primaire > T° départ secondaire
- T° retour primaire = T° retour secondaire
- Débit primaire < Débit secondaire

La situation 3 est à éviter car si plusieurs circuits sont raccordés au secondaire les puissances fournies et les niveaux de température demandés vont être très difficiles à atteindre.

Si on veut un mélange de ce type au secondaire, la solution consiste à faire un circuit en injection



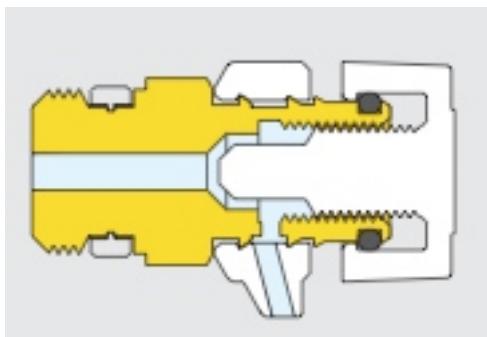
Circuit en injection

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Purgeurs d'Air

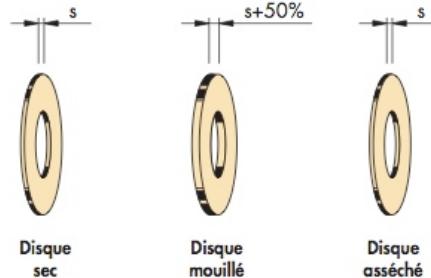
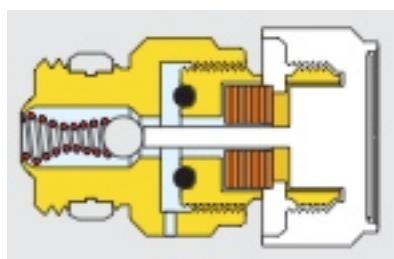
Purgeurs Manuels:

Les purgeurs d'air manuels pour radiateurs servent à évacuer l'air accumulé à l'intérieur des émetteurs, pendant le remplissage de l'installation ou pendant le fonctionnement normal.

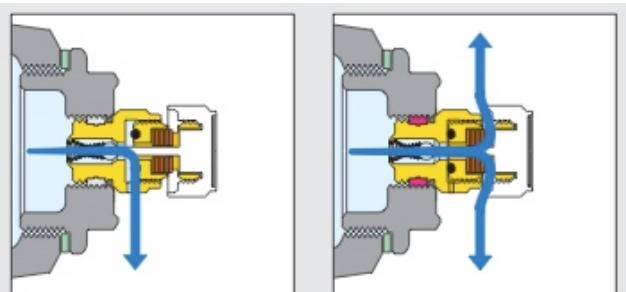


Purgeurs à disques hygroscopiques:

Le purgeur d'air série 5080 peut s'utiliser indifféremment en mode manuel ou automatique. Le principe du fonctionnement manuel est le même que celui des purgeurs précédents, alors que le fonctionnement automatique se fonde sur les propriétés des disques en fibres de cellulose qui forment la cartouche d'étanchéité.



La position de purge **manuelle** s'obtient en dévissant le volant **d'un tour environ**. Ce mode sert par exemple pendant le remplissage de l'installation. La position de purge **automatique** s'obtient, au contraire, avec le volant complètement fermé. Ainsi, lorsque l'installation travaille en conditions normales, les disques étant mouillés, augmentent de volume et obstruent le passage. En présence d'air, les disques s'assèchent et permettent alors à l'air de s'échapper.

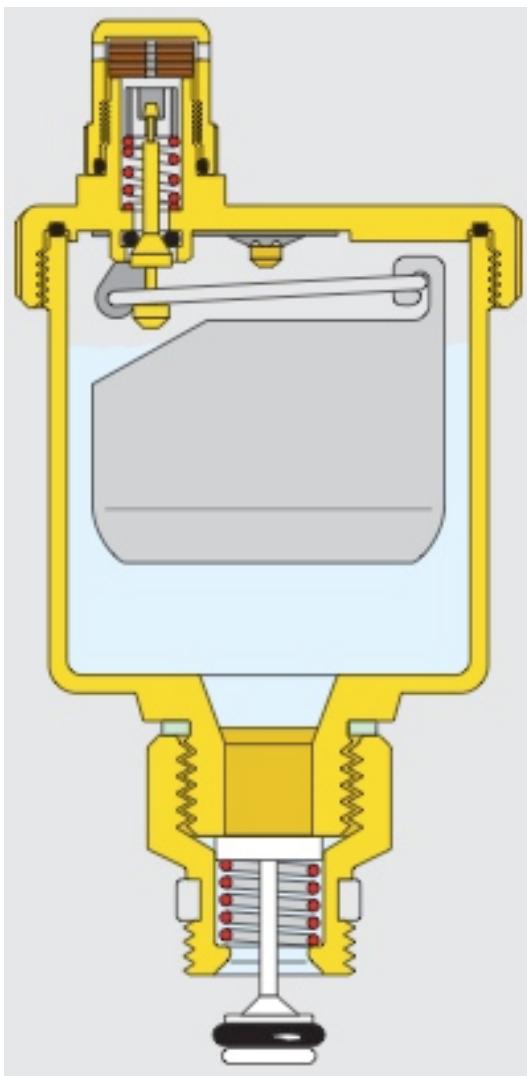


Les disques hygroscopiques augmentent leur volume de 50% lorsqu'ils sont mouillés par l'eau. Les temps de fermeture des disques hygroscopiques sont très rapides, de l'ordre de quelques secondes. Les temps de séchage sont tels que le cycle de formation et d'élimination de l'air se produit sans problèmes.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Purgeurs Automatiques à Flotteur:

Les purgeurs automatiques sont utilisés sur les circuits fermés des installations pour évacuer automatiquement l'air, grâce à l'action d'un obturateur commandé par un flotteur. L'accumulation des bulles d'air dans le corps du purgeur provoque la descente du flotteur et par conséquent l'ouverture de l'obturateur, laissant ainsi échapper l'air. Ce phénomène, et donc le bon fonctionnement du purgeur, est garanti tant que la pression d'eau reste en dessous de la pression maximum de purge.

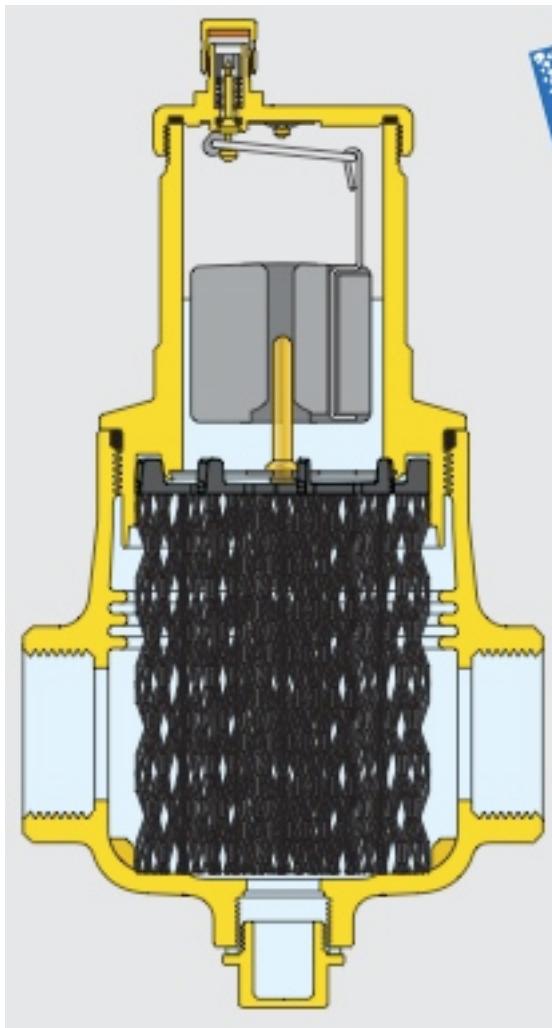


LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Dégazeur Séparateur d'Air

Principe de fonctionnement:

Ces appareils utilisent l'action combinée de plusieurs principes physiques. La partie active est formée par un ensemble de surfaces réticulaires disposées en rayon. Ces éléments créent des mouvements de tourbillon qui favorisent la libération des micro-bulles et leur adhérence sur ces surfaces. Les bulles, qui se fondent entre elles, augmentent de volume jusqu'à ce que la poussée hydrostatique soit en mesure de vaincre la force d'adhérence à la structure. Elles s'élèvent ensuite vers le haut du dispositif où elles sont évacuées par le purgeur d'air automatique à flotteur.

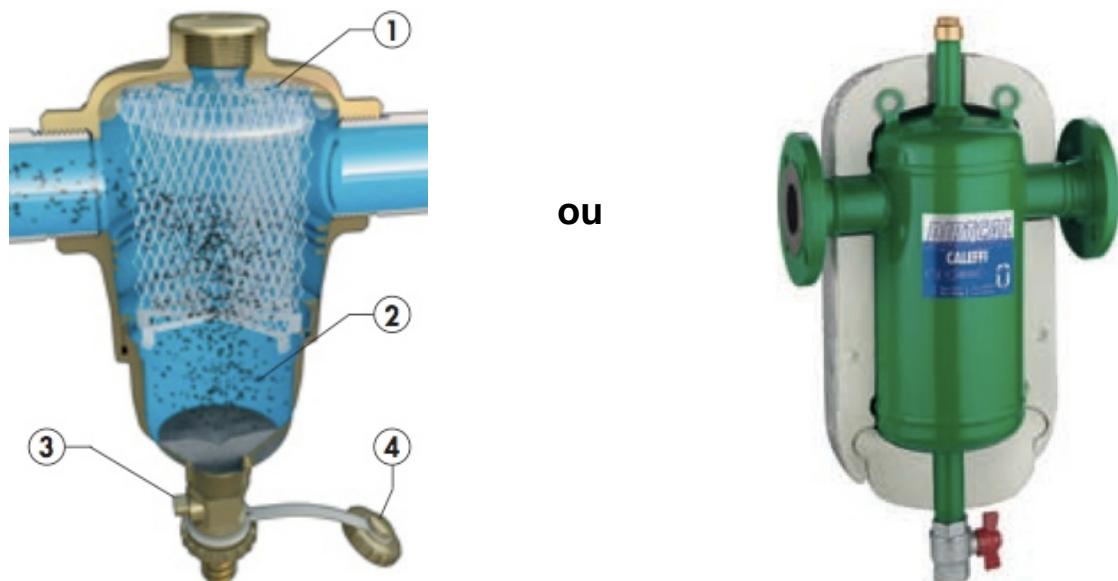


LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Pots de Décantation

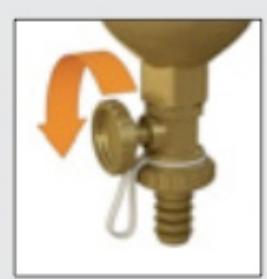
Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement des pots de décantation est analogue à celui des séparateurs d'air. Il combine lui aussi les actions de plusieurs phénomènes physiques. La grille interne (1), partie active de l'appareil, est constituée d'un ensemble de surfaces réticulaires en matériau de synthèse, disposées en rayon. Les impuretés présentes dans l'eau, rentrant en collision avec ces surfaces, sont séparées de l'eau et précipitent vers la partie inférieure du corps de l'appareil (2) où elles sont recueillies. De plus, le grand volume interne du pot, "casse" la vitesse de l'eau et favorise ainsi la séparation des particules solides du flux d'eau.



