



## Les circuits hydrauliques primaires

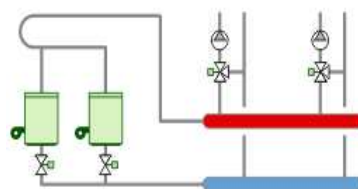
Dans les installations tertiaires, la distribution d'eau chaude comprend souvent, en chaufferie, un circuit primaire (ou collecteur) duquel partent plusieurs circuits secondaires qui alimentent les différentes zones du bâtiment.

Ce circuit ou collecteur primaire peut prendre diverses configurations présentant chacune des avantages et des inconvénients.

Remarquons qu'il existe sur le terrain une quantité importante de configurations possible. Chaque bureau d'études peut apporter sa touche personnelle, sans compter les exigences propres à certains fabricants de chaudières (pompe de by-pass, ...). Nous ne reprendrons ici que les principaux schémas rencontrés.

- **Circuit en boucle ouverte**
- **Circuit en boucle fermée**
- **Circuit avec bouteille casse-pression**
- **Circuit avec bouteille casse-pression et boucle fermée**
- **Raccordement des chaudières au circuit primaire**
- **Cas particulier des chaudières à condensation**

### Circuit en boucle ouverte



Circuit primaire en boucle ouverte alimentant 2 circuits secondaires avec vanne mélangeuse.

Ces circuits sont composés d'un collecteur de départ et d'un collecteur de retour séparés. Il n'y a pas de circulateur sur le circuit primaire.

La circulation de l'eau dans les chaudières est assurée par les circulateurs des circuits secondaires. Cela signifie qu'en présence de circuits secondaires avec **vanne mélangeuse**, le débit dans les chaudières est variable en fonction des besoins thermiques des utilisateurs. Il peut même devenir nul. La chaudière doit donc pouvoir résister à ce régime.

Les chaudières peuvent également être soumises à une température de retour très basse qui risque de provoquer des condensations corrosives et pour les chaudières en fonte, une rupture par choc thermique.

Exemple.

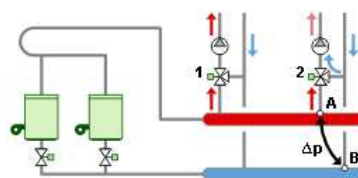
Voici, en fonction des besoins, l'évolution du débit dans la chaudière et de la température de l'eau au départ et au retour des circuits secondaires si la puissance de ceux-ci est réglée en fonction de la température extérieure. La température de retour vers les chaudières est évidemment déterminée par la température de retour des circuits secondaires. Les résultats ci-dessous sont déterminés pour une installation dimensionnée en régime 90°/70°. 100 % de charge correspond aux besoins considérés pour le dimensionnement (température extérieure de .. - 10°C..).

Charge [%]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>Débit dans les chaudières [%]</b>	0	3	7	12	18	25	34	45	59	76	100
<b>T départ circuits secondaires [°C]</b>	20	32	40	47	54	61	67	73	79	84	90
<b>T retour circuits secondaires = T retour chaudière [°C]</b>	20	30	36	41	46	51	55	59	63	66	70

La température limite basse de condensation des fumées dans la chaudière (..55°C..) et le débit minimal généralement admis dans la chaudière (..35 %..) ne sont dépassés que pour les charges (= les besoins) supérieures à 60 % des besoins maximaux, c'est-à-dire pendant environ 25 % seulement de la saison de chauffe. Pendant 75 % du temps, il y a un risque de condensation et de rupture par manque de débit.

Ce type de circuit primaire est sensible aux interférences entre les circuits. En effet, toute modification de l'ouverture d'une vanne mélangeuse va provoquer une modification du débit circulant dans les chaudières et les collecteurs. Il en résultera une modification des **pertes de charge** de cette partie et donc une modification de la pression différentielle à la base des autres circuits. Ceux-ci verront alors leur débit modifié et leur vanne mélangeuse réagira pour respecter sa consigne. On assistera alors à des oscillations des organes de régulation puisque chaque modification de réglage interfère sur le réglage de toutes les vannes.

Exemple.



Interférences entre les circuits secondaires.

Si la vanne mélangeuse (1) s'ouvre, le débit dans les collecteurs augmentera. Cela augmentera la perte de charge dans le collecteur. Ceci signifie que la pression différentielle  $\Delta P$  à l'entrée du deuxième circuit augmente également. Le débit dans ce circuit va donc augmenter. La vanne mélangeuse (2) va donc se fermer pour respecter la température de consigne.

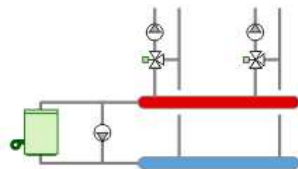
Cette fermeture va à son tour remodifier le débit global entraînant une réaction compensatoire de l'autre vanne.

