



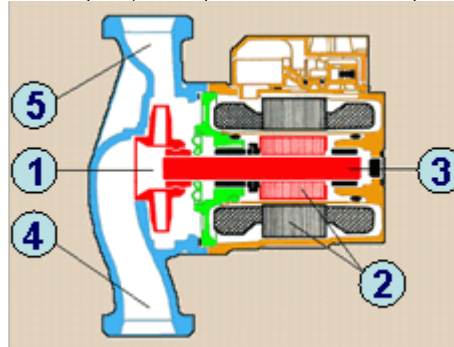
LES POMPES DE CHAUFFAGE (1ER NIVEAU)

[retour au sommaire](#)

LES POMPES DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE (1ER NIVEAU)

Les pompes des circuits de chauffage ont pour rôle de permettre la circulation de l'eau de la chaudière aux émetteurs, puis son retour à la chaudière. Dans notre branche, on appelle parfois ces pompes "circulateur" ou "accélérateur". A l'intérieur du corps de pompe, une **roue** (turbine) entraînée à grande vitesse par un moteur électrique (le plus souvent à 1500 [tr/mn]), capte l'eau à l'**aspiration** de la pompe et la projette vers son **refoulement**. Ces pompes sont dites de **type centrifuge**. On peut facilement en régler le débit en obturant plus ou moins le refoulement. Ceci n'endommage pas la pompe, car la roue peut tourner même si l'obturation est complète. On distingue :

- **Les circulateurs à "rotor noyé"** : Le rotor du moteur électrique baigne dans l'eau véhiculée. Cette disposition limite les risques de fuite, et facilite le refroidissement du moteur électrique. On les appelle parfois accélérateur.
- **Les circulateurs à rotor sec** : Le moteur est monté en bout d'arbre et séparé du corps de pompe. Cette disposition nécessite un système d'étanchéité à la sortie d'arbre (presse-étoupe ou garniture mécanique).
- **Les circulateurs "jumelés"** : Il s'agit de deux circulateurs montés en parallèle sur le circuit. Les deux corps de pompe constituent une même pièce, et comportent des orifices d'aspiration et de refoulement communs.



Pompe Salmson : La roue(1) de la pompe est entraînée par le moteur (2) par l'intermédiaire de l'arbre de liaison (3). L'eau captée à l'aspiration (4) est expulsée au refoulement (5).

Schéma extrait du CDRom "hydraulique des réseaux de chauffage" aux Editions Parisiennes (01 45 40 30 60) ou librairie Eyrolles (0 820 36 36 36).

LES DEBITS DES POMPES DES CIRCUITS DE CHAUFFAGE

Les débits à véhiculer sont fonctions des puissances de chauffage à distribuer et du régime d'eau de chauffage (températures d'eau aller-retour pour la température extérieure minimale).

Les débits à véhiculer peuvent se calculer par la formule :

$$q_v = P / (1,16 \times \Delta T)$$

Avec :

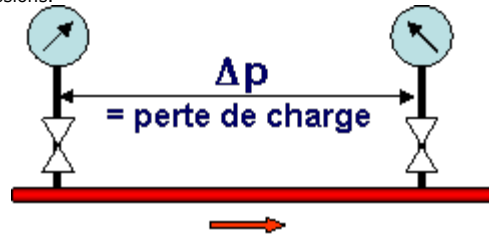
P : puissance de chauffage à véhiculer en [kW]

q_v : débit à véhiculer en [m³/h]

ΔT : écart de température nominal aller-retour en [°C]

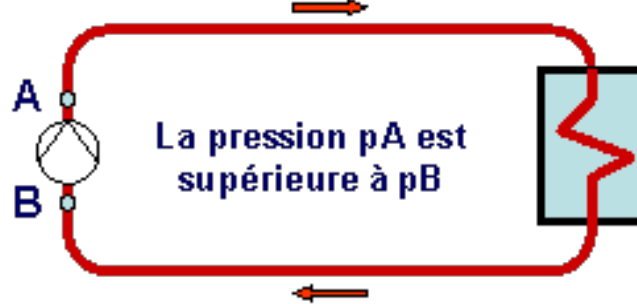
PRESSIONS FOURNIES PAR LES POMPES

Pour mettre un fluide en circulation, il est nécessaire de créer un écart de pression, le fluide circulant alors des " hautes " pressions vers les " basses " pressions.



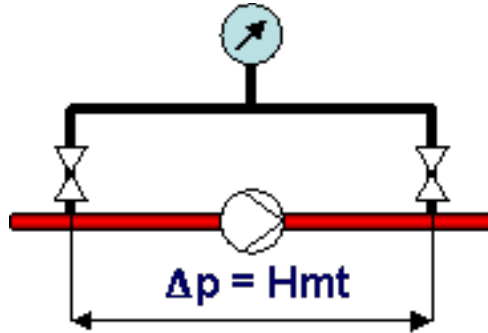
Dans un tube horizontal, l'eau ne peut circuler d'un point A vers un point B, que si la pression en A est supérieure à celle de B. Cet écart de pression (Δp) correspond au frottement de l'eau sur la paroi de la canalisation. On l'appelle perte de charge (PdC).

Dans un circuit fermé c'est la pompe qui génère l'écart de pression permettant à l'eau de circuler :



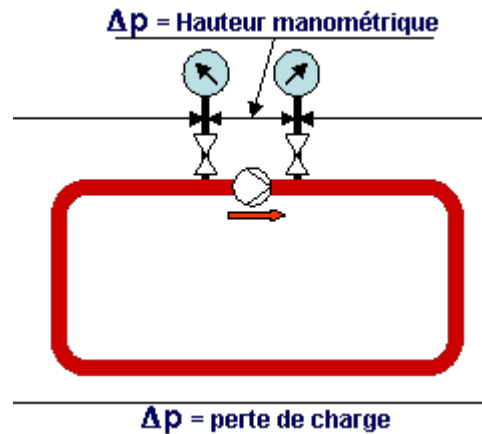
C'est la pompe qui génère l'écart de pression entre A et B
Cet écart s'appelle **hauteur manométrique totale (Hmt)** de la pompe

HAUTEUR MANOMETRIQUE DES POMPES



C'est la différence de pression que la pompe fournit entre son point d'aspiration et son point de refoulement. Cet écart de pression peut se mesurer en raccordant successivement un manomètre au refoulement puis à l'aspiration de la pompe. La différence des 2 pressions mesurées sera la Hmt de la pompe.

CALCUL DE LA HAUTEUR MANOMETRIQUE D'UNE POMPE DE CHAUFFAGE



La hauteur manométrique de la pompe est toujours égale à la perte de charge totale du circuit à irriguer :

$$= Hmt = PdC$$

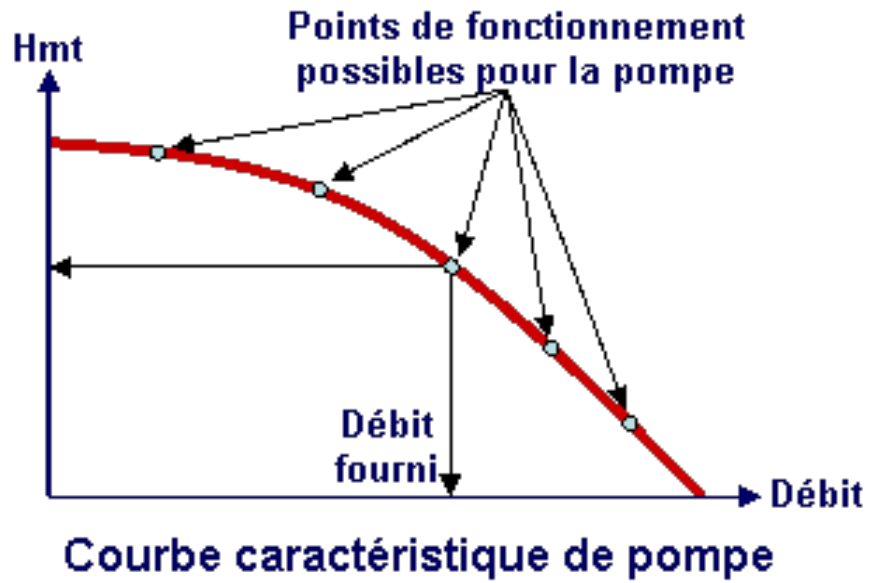
Δp

Pour calculer la Hmt qu'une pompe doit fournir, il faut calculer les PdC qui seront générées par le débit à véhiculer dans le circuit principal à irriguer.

LA COURBE CARACTERISTIQUE D'UNE POMPE

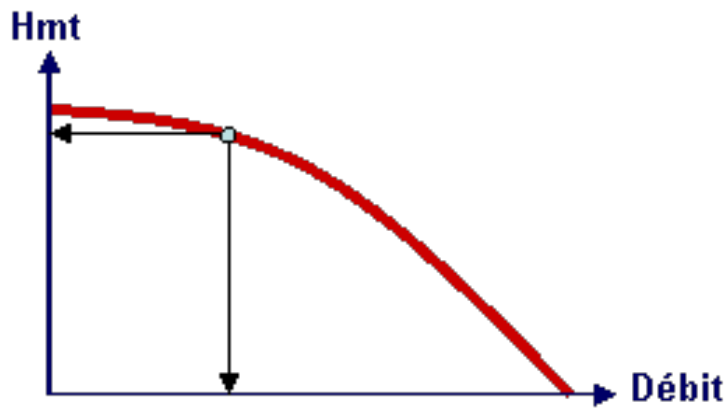
Une pompe est capable de fournir des débits très différents selon qu'on l'installe sur un circuit plus ou moins résistant (un circuit résistant présentera beaucoup de PdC et inversement).