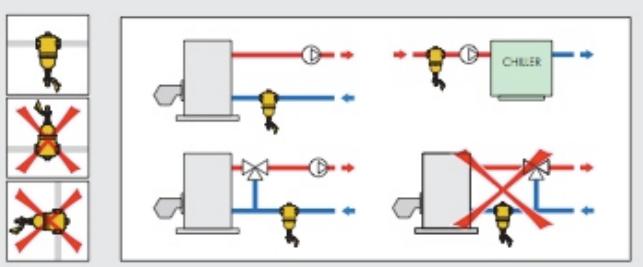
Évacuation des boues.

La chambre d'accumulation du pot de décantation est dotée d'un robinet de vidange. Utiliser la clavette qui y est reliée pour évacuer les impuretés. Cette opération peut s'effectuer que l'installation soit en service ou non.



Installation

Le pot à boue doit toujours être monté en position verticale, de préférence sur le retour de l'installation, en amont de la chaudière. Ceci permet d'intercepter les impuretés présentes dans le circuit surtout au moment de la première mise en route de l'installation, avant qu'elles ne puissent arriver à la chaudière, protégeant celle-ci des corrosion dues aux dépôts de boue.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Vase d'Expansion

Généralités:

Les installations de chauffage à eau chaude sont des circuits fermés contenant un certain volume d'eau (*L'estimation du volume total d'eau présent dans l'installation peut se faire grossièrement à partir de la puissance de l'installation (10 litres/Kw)*). Lorsque l'eau est chauffée, l'augmentation de température entraîne une dilatation de l'eau c'est à dire une augmentation du volume d'eau. C'est ce qu'on appelle l'expansion de l'eau. Le volume d'eau supplémentaire créé peut se calculer à partir de coefficients de dilatation dépendant de la température.

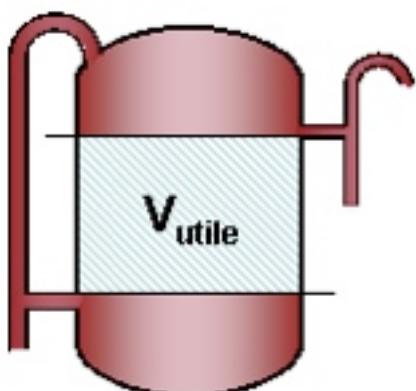
Le circuit de chauffage étant fermé et l'eau étant un fluide incompressible, l'augmentation du volume due à la dilatation entraînerait la déformation ou la rupture de l'installation si il n'y avait pas un système permettant de la recueillir: c'est le rôle du **système d'expansion**.

Il existe différents systèmes d'expansion:

- Vase d'expansion ouvert
- Vase d'expansion fermé à pression variable (*parfois appelé Flexcon*)
- Vase d'expansion fermé à pression constante (*parfois appelé Pneumatex*)
- Les Groupes de Maintien de Pression (GMP)

Vase d'Expansion Ouvert

C'est un système ancien, simple et sûr. La pression d'eau dans l'installation est due à une sorte de réservoir d'eau placé tout en haut de l'installation et faisant également office de système d'expansion:



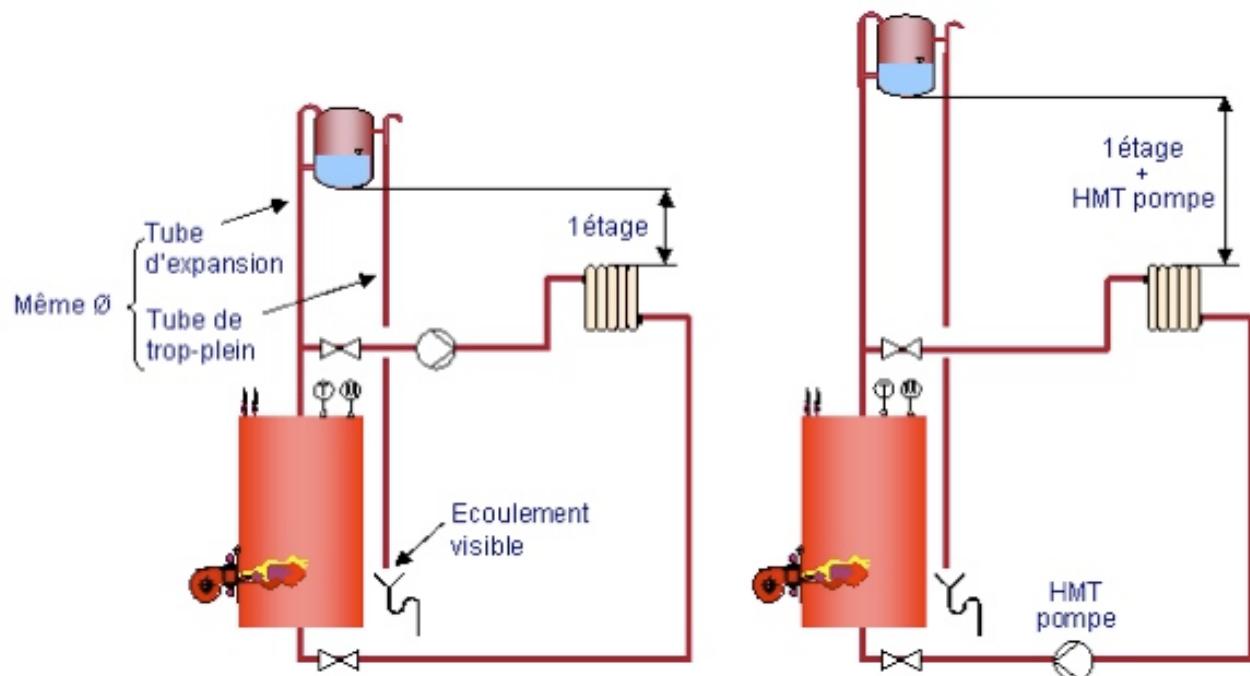
En inox



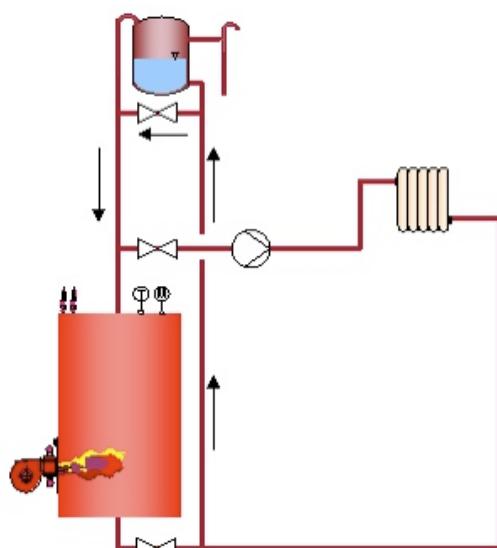
En polypropylène

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

- Le volume utile du vase ouvert doit être \geq au volume de dilatation.
- Le vase est raccordé à l'installation par un tube d'expansion normalement raccordé au départ de la chaudière et du côté de l'aspiration de la pompe. Si le tube d'expansion est raccordé au refoulement de la pompe, le vase doit se trouver rehaussé d'une hauteur correspondant à la Hmt de la pompe:



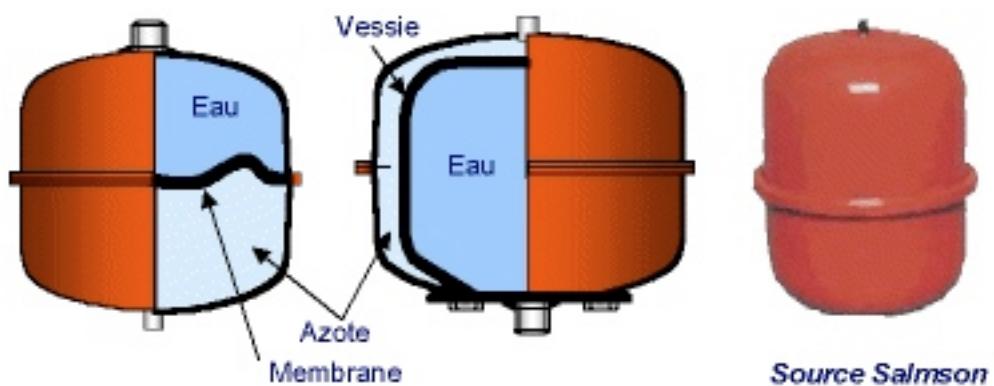
- Le vase contient un évent et un trop plein ramené en chaufferie.
- Le vase doit être maintenu hors gel dans un local chauffé ou bien sera maintenu en température par une circulation d'eau:



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

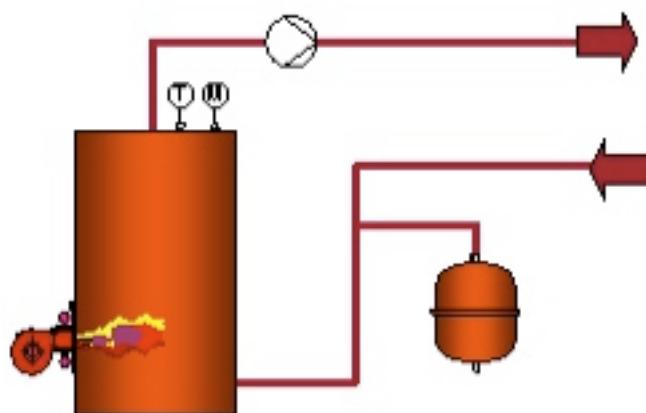
Vase d'Expansion Fermé à Pression Variable

Il est parfois connu sous le nom de " Flexcon " qui est le nom d'une marque. Il s'agit d'un réservoir métallique, raccordé à la canalisation de retour d'eau chaude, à l'intérieur duquel une membrane (ou une vessie) en caoutchouc déformable, permet de séparer l'eau du circuit de chauffage d'un gaz (azote).



Il s'installe sur la canalisation de retour à la chaudière, avant la pompe, habituellement sans robinet de sectionnement.

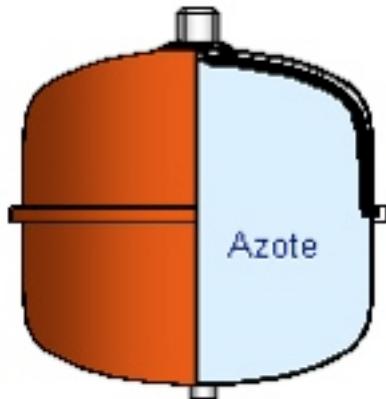
Le DTU 65 11 précise que la chaudière doit être équipée d'une soupape de sécurité, d'un thermomètre, d'un manomètre et que le brûleur doit être piloté par un aquastat réglable et un aquastat de sécurité.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

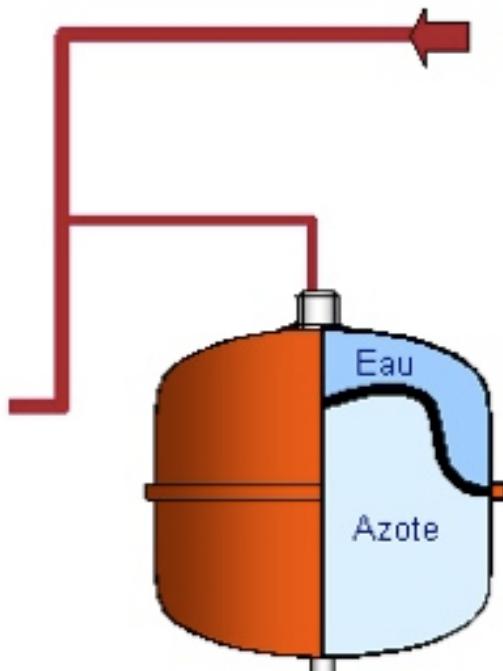
- 1) Avant raccordement à l'installation de chauffage, le vase est prégonflé à une pression p_0 correspondant à la hauteur d'eau H qui pèsera sur lui, avec un minimum de 0,5 bar:

$$p_0 = \text{« H » avec } p_0 = 0,5 \text{ [bar] mini}$$



- 2) Après raccordement, l'installation étant froide, le " gonflage " de l'installation (0,5 [bar] au point haut), amènera un peu d'eau froide à rentrer dans le vase.

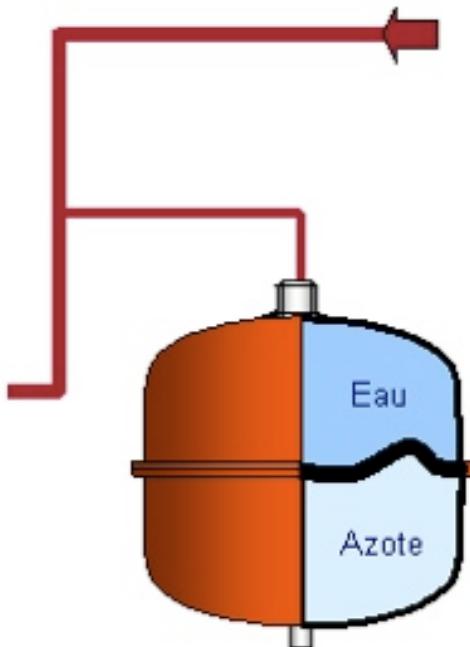
$$\text{Sa pression sera alors } p_1 = H + \sim 0,5 \text{ [bar]}$$



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

3) Lors de la mise en température de l'installation, l'eau de dilatation rentrera dans le vase. Sa pression augmentera alors d'environ 1 [bar] (ainsi que celle de toute l'installation), sans provoquer l'ouverture de la soupape.

$$P_2 = H + \sim 0,5 + \sim 1 \text{ [bar]}$$



4) Lorsque l'eau de l'installation se refroidira, elle se rétractera et poussée par la membrane, l'eau "réfugiée" dans le vase retournera dans le circuit de chauffage. Il est d'usage de surdimensionner les vases d'expansion. Ceci permet de disposer en permanence d'une "réserve d'eau" dans le vase pour compenser les inévitables petites fuites des circuits de chauffage importants.

Conséquence d'un mauvais prégonflage du vase ou du percement de la membrane :

- 1 Si le vase n'est pas suffisamment prégonflé, l'eau pénètre à froid dans le vase et la place disponible pour l'expansion devient insuffisante.
- 2 Si le vase est trop prégonflé, lors de la dilatation, la poche de gaz déjà trop gonflée montera rapidement en pression.
- 3 Si la membrane est percée, l'azote s'évacuera dans l'eau puis par les purgeurs et le vase se retrouvera rapidement rempli d'eau.

Dans les 3 cas, c'est au final la soupape de sécurité qui s'ouvrira pour évacuer l'eau de dilatation. Il en découlera une chute anormale de pression lorsque la température de l'installation baissera, laissant penser à une fuite d'eau.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

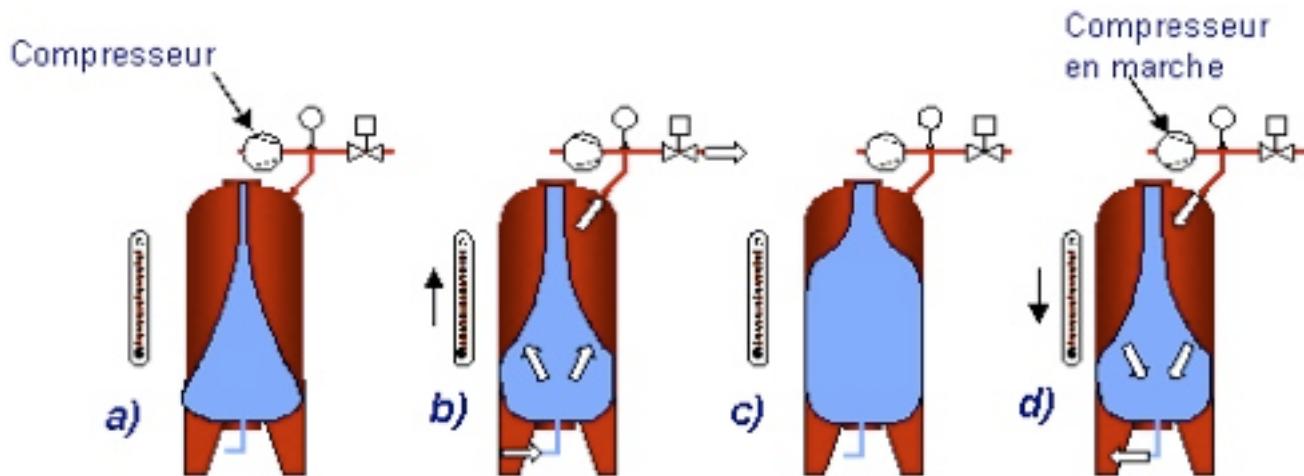
Vase d'Expansion Fermé à Pression Constante

Ils sont parfois connus sous le nom de " Pneumatex " qui est le nom d'une marque. Ils fonctionnent comme un " Flexcon " dans lequel la montée en pression est évitée par l'ouverture d'une soupape d'échappement du gaz. Lorsque l'eau se refroidit, la rétractation est compensée par une réintroduction d'air, assurée par un compresseur.

Ce système s'installe sur des installations de moyenne puissance. Comparé au système précédent, il engendre une plus faible variation de pression durant la phase de dilatation (environ 0,5 [bar]).



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES



- a) Prégonflé de la " hauteur d'eau ", le système est raccordé à l'installation. Le gonflage en eau de l'installation y fait rentrer de l'eau froide et la pression minimale du système correspond à la hauteur d'eau augmentée de la pression au point haut d'environ 0,5 [bar].
- b) La chaudière étant mise en fonctionnement, l'eau se dilate et vient se " réfugier " dans le vase. Sa pression monte et génère l'ouverte d'une électrovanne qui laisse s'échapper de l'air. La pression est alors maximale de l'ordre de 0,5 [bar] au-dessus de la pression minimale.
- c) L'installation est chaude et le vase contient toute la dilatation
- d) La chaudière s'arrête, l'eau se rétracte et la pression chute dans le réservoir. Cette chute de pression entraîne la mise en route d'un compresseur d'air qui réintroduit l'équivalent de ce qui s'était précédemment échappé par l'électrovanne.

Ce système est particulièrement adapté lorsque l'on dispose d'une faible marge entre la pression de remplissage en eau et l'ouverture de la soupape.