Les combinaisons possibles de valeurs de débit/pression pour chaque pompe sont indiquées par une courbe appelée courbe caractéristique de la pompe. Cette courbe est donnée par le fabricant.

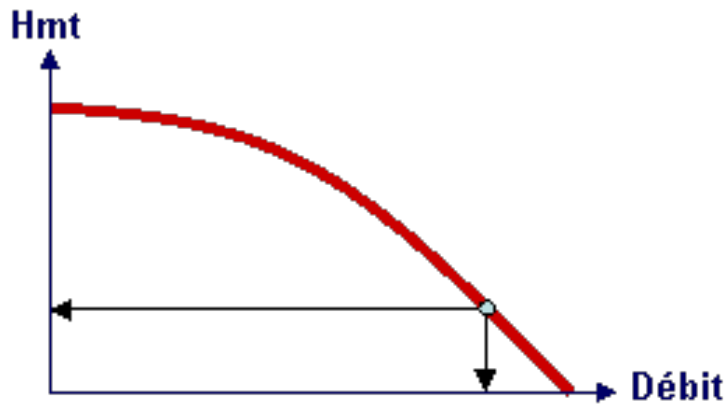


LE POINT DE FONCTIONNEMENT DES POMPES

Si la pompe est installée sur un circuit très résistant, elle ne pourra pas fournir beaucoup de débit. Pour générer ce débit, elle devra assurer un grand écart de pression (une forte Hmt).



Si la pompe est installée sur un circuit peu résistant, elle pourra fournir beaucoup de débit. Pour générer ce débit, un faible écart de pression (faible HMT) sera nécessaire.

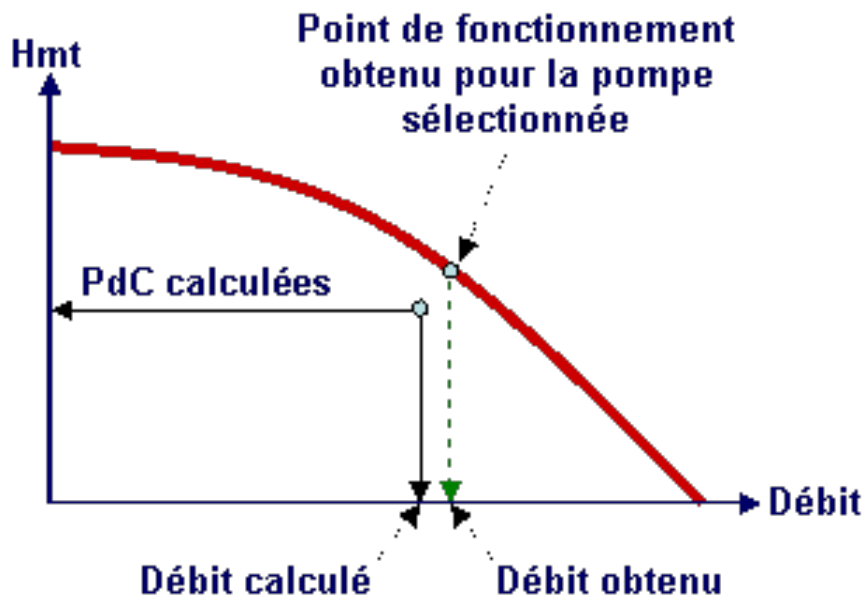


PRINCIPE DE LA SELECTION D'UNE POMPE

Pour sélectionner une pompe, il faudra calculer :

- le débit à assurer
- les pertes de charge correspondant à ce débit dans le circuit principal à irriguer.

On obtiendra ainsi le couple débit-Hmt que la pompe devra fournir correspondant au point de fonctionnement idéal. On essaiera de sélectionner une pompe dont la courbe caractéristique passera à proximité de ce point de fonctionnement théorique.



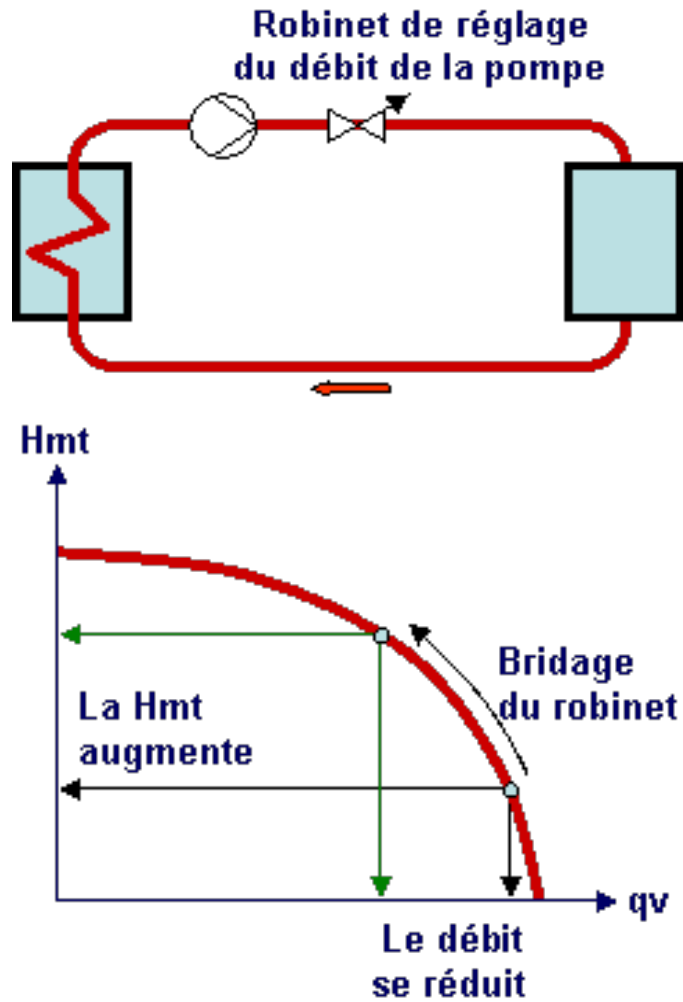
Evidemment, si la courbe caractéristique de la pompe sélectionnée passe, comme sur ce graphique, au dessus du point calculé, le débit obtenu sera supérieur aux prévisions et inversement.

MODIFICATION DES POINTS DE FONCTIONNEMENT

Si la résistance du réseau sur lequel la pompe est installée varie, son point de fonctionnement (débit et Hmt fournis) variera.

Si l'on augmente la résistance du circuit par exemple en bridant un robinet au refoulement de la pompe, le débit diminuera et inversement.

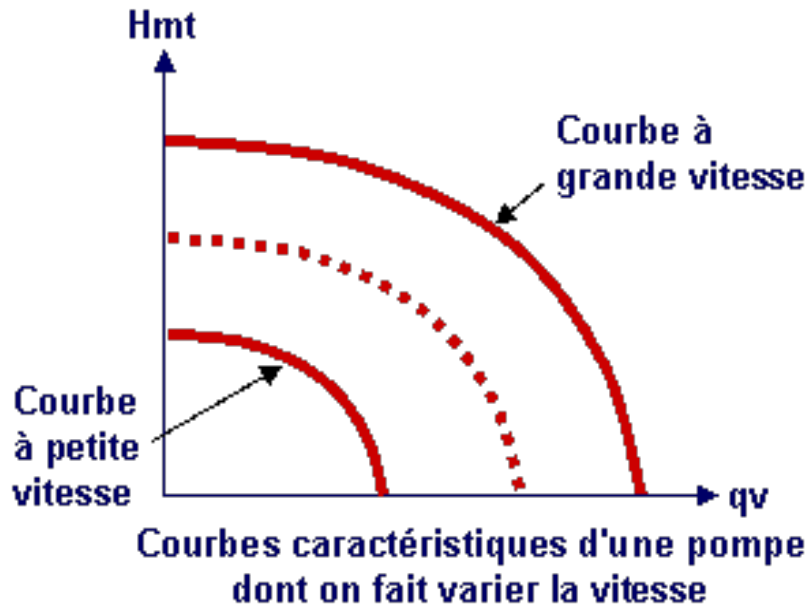
Réglage de débit par bridage :



On pourra ainsi facilement limiter le débit d'une pompe trop puissante.