Le système n'assure pas la disconnection entre le réseau de chauffage et le réseau de ville. Un disconnecteur devra être installé sur le tuyau de remplissage en eau de l'installation.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

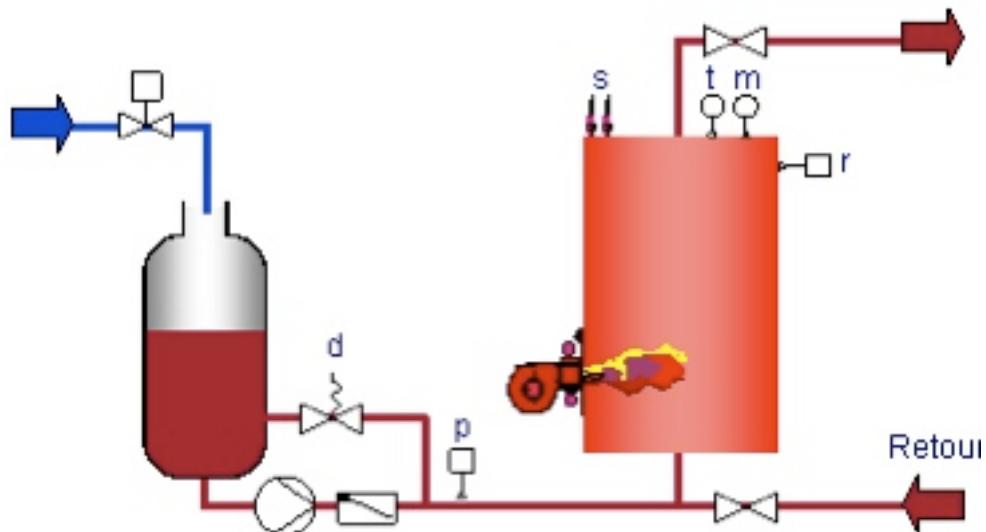
Groupe de Maintien de Pression (GMP)

Un groupe de maintien de pression (GMP) gère l'expansion de l'eau de chauffage, mais de plus, permet d'assurer le remplissage en eau de l'installation **et sa disconnection du réseau de ville.**

Ce système se rencontre sur les installations moyennes et grosses à partir de quelques centaines de kW.

Il est constitué (voir schéma ci-dessous) de :

- 1 Une bâche
- 2 Un groupe de pompe
- 3 Un déverseur (d)
- 4 Un détecteur (p) de pression (commande pompe, alarme p trop forte, alarme p trop faible)
- 5 Un pressostat (r) de contrôle du remplissage est par ailleurs obligatoire.



Principe de fonctionnement :

- 1 En phase d'expansion, la pression d'eau de l'installation augmente. Le déverseur (d) s'ouvre et permet au volume de dilatation d'aller dans la bâche.
- 2 En phase de rétractation, la pression d'eau de l'installation diminue. Le détecteur (p) de pilotage de la pompe détecte le manque de pression et remet la pompe en marche. L'eau est alors réintroduite dans l'installation, jusqu'à obtenir la pression requise

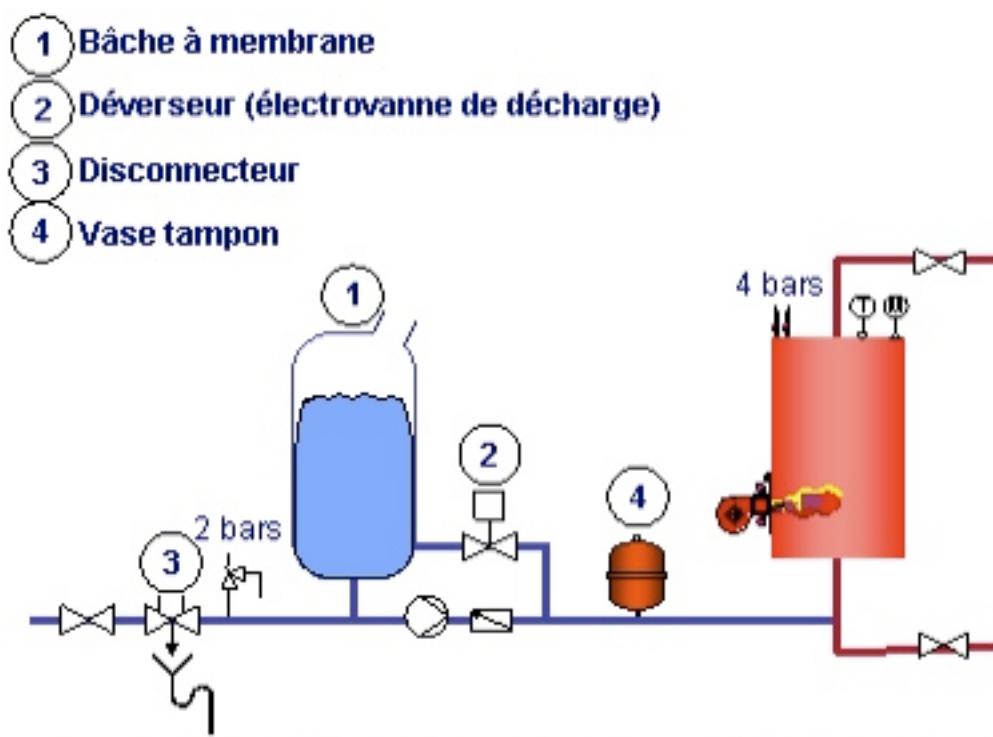
LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Des réglages de pression sont nécessaires pour assurer un bon fonctionnement des pompes. Un différentiel de 0,5 à 1 [bar] est souhaitable pour le Marche /Arrêt.

Contrairement à ce que son nom " groupe de *maintien de pression* " laisse supposer, la pression dans l'installation n'est pas stable et varie d'environ 1 [bar] durant les phases d'expansion / rétractation, entre la remise en route de la pompe et l'ouverture du déverseur.

Les GMP assurent la disconnection entre le réseau de chauffage et le réseau de ville, mais la bâche à l'air libre est source d'entrée d'oxygène. Le remplissage de la bâche peut être automatisé par surveillance de niveau.

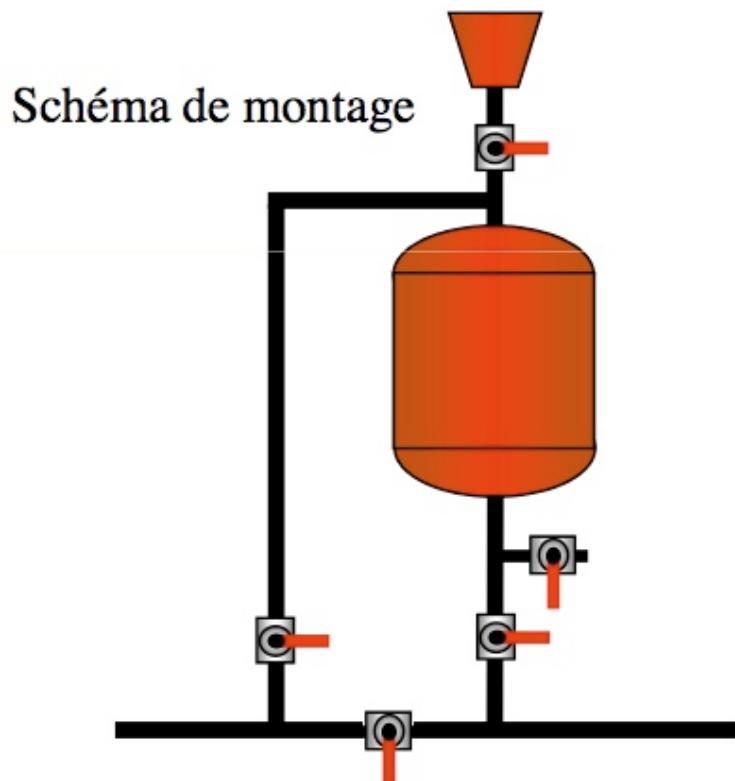
Remarque : Il existe des GMP équipés de bâche dans lesquelles une membrane sépare l'eau de l'atmosphère. La membrane monte et descend durant les phases d'expansion / rétraction. Une soupape tarée à 2 [bar] protège la membrane d'une surpression. **Le système n'assure alors plus à lui seul la disconnection de l'installation de chauffage du réseau de ville.** Un **disconnecteur** devra alors être installé sur le tube de remplissage en eau.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Bouteille d'Induction

Elle permet d'introduire dans un circuit fermé d'une installation en service les produits complémentaires à l'eau.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Equipements des Radiateurs



- d'un purgeur,



- d'un coude de réglage permettant l'isolation et l'équilibrage du radiateur,



- d'un robinet de radiateur permettant l'isolation du radiateur,



standard



à bec orientable



1. Fermez le robinet du radiateur.



2. Dévissez le bouchon de l'organe d'équilibrage.



3. Fermez l'organe d'équilibrage à l'aide de la clé à 6 pans.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Anti-Bélier

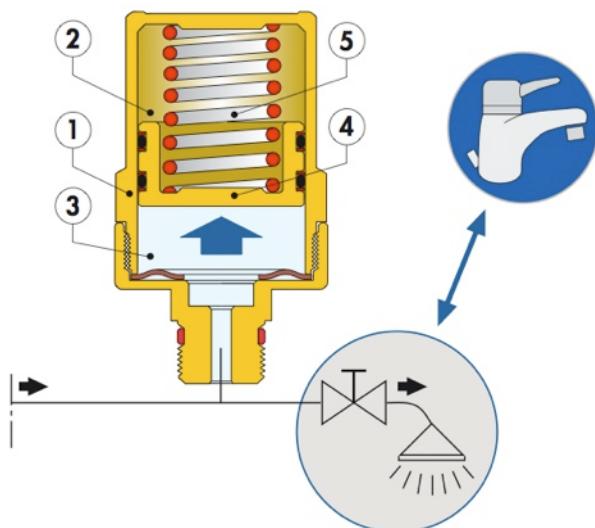
Le phénomène du "coup de bélier" se produit dans un circuit fermé quand le débit du fluide est brutalement accéléré ou freiné, par la fermeture rapide d'une vanne, d'un robinet ou par l'arrêt d'un circulateur. Ceci se manifeste par la propagation dans la conduite, de surpressions ou de dépressions qui peuvent provoquer des bruits et des dommages dans toute l'installation : rupture des canalisations, fuite par dessérage des raccords, déréglage des appareils, décrochement d'impuretés, etc... L'anti-bélier, installé proche d'un mitigeur, d'une électrovanne, d'une vanne à sphère etc... évite ces effets négatifs.

L'utilisation de l'anti-bélier est particulièrement conseillée pour les installations d'alimentation et de distribution d'eau froide et chaude.

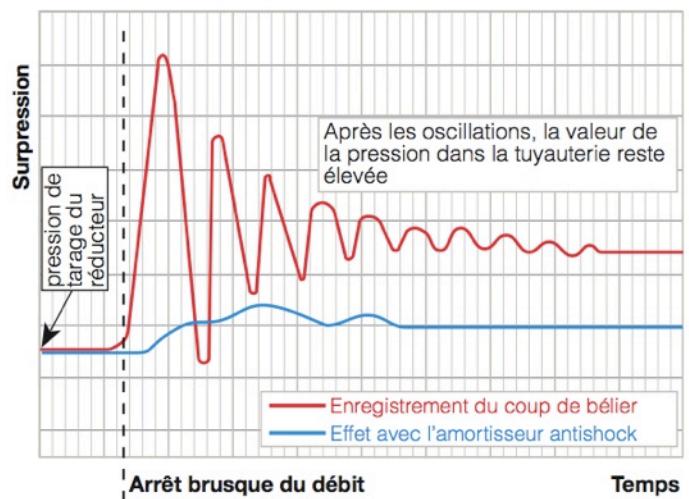


Principe de fonctionnement:

L'amortisseur de coup de bélier Caleffi série 525 est constitué d'un cylindre (1) divisé en deux chambres (2) et (3) d'un piston à double joint O-Ring (4). La chambre fermée (2) contient de l'air et joue le rôle d'amortisseur, utilisant la compression. La chambre ouverte (3) est reliée directement au tube et est remplie par l'eau de l'installation. La poussée de l'eau sur le piston vient s'équilibrer avec la variation de la pression de l'air contenu dans la chambre (2), et avec la résistance du ressort (5) logé derrière le piston dans la chambre à air.



Efficacité de l'amortisseur de coup de bélier



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Pompes et Circulateurs

Leur rôle est de faire circuler l'eau dans l'installation à un débit suffisant pour apporter aux émetteurs (radiateurs, aérothermes, ...) l'énergie nécessaire pour vaincre les déperditions de chaleur d'un bâtiment.

On distingue les circulateurs et les pompes:

- Les circulateurs:

Nous appellerons circulateurs les équipements dont l'axe d'entrée et l'axe de sortie sont identiques. En général, ils sont réservés aux petites et moyennes puissances.



- Les pompes:

Nous appellerons pompes les équipements dont l'axe d'entrée et l'axe de sortie sont différents. En général, ils sont réservés aux gros débits.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Accessoires de Mesures

Thermomètres plongeants:



Thermomètre axial



Thermomètre radial



Thermomètres industriels

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Indicateurs de pression:



Hydromètre



Manomètre axial



Manomètre radial

Indicateur de débit:



Entonnoir:



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Mitigeurs Thermostatiques

Fonction

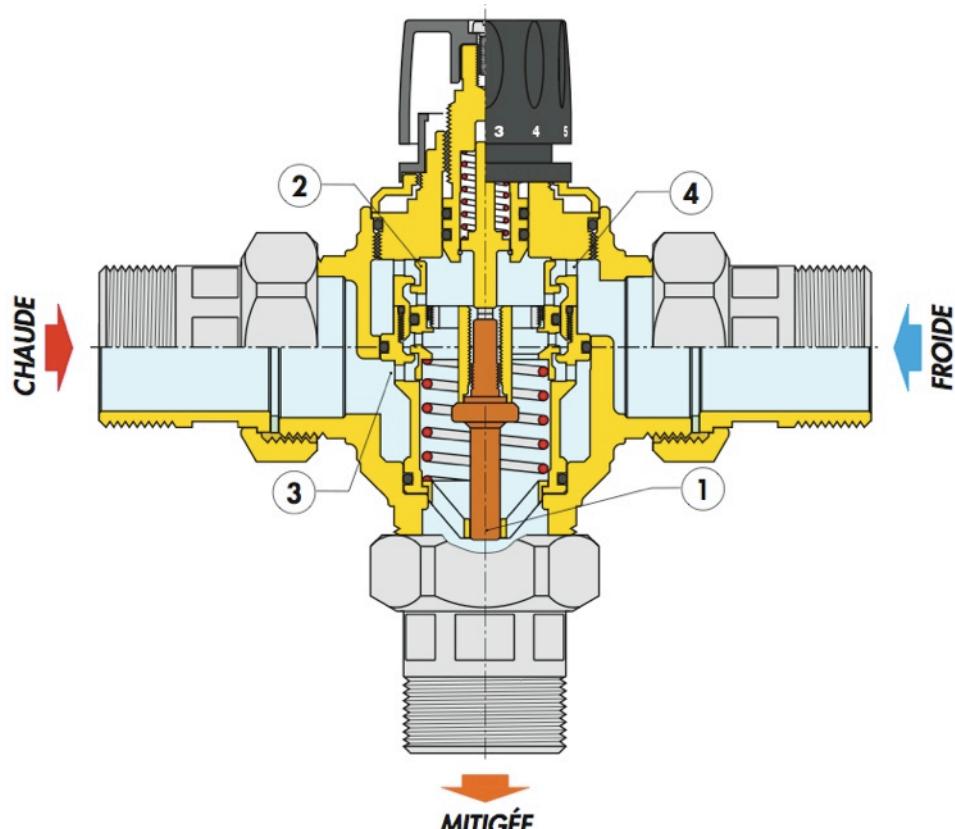
Le mitigeur thermostatique s'utilise dans les installations d'**eau chaude sanitaire**. Il sert à maintenir constante la valeur réglée de la température de l'eau mélangée destinée aux robinets, quelles que soient les variations de température ou de pression d'alimentation en eau chaude et froide ou de débit prélevé.

Dans nos chaufferies, on peut avoir des mitigeurs afin de pré-régler la température de l'eau des douches par exemple dans une piscine.

Principe de fonctionnement

L'élément régulateur du mitigeur thermostatique est un bulbe de cire (1) complètement immergé dans le conduit de sortie d'eau mitigée, qui par son mouvement de dilatation et de contraction, règle en permanence la juste proportion d'eau chaude et d'eau froide à l'entrée. Les débits d'eau sont réglés au moyen d'un piston (2) qui se meut dans un cylindre spécial entre le siège de passage de l'eau chaude (3) et celui de l'eau froide (4).

Même lorsque la pression chute à cause d'un soutirage d'eau chaude ou froide en d'autres points de puisage ou lorsque les températures d'entrée d'eau de mitigeur varient, le mitigeur règle automatiquement les débits d'eau chaude et froide afin de rétablir la température réglée.



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

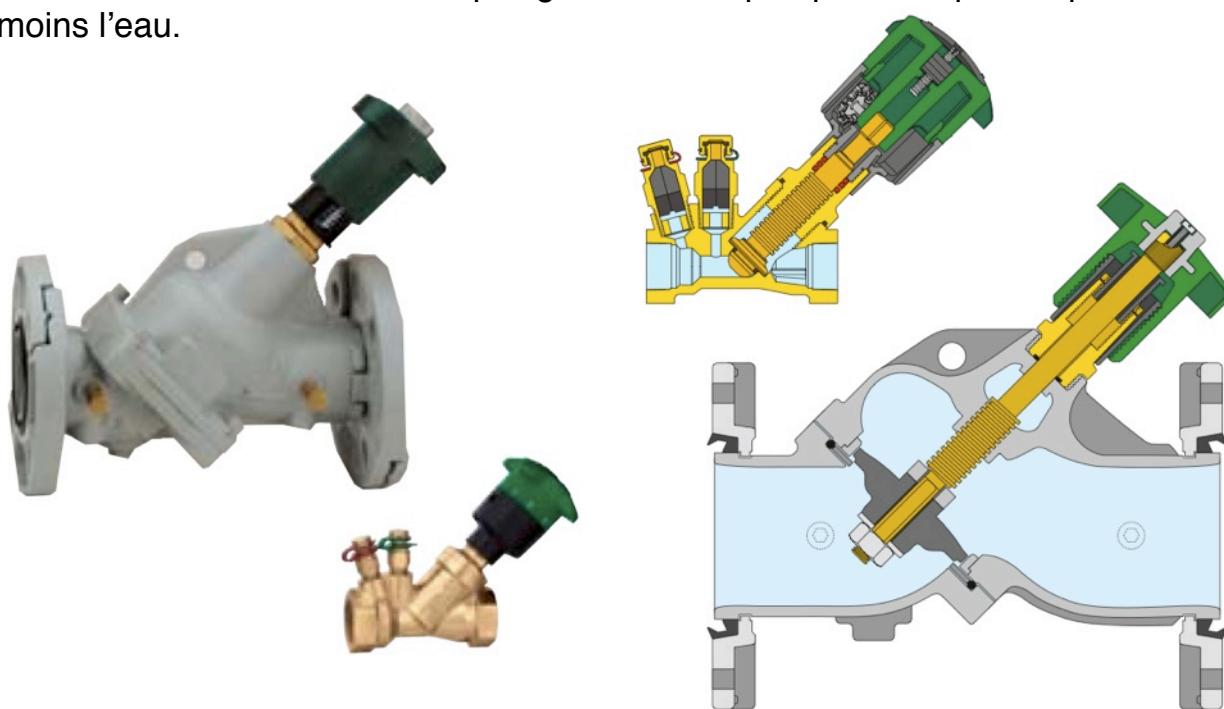
Les Vannes d'Equilibrage

L'une des principales difficultés pour obtenir un réseau de chauffage parfaitement optimisé est de réussir à équilibrer l'ensemble de l'installation: c'est à dire faire en sorte que chaque radiateur reçoive le même débit d'eau où qu'il se trouve dans l'installation.

La difficulté, c'est que les radiateurs les plus proches de la chaudière reçoivent plus de débit que les radiateurs éloignés (l'eau ayant tendance à emprunter le chemin le plus court ou le moins résistant). Plusieurs techniques peuvent être employées:

- Vannes d'équilibrage manuelle:

Ce type de vanne permet de régler un certain débit d'eau dans une canalisation (cela sous entend que l'on connaît quel débit on veut obtenir). Ce réglage est obtenu en tournant un bouton qui agit sur un disque qui laisse passer plus ou moins l'eau.



Ces vannes sont dotées d'un système permettant de mesurer le débit obtenu.