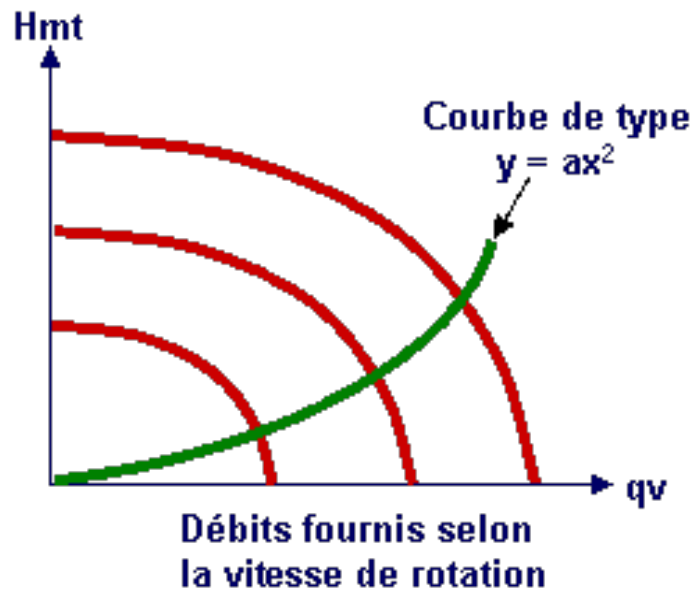
MODIFICATION DES COURBES CARACTERISTIQUES

Comme nous l'avons vu au § précédent , il est toujours possible de diminuer le débit d'une pompe en bridant son refoulement. Mais une meilleure solution consiste à agir sur la pompe elle-même. Pour cela, certains modèles disposent d'un réglage mécanique interne ou d'un dispositif de variation de la vitesse de rotation du moteur. A chaque réglage du dispositif correspondra une nouvelle courbe caractéristique de la pompe.

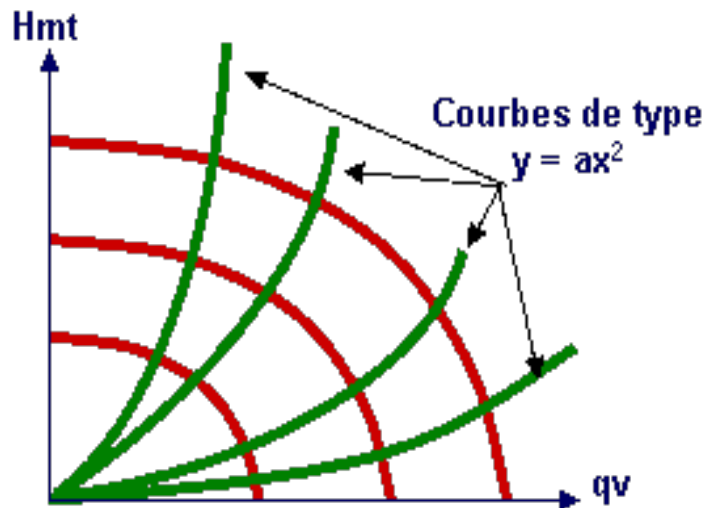


REGLAGE DE DEBIT PAR VARIATION DE VITESSE

Si l'on connaît le débit pour une vitesse donnée, on peut graphiquement déterminer quel sera le débit fourni pour d'autres vitesses.



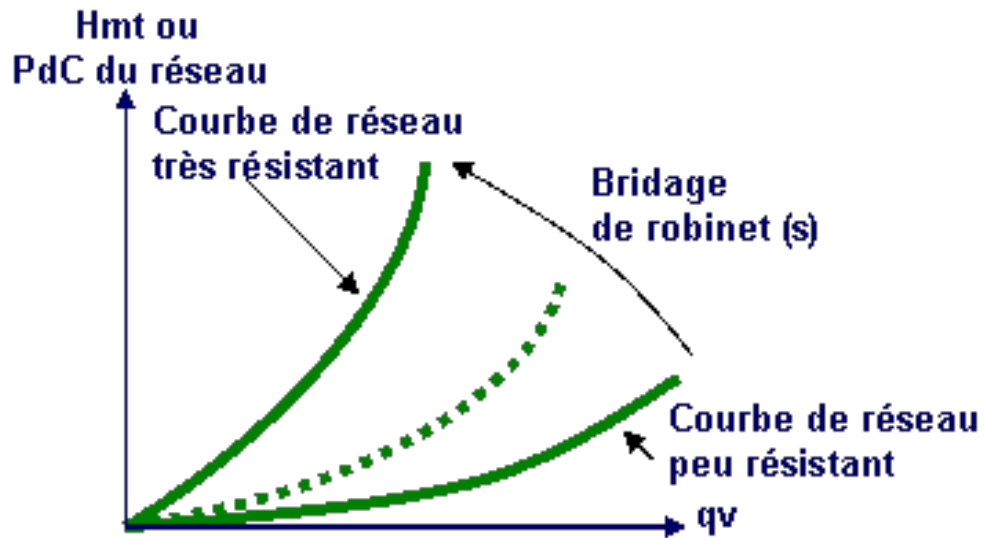
Cette courbe $y = ax^2$ indique la variation de Hmt que devra fournir la pompe pour augmenter ou réduire le débit. Elle représente donc la façon dont les pertes de charge du réseau irrigué varient en fonction du débit. Faute de connaître le réseau sur lequel la pompe sera installée, les fabricants tracent sur leurs abaques de pompes plusieurs courbes de type $y = ax^2$.



Ces courbes permettront de prévoir les variations de débit des pompes en cas de variation de leur vitesse.

COURBE CARACTERISTIQUE DE RESEAU

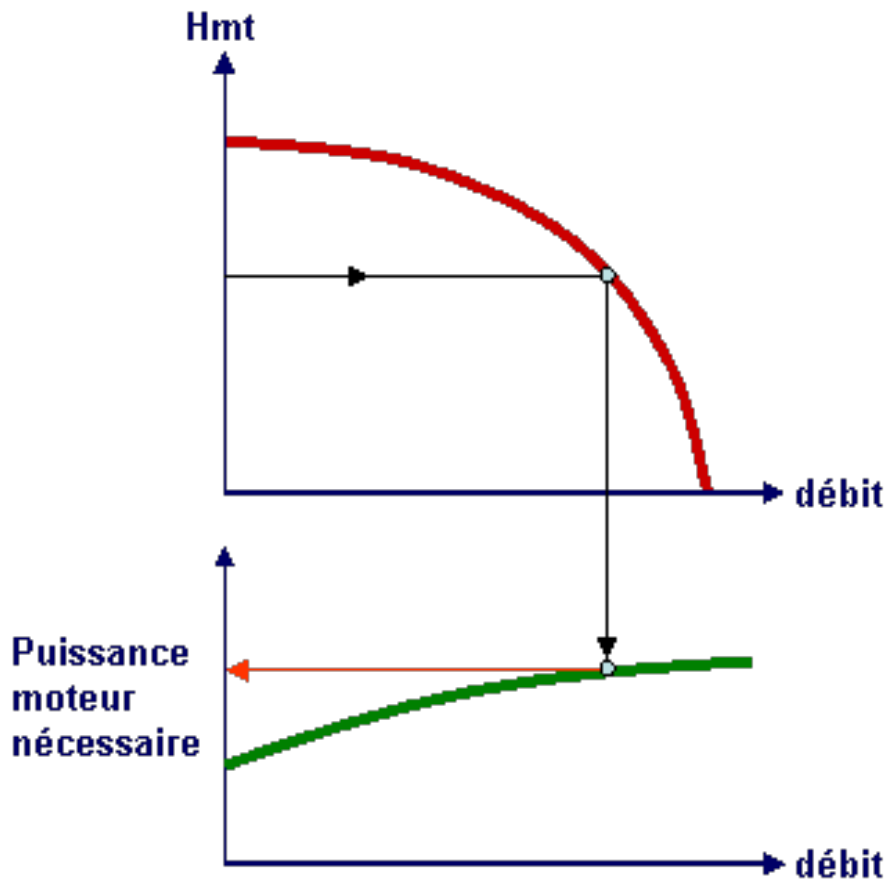
La courbe de type $y = a x^2$ évoquée au § précédent s'appelle " courbe caractéristique " du réseau. Elle représente comment les pertes de charge dans le réseau évoluent si on y fait varier le débit (PdC (ou Hmt) = $a (q_v)^2$). Si le réseau est un réseau très résistant, la courbe monte très rapidement et inversement.



Si l'on ne sait pas dessiner ce type de courbe, on pourra se contenter d'en représenter l'allure. La précision obtenue sera en règle générale suffisante. Bien souvent les fabricants de pompes les représentent dans leurs documentations.