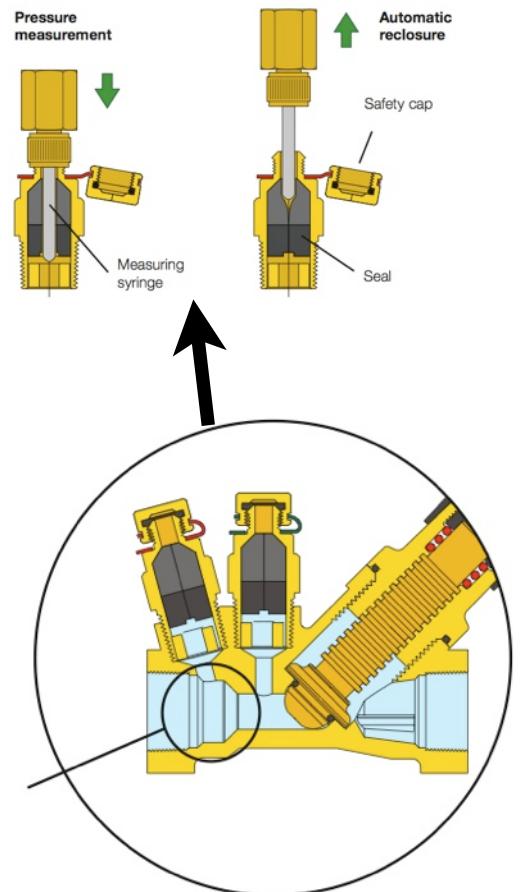
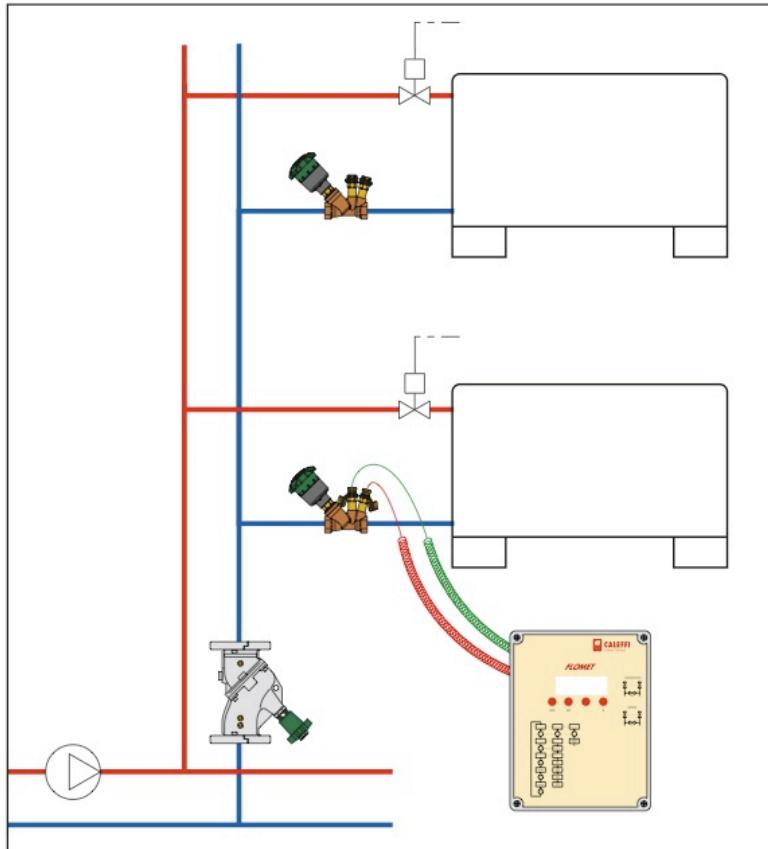
Ce système fonctionne:

- Soit avec des sondes de pression qui mesure un ΔP dans la vanne dont on déduit ensuite le débit correspondant suivant une formule donnée par le fabricant.
- Soit avec un débitmètre directement intégré à la vanne

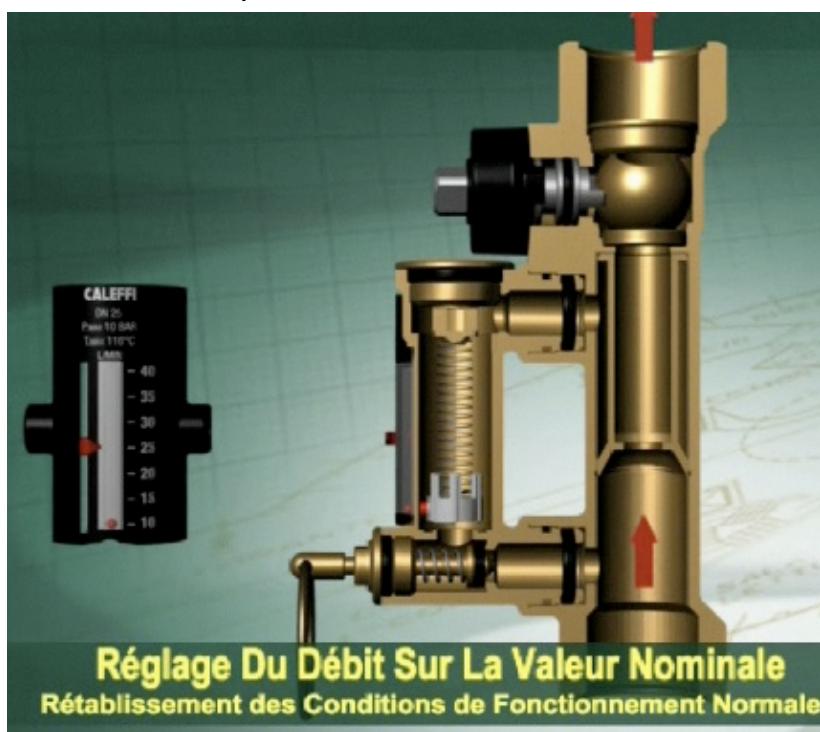
En mesurant le débit, on peut agir sur la vanne jusqu'à obtenir la valeur souhaitée.

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Valise de mesure de ΔP (pour en déduire le débit):



Vanne avec débitmètre incorporé:



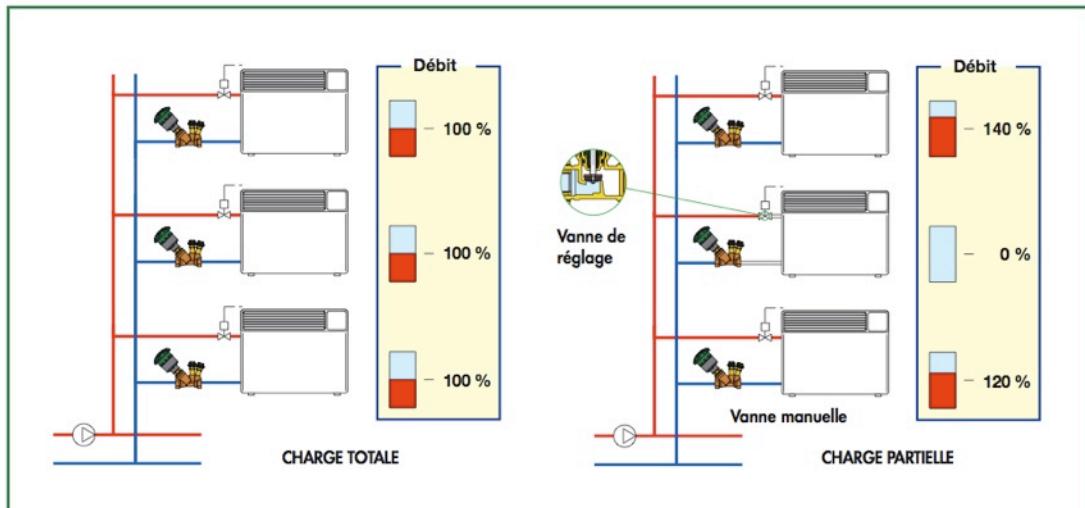
LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Le problème avec ce type de vannes d'équilibrage manuelle est que si on fait varier le débit dans une autre circuit de l'installation, le débit de notre vanne variera également, obligeant à reprendre le réglage:

Circuit équilibré avec vannes manuelles

Traditionnellement, les circuits hydrauliques sont équilibrés à l'aide de vannes d'équilibrage manuel.

Avec ces dispositifs de type statique, l'équilibrage parfait des circuits est difficile à réaliser et présente de toute façon des limites de fonctionnement dès qu'interviennent les vannes de régulation en fermant plus ou moins ces circuits. Les débits sur les circuits ouverts **ne se maintiennent pas à la valeur nominale**.

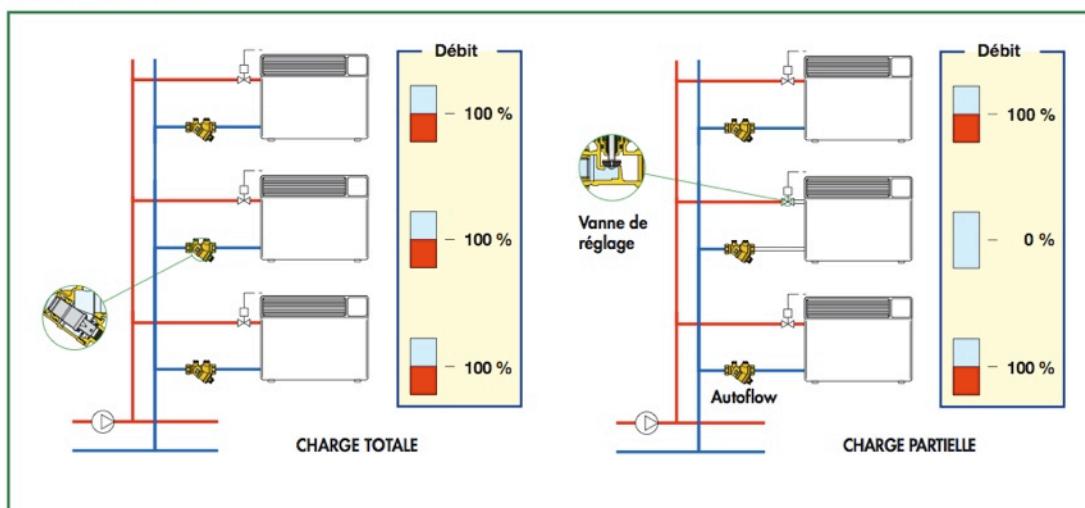


Pour palier à ce problème, il existe des vannes de réglage qui régulent **automatiquement** le débit pour le maintenir à une valeur constante déterminée malgré les variations de ΔP dans l'installation:

Circuit équilibré avec Autoflow

Les dispositifs Autoflow permettent d'équilibrer automatiquement le circuit hydraulique, en garantissant le débit prédéfini à chaque terminal.

Même en cas de fermeture partielle du circuit par intervention d'une vanne de régulation, les débits sur les circuits ouverts restent **constamment à la valeur nominale**. Ainsi, l'installation garantit toujours le meilleur confort sans gaspillage d'énergie.



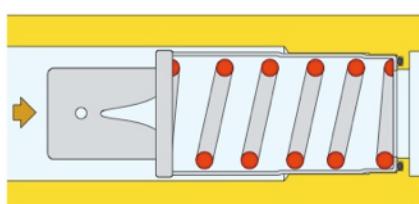
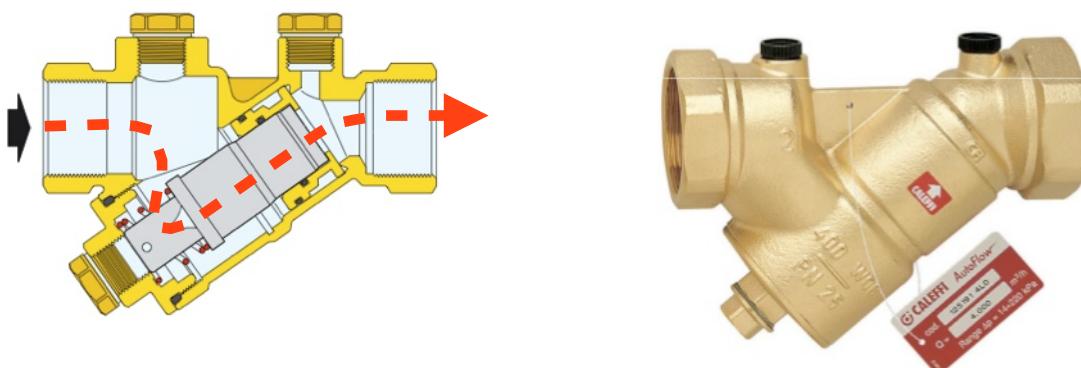
LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

- Vanne de réglage à stabilisation automatique de débit:

Principe de fonctionnement

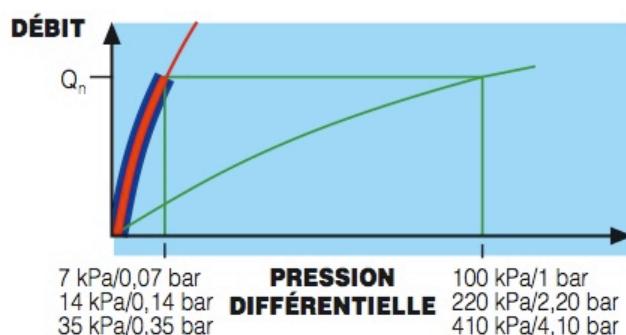
L'élément régulateur de ces dispositifs est constitué d'un piston et d'un cylindre qui présentent comme sections de passage du fluide des ouvertures latérales en partie à géométrie fixe, en partie à géométrie variable. Ces ouvertures sont contrôlées par la poussée du fluide sur le piston qui s'oppose à un ressort à spirale taré, pour garantir ainsi le bon débit. Un ressort taré permet de contre-balance la force engendrée par ce mouvement.

Les Autoflow sont des régulateurs automatiques à hautes performances. Ils peuvent réguler les débits choisis avec des tolérances très réduites (environ 5%) et peuvent être utilisés dans une plage de travail très étendue.



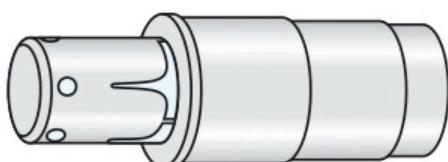
En dessous de la plage de travail

Dans ce cas, le piston reste en équilibre sans comprimer le ressort et laisse au passage du fluide la plus grande section libre disponible. En pratique, le piston agit comme un régulateur fixe et, par conséquent, le débit qui traverse l'AUTOFLOW ne dépend que de la pression différentielle.

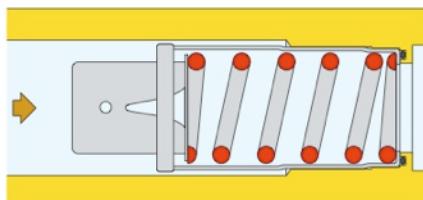


$$\begin{aligned} Kv_{0,01} &= 0,378 \cdot Q_n & \text{Plage } \Delta p & 7+100 \text{ kPa} \\ Kv_{0,01} &= 0,267 \cdot Q_n & \text{Plage } \Delta p & 14+220 \text{ kPa} \\ Kv_{0,01} &= 0,169 \cdot Q_n & \text{Plage } \Delta p & 35+410 \text{ kPa} \end{aligned}$$

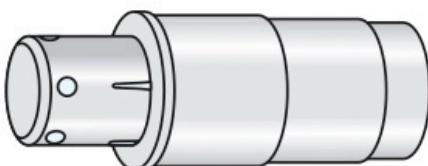
avec Q_n = débit nominal (l/h)



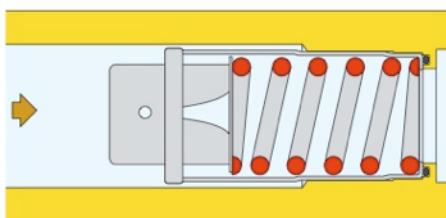
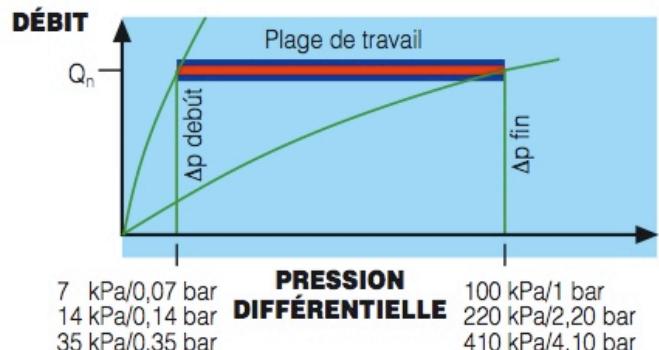
LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES



Si la pression différentielle se trouve dans la plage de travail, le piston comprime le ressort et permet d'obtenir une section de passage libre suffisante pour autoriser l'écoulement régulier du **débit nominal** pour lequel le dispositif AUTOFLOW a été conçu.

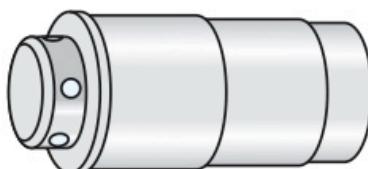


Dans la plage de travail

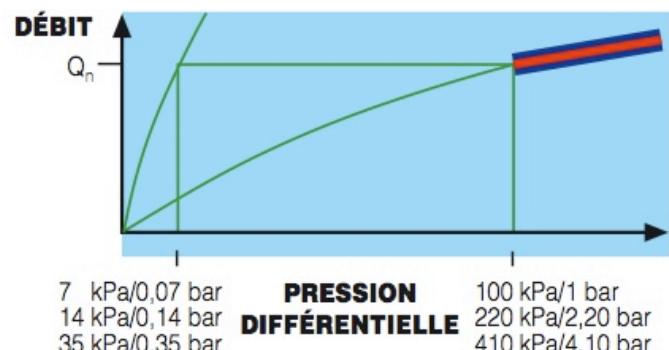


Dans cette situation, le piston comprime totalement le ressort et ne laisse donc que l'ouverture à géométrie fixe comme passage pour le fluide.

Comme dans le premier cas, le piston agit ici aussi comme régulateur fixe. Le débit qui traverse le dispositif AUTOFLOW ne dépend donc que de la pression différentielle.



Au-delà de la plage de travail



$$Kv_{0,01} = 0,1 \cdot Q_n \quad \text{Plage } \Delta p \text{ 7+100 kPa}$$

$$Kv_{0,01} = 0,067 \cdot Q_n \quad \text{Plage } \Delta p \text{ 14+220 kPa}$$

$$Kv_{0,01} = 0,049 \cdot Q_n \quad \text{Plage } \Delta p \text{ 35+410 kPa}$$

avec Q_n = débit nominal (l/h)

LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Disconnecteurs

Fonction:

Le disconnecteur est un dispositif de protection permettant d'empêcher que les eaux polluées ne refluent dans le réseau d'eau. Ce reflux peut se produire lorsque des variations de pression dans le réseau de distribution provoquent une inversion de flux. Le disconnecteur, monté sur les installations de distribution d'eau entre le réseau public et le réseau privé, crée une zone de séparation de sécurité qui évite tout contact entre les eaux contenues dans les deux réseaux.

Principe de fonctionnement:

Le disconnecteur laisse passer l'eau provenant du réseau de distribution vers l'installation. Mais il empêche l'eau de l'installation de retourner vers le réseau de distribution (afin de ne pas le polluer). Si l'eau tente de repasser de l'installation vers le réseau de distribution, alors cette eau est évacuée à l'air libre.

(Remarque: on pourrait penser qu'un clapet anti-retour suffirait à protéger le réseau de distribution. Mais le problème d'un clapet est qu'il n'est jamais complètement étanche et qu'il peut fuir en cas de variation de pression. Le disconnecteur permet de garantir une protection totale contre les remontées d'eau.)