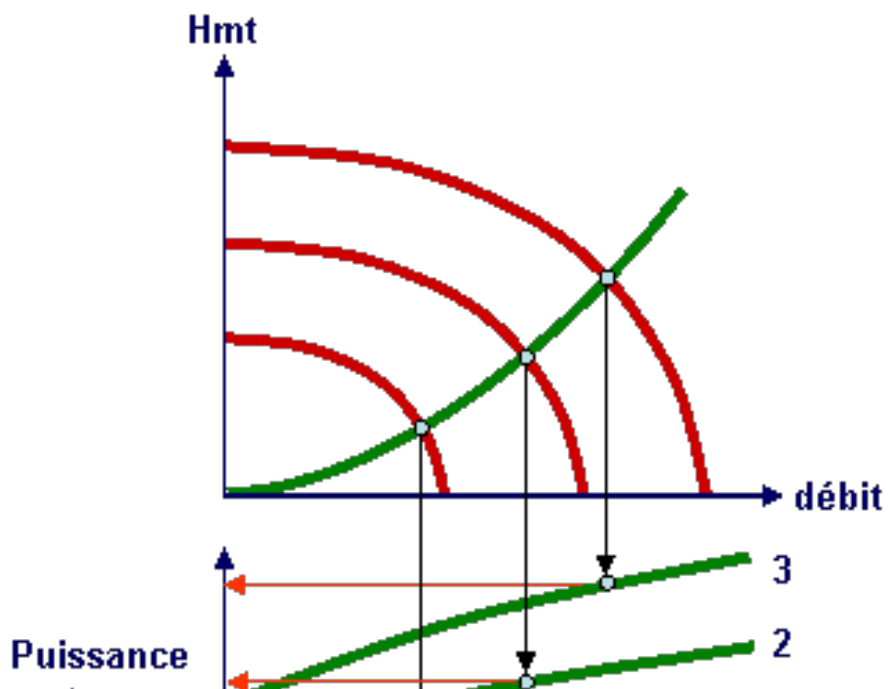
PUISSANCE DES MOTEURS DES POMPES

Selon le point de fonctionnement, les constructeurs indiquent graphiquement les puissances que devront fournir les moteurs des pompes, par un second graphique disposé au dessous de la courbe caractéristique



- Remarquez que la puissance nécessaire diminue avec le débit d'eau à fournir : si l'on bride une pompe, sa consommation électrique diminue.
- La puissance du moteur nécessaire est appelée " puissance à l'arbre " de la pompe
- La puissance nominale du moteur électrique devra être \geq à la puissance à l'arbre nécessaire.

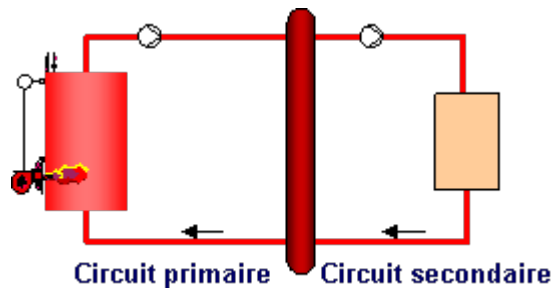
LA PUISSANCE DE MOTEUR NECESSAIRE DIMINUE AVEC LE DEBIT ET LA VITESSE DE ROTATION DU MOTEUR :



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement des bouteilles de découplage est assez méconnu dans la profession. Il est très simple. Etudiez soigneusement le présent dossier.

Une bouteille est constituée d'un tube creux et fermé sur lequel se raccordent les tuyauteries de départ et de retour d'un circuit dit " primaire " et d'un ou plusieurs circuits secondaires.



La bouteille joue un rôle de " tampon " entre l'action de la pompe primaire et de la pompe secondaire. Si les 2 pompes n'ont pas le même débit, le débit en excès sera recyclé au travers de la bouteille. Donc, si une des pompes est trop puissante, elle ne perturbera pas le fonctionnement de l'autre.

Remarque : on appelle circuit **primaire** le circuit le plus riche en énergie.

En chauffage, le primaire est le circuit de la chaudière (circuit qui apporte l'énergie), le secondaire est le circuit des radiateurs.

En climatisation, le primaire est le circuit des groupes frigorifiques (circuit qui apporte l'énergie), le secondaire le circuit des émetteurs

APPELLATIONS USUELLES

Plusieurs autres appellations sont utilisées par les professionnels :

Bouteille " casse pression " :

Cette appellation est la plus répandue, mais est à éviter. En effet, elle est dangereuse car elle laisse penser que la pression de l'eau est très différente de part et d'autre de la bouteille. Ce n'est évidemment pas le cas puisque les circuits primaires et secondaires sont en communication. De chaque côté de la bouteille, les réseaux primaires et secondaires sont donc quasiment à la même pression.

Bouteille de " mélange " :

Cette appellation est très répandue mais, elle ne devrait s'utiliser que dans le cas particulier où le débit primaire d'alimentation de la bouteille est volontairement réglé inférieur au débit secondaire. Cette situation n'est pas très fréquente.

Bouteille de dérivation

Cette appellation ne devrait s'utiliser que lorsque plusieurs circuits secondaires sont raccordés à la bouteille.

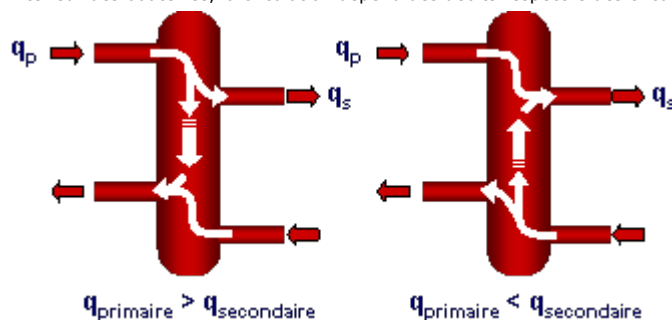
Bouteille de détente

Il ne s'agit pas d'une bouteille de découplage. Ce terme n'est donc pas à utiliser.

Prudemment, parlez toujours de bouteille de découplage, ce sera toujours juste, et ne déduisez rien des autres appellations lorsqu'elles sont utilisées, elles le sont souvent de façon erronée.

CIRCULATION VERTICALE DE L'EAU A L'INTERIEUR DES BOUTEILLES

A l'intérieur des bouteilles, la circulation dépend des débits respectifs des circuits :



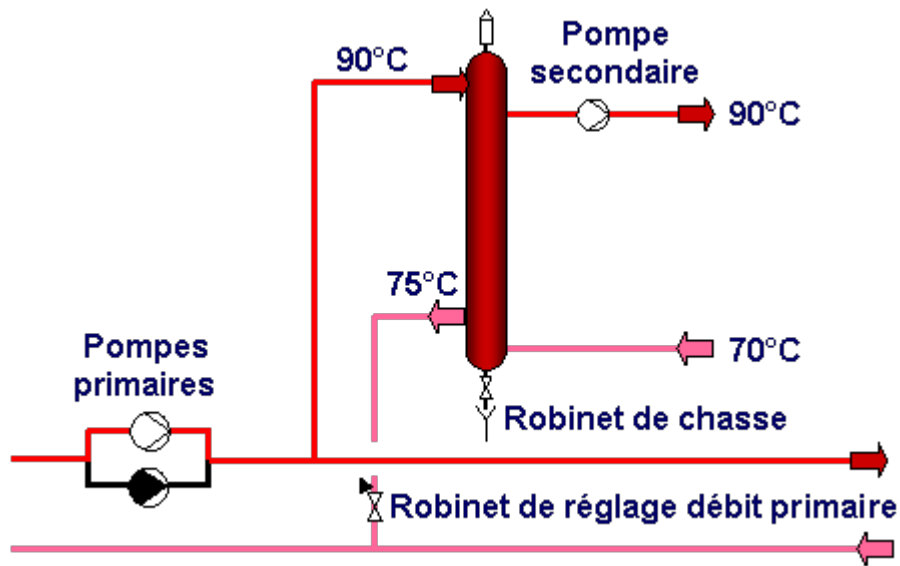
Si par exemple, $q_p = 10$ [m³/h] et $q_s = 8$ [m³/h], alors 2 [m³/h] descendent dans la bouteille et sont directement recyclés sur le circuit primaire.

Si par exemple, $q_p = 7$ [m³/h] et $q_s = 10$ [m³/h], alors 3 [m³/h] remontent dans la bouteille et sont directement recyclés sur le circuit secondaire.

Dans la situation particulière d'un débit primaire égal au débit secondaire, il n'y a pas de circulation verticale d'eau dans la bouteille.

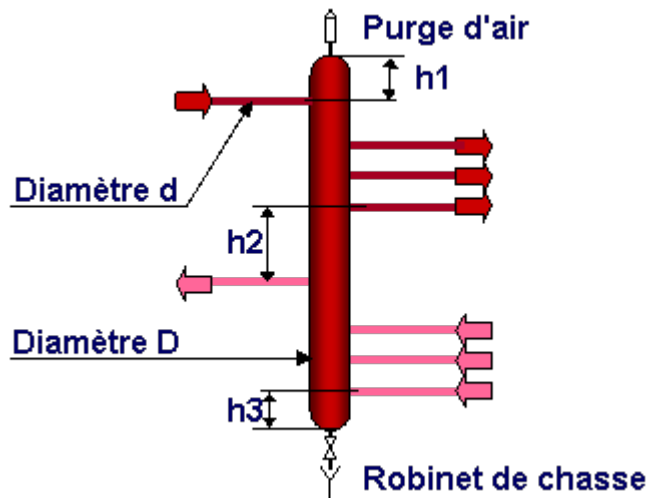
INSTALLATION DES BOUTEILLES DE DECOUPLAGE

Autant que possible, les bouteilles sont installées verticalement. Ceci permet d'utiliser le haut de la bouteille comme piège pour les gaz et le bas comme pot à boues. On y installera respectivement un **purgeur** et un **robinet de chasse**.



Les tuyauteries les plus chaudes sont raccordées en haut de la bouteille et les plus froides en bas. Les tuyauteries primaires et secondaires sont décalées pour limiter au maximum les possibilités d'influence des pompes primaires sur les secondaires.

CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES BOUTEILLES



Tous les tuyaux de départ (plus chauds) doivent être raccordés en haut.

Tous les tuyaux de retour (moins chauds) doivent être raccordés en bas.

On laisse des espaces $h1$ et $h3$ en haut et en bas pour la purge de l'air et l'évacuation des boues $h1$ et $h3 = D$

Entre les zones des tubes de départ et la zone des tubes de retour, on respecte une distance $h2 = 2D$.

Le diamètre de la bouteille est $D = 2$ à $3 d$ (d est le diamètre du tube d'alimentation)

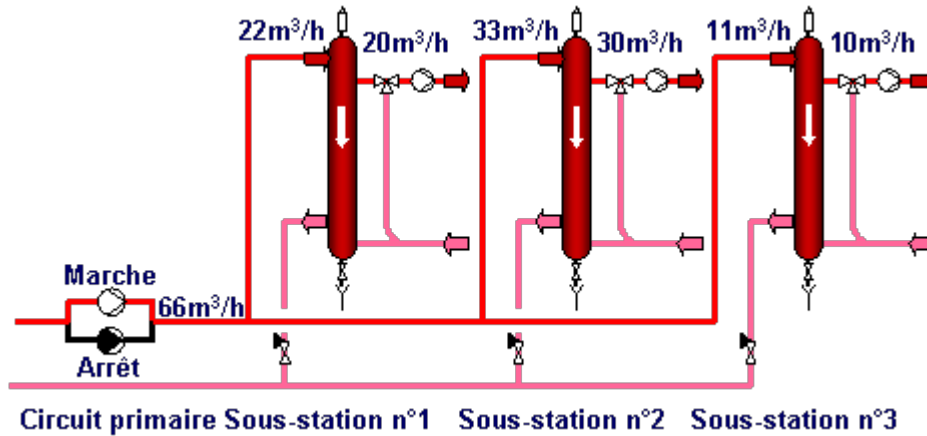
Pour en savoir plus : "Réglage hydraulique des distributions de chauffage" aux Editions Parisiennes (01 45 41 47 79) ou Librairie Eyrolles (0 820 36 36 36)

ALLURE DES RESEAUX PRIMAIRES

Le plus souvent, la pompe primaire alimente plusieurs circuits secondaires dont elle est découplée par les bouteilles.

Sur chaque secondaire, un système de régulation permet à chaque circuit de puiser à la bouteille la quantité d'eau chaude dont il a besoin.

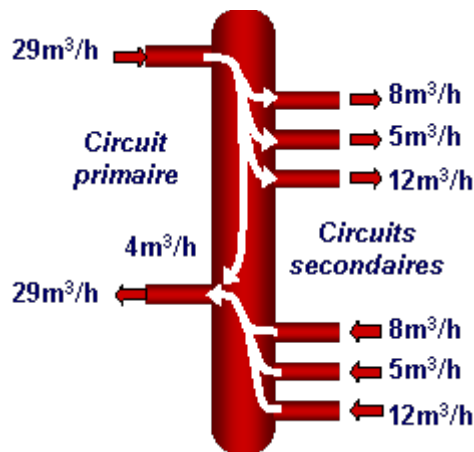
Chaque ensemble " bouteille, régulation, pompe secondaire " correspond à une sous-station. Chaque sous-station correspond par exemple à un immeuble, raccordé à une chaufferie centrale par l'intermédiaire du circuit primaire.



Les débits primaires d'alimentation de chaque sous-station sont bien sûr fonctions de leurs puissances respectives et doivent être soigneusement réglés (Equilibrage).

BOUTEILLES DE DERIVATION

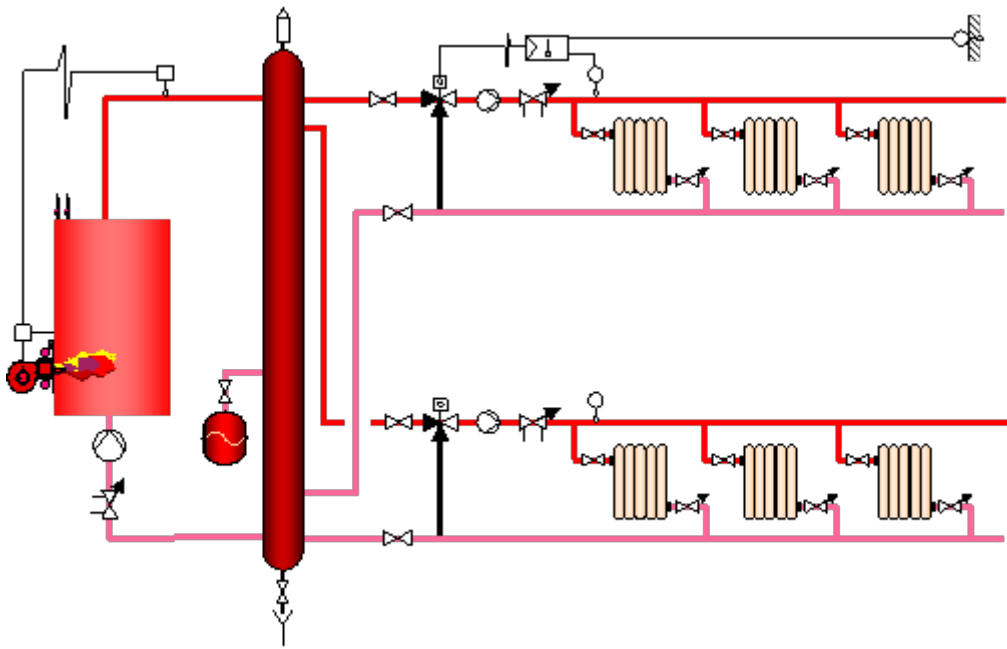
Une bouteille de découplage peut alimenter plusieurs circuits secondaires différents. On pourra alors parler de **bouteille de dérivation**.



Circuit primaire Circuits Secondaires :

Cette situation est particulièrement utilisée à l'intérieur d'une chaufferie pour séparer les pompes d'irrigation des chaudières de celles des différents circuits de chauffage.

Le schéma ci-dessous représente une chaufferie dont la chaudière irriguée par une pompe " primaire " alimente une bouteille sur laquelle sont raccordés 2 circuits de chauffage.



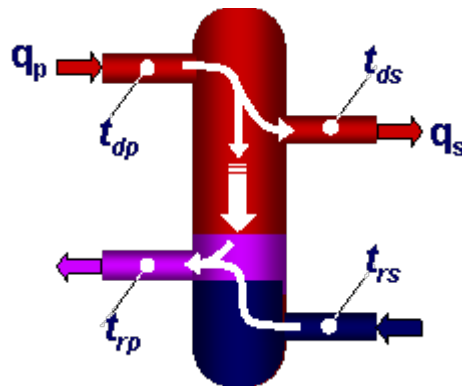
Lorsque que par l'intermédiaire de sa vanne 3 voies, un des circuits de chauffage, puisera plus ou moins d'eau à la bouteille, l'autre circuit n'en sera pas hydrauliquement perturbé. **Seul le débit vertical dans la bouteille variera.** En l'absence de bouteille, toute variation de demande d'un des circuits modifierait la situation d'alimentation de l'autre. La bouteille apporte donc une stabilisation du fonctionnement de la chaufferie.

ETUDES DES SENS DE CIRCULATION DANS LES BOUTEILLES

COMPORTEMENT THERMIQUE DES BOUTEILLES

Premier cas : débit primaire > débit secondaire :

Le débit secondaire est prélevé sur le débit primaire dont la partie en excès est recyclée. Dans ces conditions, **la température du départ secondaire est égale à celle du primaire.**



La température de départ secondaire est égale à la température de départ primaire ($t_{ds} = t_{dp}$).

Une partie du débit primaire descend dans la bouteille et se mélange au retour.

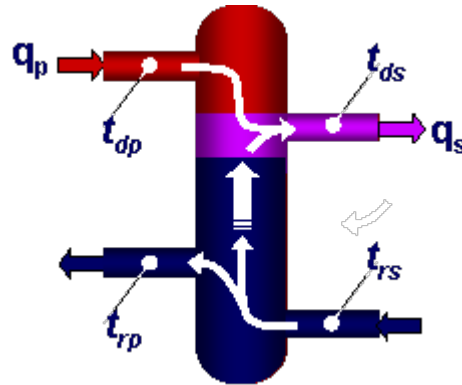
La température de retour primaire est supérieure à la température de retour secondaire ($t_{rp} > t_{rs}$).

Cette bouteille est appelée bouteille de découplage.

Cette situation est la plus courante, avec un débit primaire supérieur au débit secondaire d'environ 10 %.

Deuxième cas : débit primaire < débit secondaire :

Le débit secondaire étant supérieur au débit primaire, il est constitué de l'intégralité du débit primaire complété d'une partie du débit secondaire recyclé. Dans ces conditions, la température du départ secondaire est inférieure à celle du primaire.