Il existe 2 types de disconnecteurs:

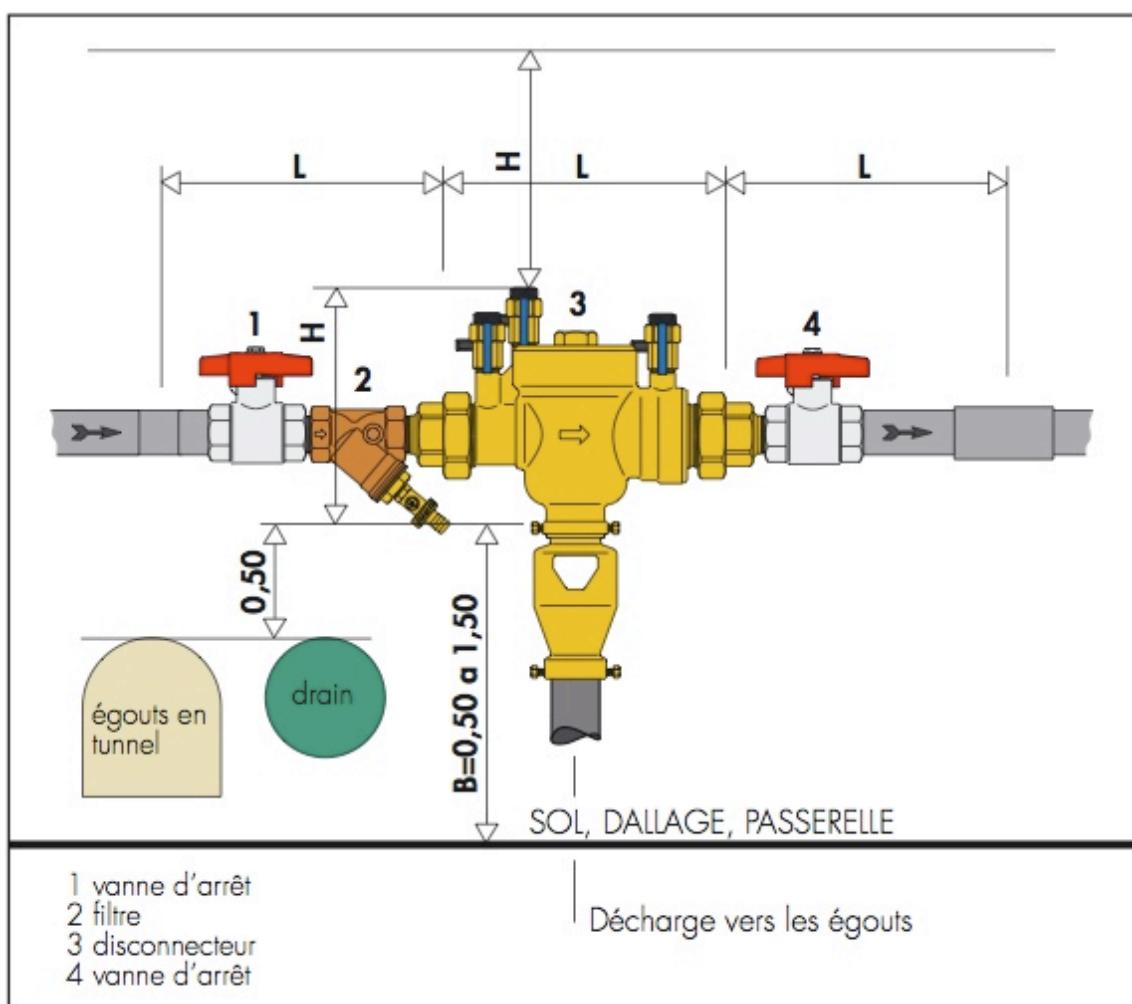
- les disconnecteurs contrôlables (obligatoire dans certains cas)
- les disconnecteurs non contrôlables



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Montage:

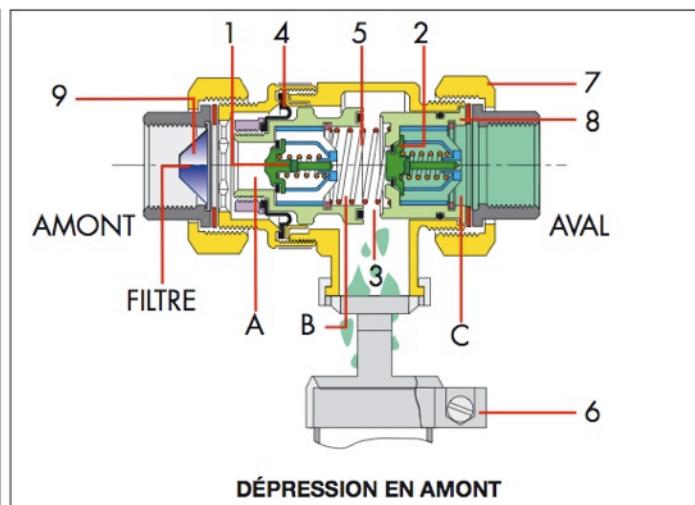
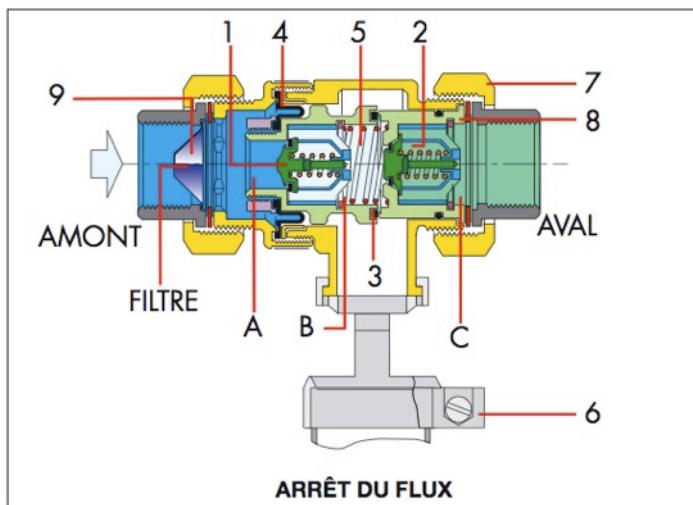
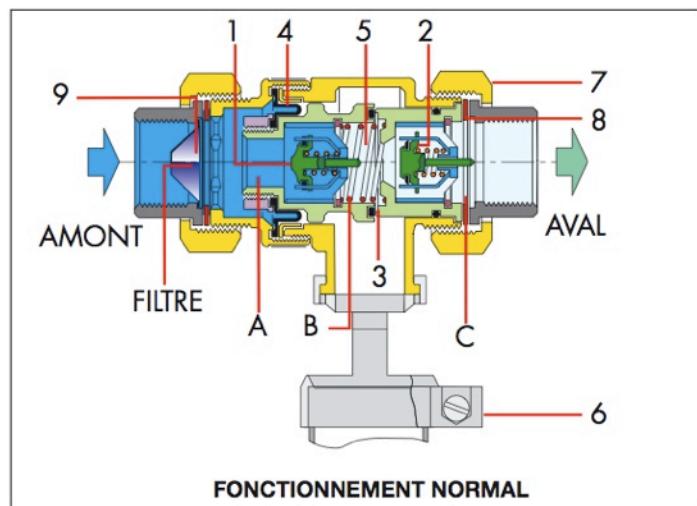
Les disconnecteurs doivent être installés par du personnel qualifié conformément à la réglementation en vigueur. Le disconnecteur doit être monté après une vanne d'arrêt en amont et un filtre nettoyable avec robinet de vidange, une autre vanne d'arrêt doit être montée en aval. Le groupe doit être monté dans un endroit accessible, dont les dimensions permettent d'éviter tout risque d'immersion causé par les inondations accidentnelles (voir schéma).



LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

Principe d'un disconnecteur non contrôlable:

Le disconnecteur CA à zones de pressions différentes non contrôlables comprend : un clapet anti-retour en amont (1); un clapet anti-retour en aval (2); un robinet de vidange (3). Les deux clapets anti-retour délimitent trois zones différentes, chacune ayant une pression différente : zone en amont ou d'arrivée (A); zone intermédiaire, appelée également zone à pression différente (B); zone en aval ou de sortie (C). Le robinet de vidange (3) se trouve dans la zone intermédiaire. Le robinet de vidange (3) est relié directement au diaphragme (4). L'ouverture et la fermeture de cet ensemble mobile sont contrôlées par la différence de pression entre la pression en amont et la pression en aval du clapet anti-retour et du ressort de contraste (5).

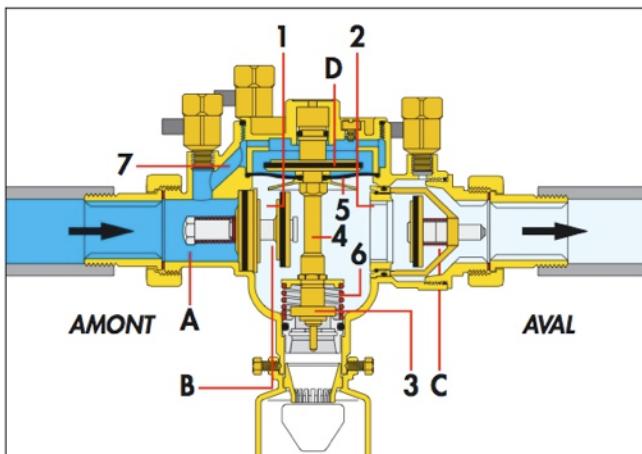


LES ACCESSOIRES HYDRAULIQUES

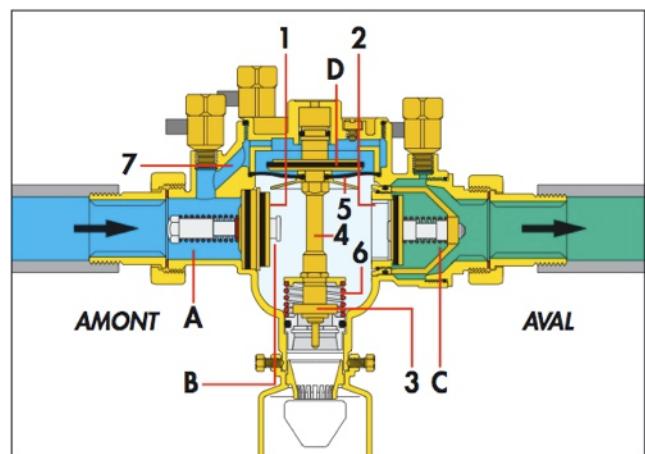
Principe d'un disconnecteur contrôlable:

Le disconnecteur à zone de pression réduite contrôlable type BA comprend: un corps muni de couvercle d'inspection; un clapet anti-retour amont (1); un clapet anti-retour aval (2); un dispositif de décharge (3). Les deux clapets délimitent trois zones différentes, ayant chacune une pression différente : zone en amont ou d'entrée (A); zone intermédiaire, appelée aussi zone à pression réduite (B); zone en aval ou de sortie (C). **Chacune d'elles est munie d'un raccordement pour manomètre.** Dans la zone intermédiaire se trouve un dispositif de décharge (3), situé dans le bas de l'appareil. L'obturateur du dispositif de décharge est raccordé sur le diaphragme (5) à l'aide de la tige (4). Cet ensemble mobile est entraîné vers le haut par le ressort de rappel (6). Le diaphragme (5) délimite la chambre de manœuvre (D), qui est reliée à la zone en amont à travers le canal (7).

Conditions correctes de débit



Pas de débit



Dépression en amont