Une partie du débit de retour secondaire remonte dans la bouteille et se mélange au départ.

La température de départ secondaire est inférieure à la température de départ primaire ($t_{ds} < t_{dp}$).

La température de retour primaire est égale à la température de retour secondaire ($t_{rp} = t_{rs}$).

Cette bouteille peut être appelée bouteille de mélange.

Ce type de réglage est utilisé lorsque l'on souhaite que la température de départ secondaire soit toujours inférieure à celle du primaire, en particulier lorsque la température du primaire est élevée (>100 [°C]) ou dans le cas de réseau secondaire basse température (plancher chauffant par exemple).

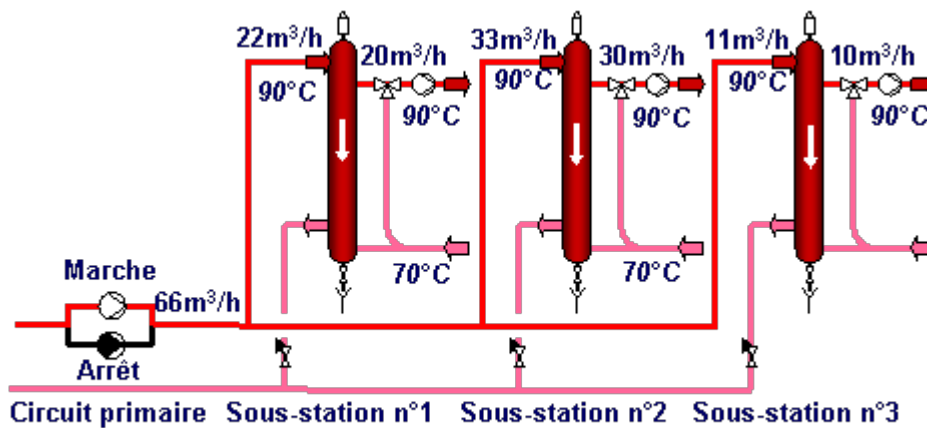
ETUDE DES SENS DE CIRCULATION PAR MESURE DES TEMPERATURES

Comme nous l'avons vu au §3, le sens de la circulation verticale dans une bouteille peut se déterminer par comparaison des débits primaire et secondaire. Mais, ce sens de circulation peut aussi se déterminer par l'étude des températures, plus faciles à mesurer sur le terrain.

DYSFONCTIONNEMENT DES RESEAUX PRIMAIRES

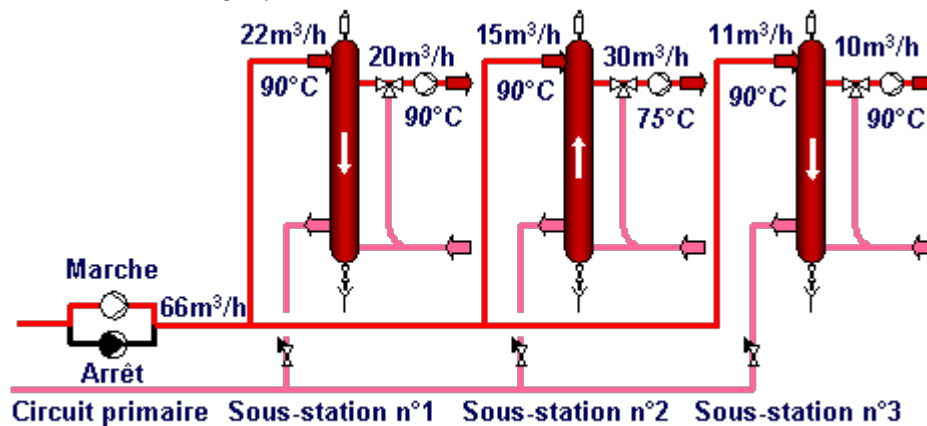
Le réglage des débits primaires est impératif. Un défaut d'équilibrage conduira à des mélanges excessifs ou non souhaités abaissant anormalement la température de départ secondaire.

Etudions le réseau ci-dessous bien réglé, prévu pour fonctionner sans mélange. Lorsque les vannes 3 voies seront grandes ouvertes, les températures de départ secondaires seront égales à celle du primaire.



RÉSEAU PRIMAIRE BIEN RÉGLÉ

Si le réglage des débits primaires n'est pas réalisé, une ou plusieurs sous-station pourront manquer de débit primaire et se mettront à fonctionner en mélange lorsque les V3V seront en grande ouverture. Dans ce cas, la température de départ secondaire de la sous-station mal réglée pourra devenir insuffisante.



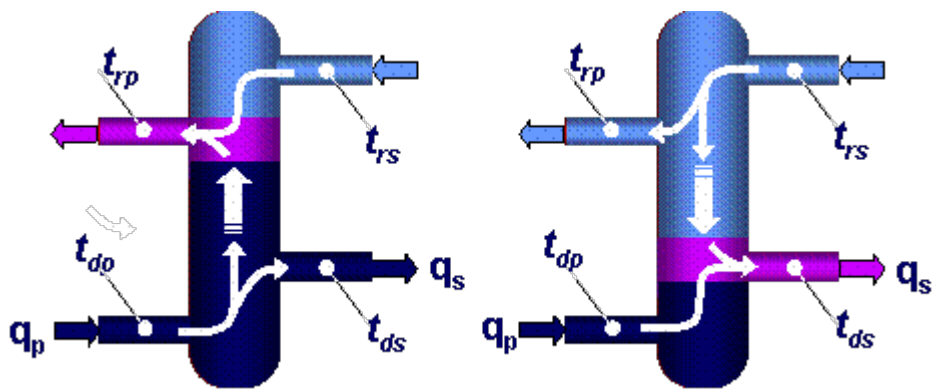
RÉSEAU PRIMAIRE MAL RÉGLÉ

Dans l'installation ci-dessus, le débit d'alimentation de la sous station n°2 est insuffisant. La bouteille est passée en mélange et la température du départ secondaire est insuffisante.

UTILISATION DES BOUTEILLES SUR LES CIRCUITS D'EAU GLACÉE

Les bouteilles de découplage sont aussi bien utilisées dans les circuits de chauffage que dans les circuits d'eau glacée pour la climatisation.

Il faut simplement penser à raccorder les tuyaux de retour primaire et secondaire sur le haut de la bouteille car ce sont les tuyauteries les plus chaudes.



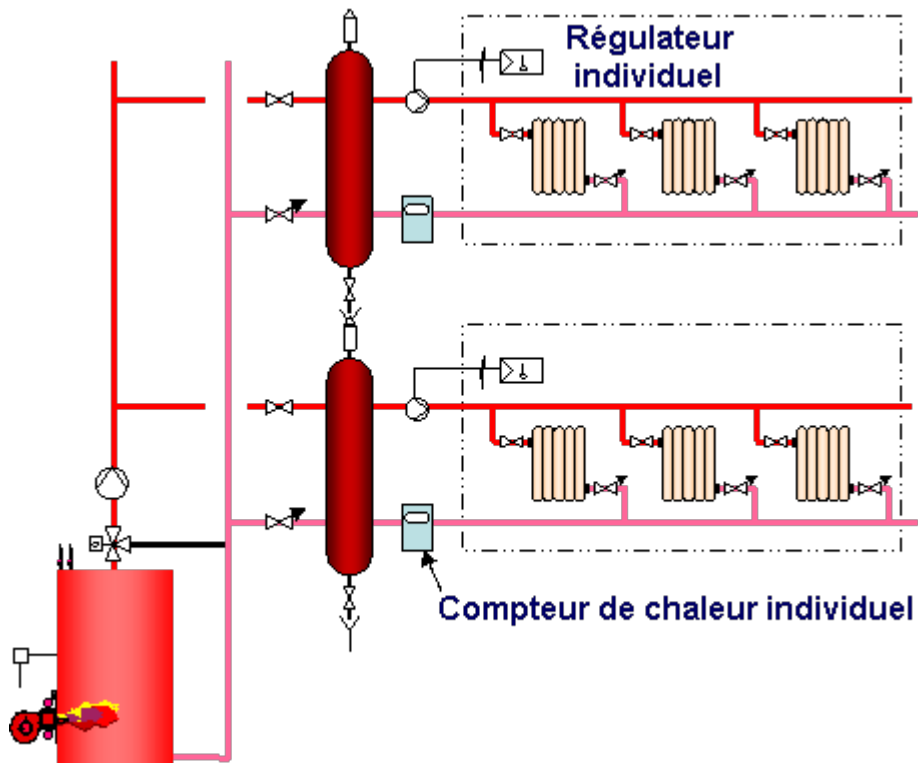
Bouteille de découplage

Bouteille de mélange

$q_p > q_s \quad t_{ds} = t_{dp}$

$q_p < q_s \quad t_{ds} > t_{dp}$

UTILISATION DES BOUTEILLES POUR LES CIRCUITS DE CHAUFFAGE COLLECTIF DES LOGEMENTS



Chaque occupant peut régler son chauffage sans perturber le chauffage des voisins.

Le comptage de l'énergie consommée par chaque occupant est possible.

Ce type de distribution est appelé " Chauffage Individuel Centralisé " (C.I.C.).

CHAUDIÈRE: LE BON FONCTIONNEMENT

Débit minimal :

Si le brûleur d'une chaudière se met en marche alors que le débit d'irrigation est nul ou insuffisant, la température de l'eau augmente rapidement. Ce phénomène est appelé **choc thermique** et peut endommager la chaudière.

Température de retour minimale :

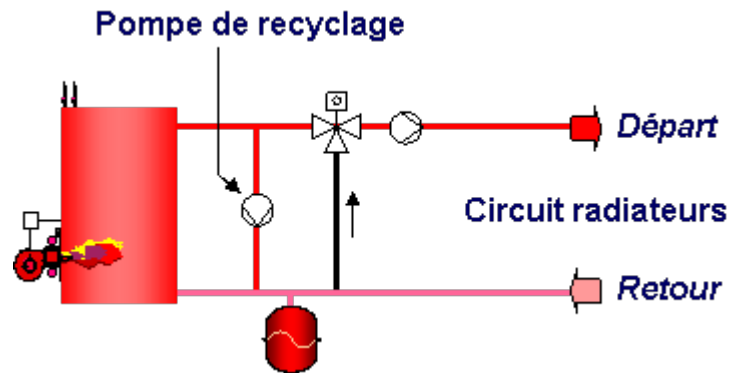
Une température de retour d'eau très faible à la chaudière provoque un refroidissement des fumées qui peut entraîner la condensation de la vapeur d'eau qu'elles contiennent. Les condensats ainsi créés sont très corrosifs et peuvent entraîner le percement de la chaudière et/ou de son conduit de fumée.

Pour éviter ce problème, il faut assurer une température de retour supérieure à la limite fixée par le fabricant. Si le fabricant n'indique aucune limitation, la température de retour minimale est de 60 [°C] environ.

BUT ET PRINCIPE DU RECYCLAGE

La pompe de recyclage a pour but de garantir à la fois un débit minimal et une température de retour suffisante à la chaudière. Elle recycle de l'eau du départ de la chaudière à son entrée.

Un débit minimal d'eau chaude est ainsi assuré quelque soit la demande du réseau, notamment quelle que soit la position des vannes de régulation, du circuit ou des émetteurs.



Quand la puissance du circuit de chauffage diminue, la température de retour baisse, de même que le débit dans la chaudière (car la vanne 3 voies se ferme).

Quand la vanne 3 voies est fermée, la pompe de recyclage assure un débit minimal et réchauffe le retour de la chaudière.

Si la chaufferie comprend plusieurs chaudières, pour pouvoir les utiliser séparément, chacune disposera de sa propre pompe de recyclage.

CALCUL DES POMPES DE RECYCLAGE

Débit

Les fabricants de chaudières indiquent parfois une valeur minimale de débit. A défaut, le débit minimal Q_v de la pompe de recyclage sera calculé à partir de sa puissance nominale.

$$Q_v \text{ mini} = P / 52$$

Avec :

Q_v mini : débit d'irrigation minimal en [m³/h]

P : puissance nominale de la chaudière en [kW]

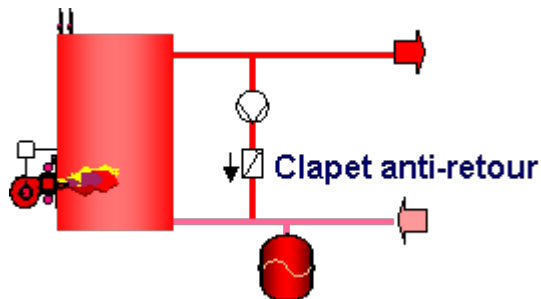
Hauteur manométrique

Elle est au minimum égale à la perte de charge de la chaudière pour le débit calculé au dessus.

EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRES

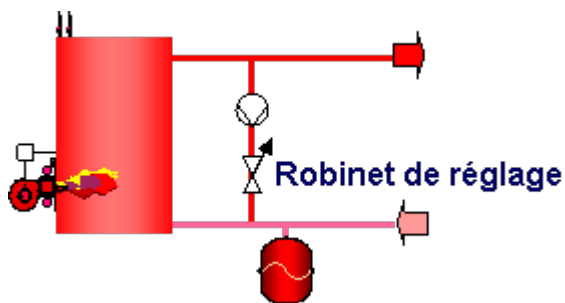
Clapet anti retour :

L'installation d'un clapet anti retour sur le bypass de recyclage évite le risque que la pompe principale n'y crée une circulation inversée.



Robinet de réglage :

Si la perte de charge de la chaudière est faible, il est utile de placer un robinet de réglage en série avec la pompe de recyclage pour en limiter le débit. Notamment, un surdébit pourra entraîner le battement du clapet anti-retour s'il existe.



CHAUDIÈRES SANS RECYCLAGE

Débit minimum :

Certaines chaudières à grande contenance en eau peuvent fonctionner normalement sans aucun débit d'irrigation. Leur fabricant précise cette particularité.

Température de retour minimum :

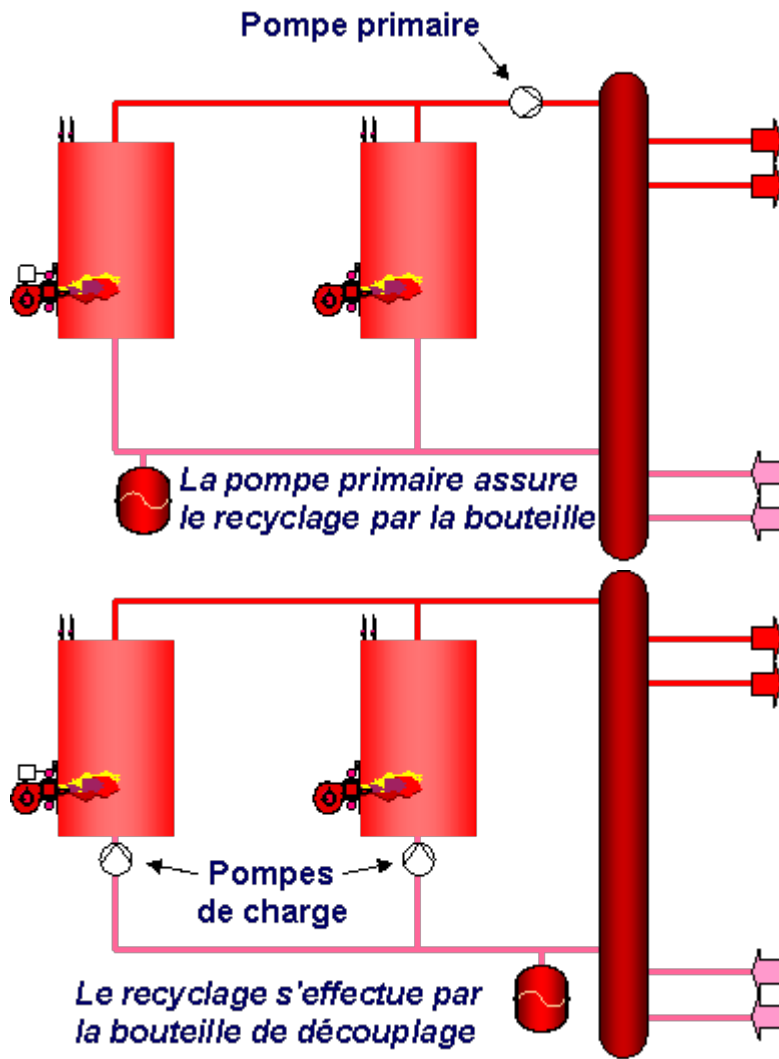
Certaines chaudières sont conçues pour supporter des températures de retour basses. On distingue :

- Certaines chaudières à **brûleurs atmosphériques**
- Les chaudières à **haut rendement** : ces chaudières sont conçues pour ne pas présenter de condensation même lorsqu'elles sont irriguées par des retours à basse température. Les fumées y sont mieux refroidies d'où l'obtention d'un meilleur rendement.
- Les chaudières à **condensation** : ces chaudières sont conçues pour supporter la condensation d'où leur nom. Notons cependant que les chaudières à condensation de puissance moyenne et importantes comportent :
 - Un foyer principal ne supportant pas la condensation et nécessitant un recyclage
 - Un ou plusieurs échangeurs en inox sur l'évacuation des fumées résistant aux condensations ne nécessitant pas de recyclage.

CHAUFFERIES A "DEBIT CONSTANT"

Dans le cas d'une chaufferie dite "à débit constant", la pompe de recyclage est inutile car la circulation de l'eau dans la chaudière

est constante et assurée par la **pompe primaire** ou les **pompes de charge**.



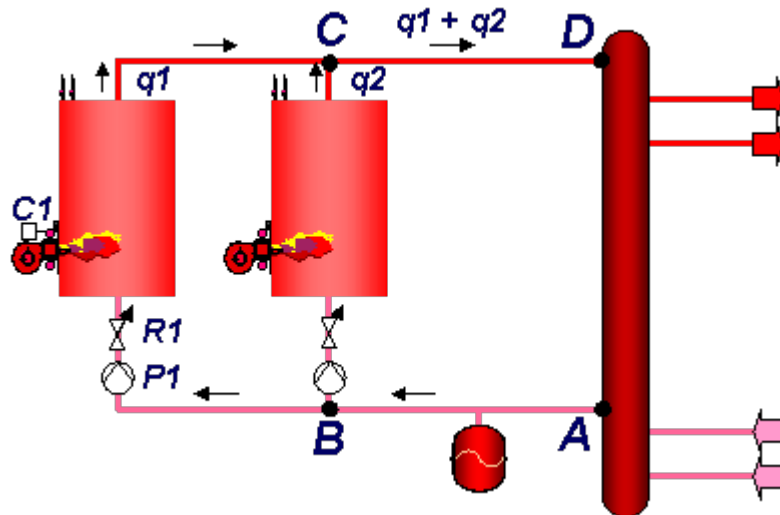
CALCUL DES POMPES DE CHARGE

Débit :

Le débit de chaque pompe correspond au débit nominal de sa chaudière pour un écart de température aller/retour de 15 [°C] à 20 [°C]. Par ailleurs, sauf cas particuliers, le débit total des pompes de charge (ou le débit de la pompe primaire) devra être supérieur d'au moins 10% au débit maximal qui sera demandé par les réseaux secondaires à la bouteille de découplage.

Hauteur manométrique :

La hauteur manométrique d'une pompe de charge correspond au total des pertes de charge du circuit primaire de la chaufferie passant par sa chaudière.

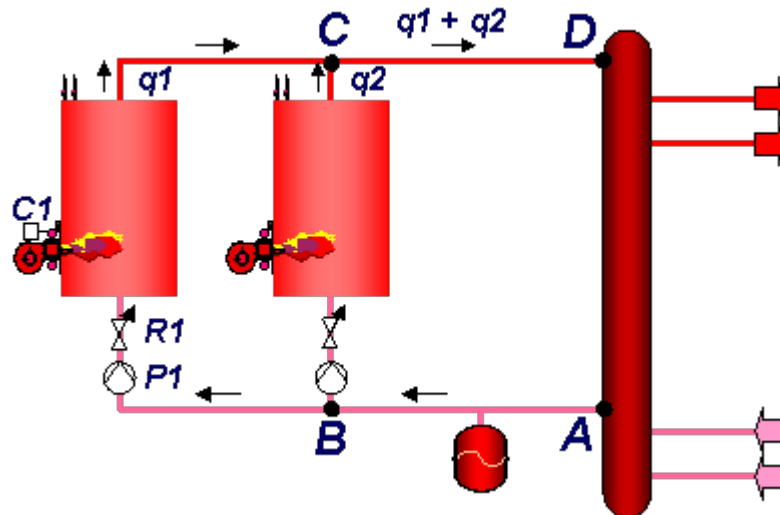


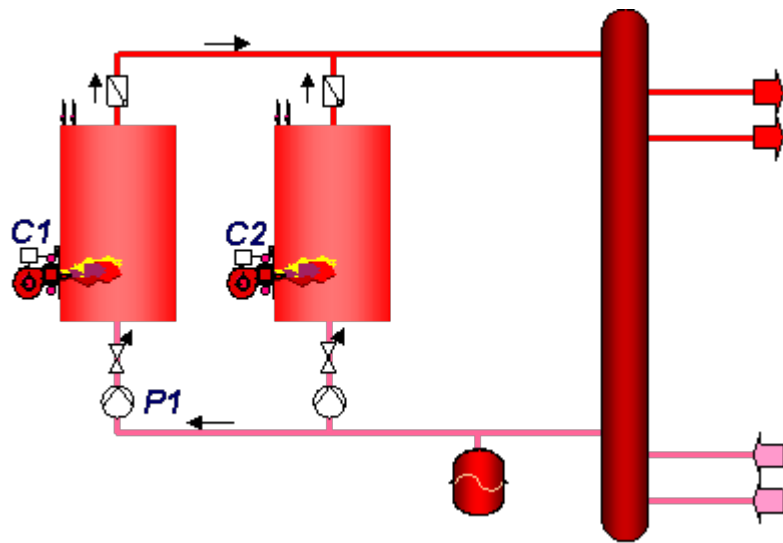
Hauteur manométrique de P1 :
 $H_{mt} = PdC1 + PdC2$

Avec :

$PdC1$: perte de charge de A à B et de C à D pour le débit $q1 + q2$;

$PdC2$: perte de charge de B à C comprenant les tubes de raccordement de C1, le robinet R1 et la chaudière C1, pour le débit $q1$.

Exemple de détermination de pompe :**EQUIPEMENTS COMPLEMENTAIRES**



Clapets anti-retour :

Les clapets installés en sortie des chaudières sont indispensables pour permettre le fonctionnement d'un seul générateur sans irrigation de l'autre à contre sens.

Robinets de réglage :

Les robinets de réglage au refoulement des pompes de charge sont souhaitables pour en régler le débit. Si la pompe d'une des 2 chaudières était trop puissante, elle s'opposerait à la fourniture d'eau chaude par l'autre.

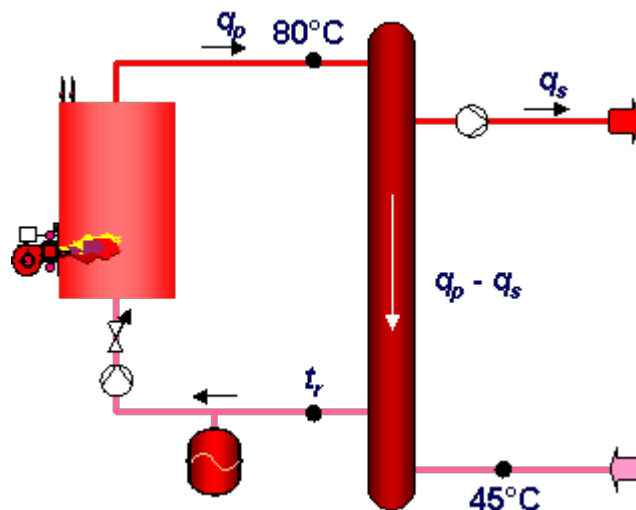
TEMPERATURE DE RETOUR

Après avoir calculé une pompe de charge ou une pompe de recyclage on peut vérifier que la température de retour n'est pas trop faible. On pourra appliquer la méthode suivante :

Principe de calcul d'une température de retour :

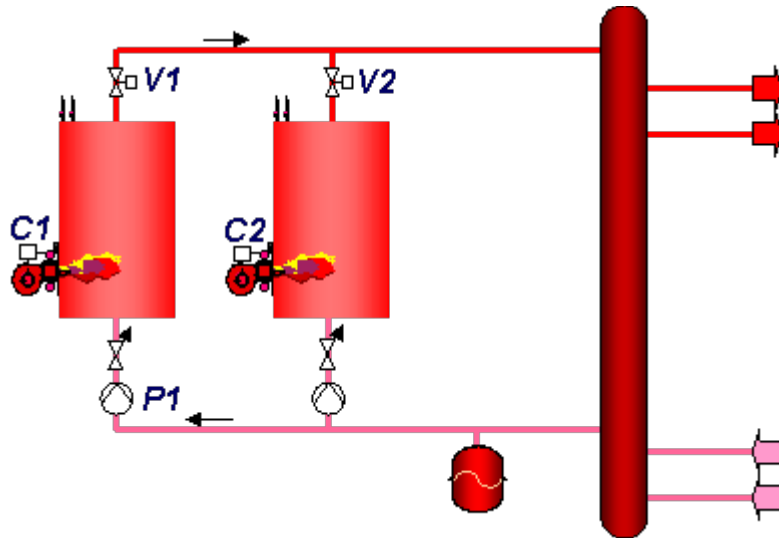
Etudions la température de retour à la chaudière de l'installation définie par :

- Température départ chaudière : 80 [°C]
- Température de retour des circuits secondaires par grand froid : 45 [°C]



ASSERVISSEMENT

- Il est prudent d'asservir la mise en marche du brûleur d'une chaudière au fonctionnement de sa pompe de charge (ou de sa pompe de recyclage) pour éviter tout risque de choc thermique.
- Lorsque la chaufferie comporte plusieurs chaudières, on doit aussi empêcher l'eau de circuler dans une chaudière qui n'est pas en service, pour limiter les pertes de chaleur. On peut utiliser des clapets anti retour comme déjà évoqué ou **des vannes deux voies motorisées**. Dans ce cas, l'ouverture des vannes motorisées précédera la mise en marche des pompes.



La vanne V1 fermée empêche l'eau de circuler dans la chaudière C1 quand elle est à l'arrêt.

Au démarrage de C1, V1 s'ouvre et P1 se met en marche pour réchauffer la chaudière avant la mise en marche du brûleur.

Au moment de l'arrêt de la chaudière C1, on peut laisser la vanne V1 ouverte et la pompe P1 en marche quelques minutes avant d'arrêter le brûleur, pour évacuer la chaleur stockée dans la masse de la chaudière.