On imagine aisément les oscillations qui peuvent apparaître lorsque l'installation comprend de nombreux circuits secondaires. Il peut même arriver dans des cas extrêmes de circuits déséquilibrés et mal dimensionnés que l'augmentation de pression  $\Delta P$  aux bornes d'un circuit secondaire devienne plus élevée que la hauteur manométrique de sa pompe. Dans ce cas, la circulation s'inversera dans le circuit et le retour sera plus chaud que le départ.

Des difficultés de régulation peuvent également apparaître lorsqu'une chaudière est mise à l'arrêt puisque la perte de charge du circuit primaire sera modifiée, entraînant une modification des débits.

Les interférences seront d'autant plus importantes que le circuit primaire présente des pertes de charge importantes. Ce sera le cas si les collecteurs sont longs et si les chaudières sont à faible contenance en eau. A l'inverse le risque est négligeable si la perte de charge du circuit primaire est faible et n'influence guère les circuits secondaires, c'est à dire avec des collecteurs courts et des chaudières à grand volume d'eau.

Les circuits à boucle ouverte sont souvent équipés d'un circulateur de recyclage.



Circuit primaire avec boucle ouverte et circulateur de recyclage.

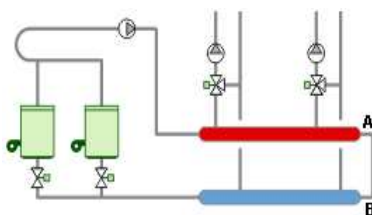
Ce circulateur permet d'obtenir un débit minimal dans la chaudière quel que soit le degré d'ouverture des vannes 3 voies. Il permet également de maintenir une température minimale au retour de la chaudière, pour les chaudières ne pouvant pas descendre en température.

**Calculs** Exemple de calcul d'une pompe de recyclage.

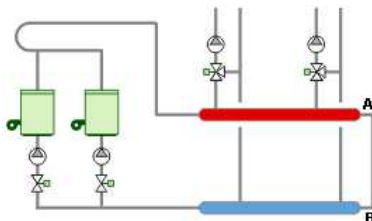
## Circuit en boucle fermée

Un moyen d'éliminer les interférences entre les circuits secondaires, caractéristiques des circuits en boucle ouverte, est de relier les chaudières et les circuits de distribution par une boucle fermée à faible perte de charge. La faible perte de charge dans la boucle (entre les points A et B des schémas suivants) permet d'éliminer les effets de pression différentielle entre le départ et le retour des circuits secondaires.

On retrouve des boucles fermées avec une pompe unique alimentant le collecteur :

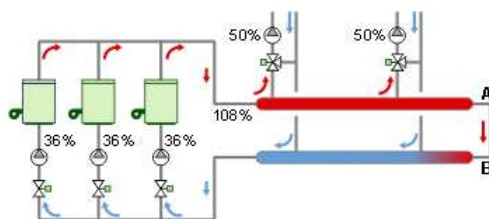


et des boucles fermées avec une pompe par chaudière :



Les circuits en boucle fermée présentent également un inconvénient lorsqu'ils sont raccordés à des chaudières réglées "en cascade".

En effet, pour garantir une température correcte d'alimentation des circuits secondaires, il est impératif que le débit absorbé par ces derniers soit inférieur ou égal au débit véhiculé par la boucle primaire.



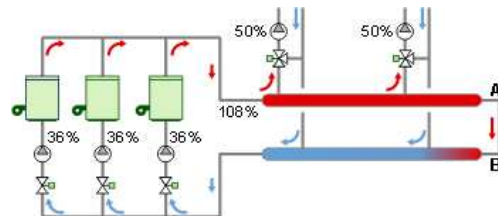
Circuit primaire fonctionnant correctement : le débit primaire (108 %) est supérieur au débit des circuits secondaires (< 2 x 50 %). Le surplus de débit primaire non puisé retourne vers les chaudières au travers de la boucle.

Dans une installation composée de plusieurs chaudières, la mise à l'arrêt d'une d'entre elles (arrêt du brûleur et de l'irrigation), telle qu'elle est pratiquée par une régulation en cascade, va réduire le débit de la boucle primaire. Or le débit des circuits secondaires ne se réduit pas toujours en parallèle.

Imaginons le cas d'une installation dont la température du circuit primaire et des circuits secondaires est régulée en fonction de la température extérieure. En mi-saison, une ou plusieurs chaudières se mettent à l'arrêt, ce qui réduit le débit primaire. Par contre, si la température d'eau demandée à la sortie des chaudières est proche de la température demandée au niveau des circuits secondaires, les vannes mélangeuses sont ouvertes en grand, demandant le débit maximum.

Dans ce cas, le débit de la boucle primaire devient inférieur au débit secondaire. Pour compenser le manque de débit d'eau chaude qui en résulte, la pompe du (ou des) dernier(s) circuit(s) de la boucle va puiser de l'eau dans la partie "retour" du collecteur créant une circulation inverse dans la boucle. Ce (ou ces) circuit(s) ne sera(ont) alors pas alimenté(s) à la bonne température, ce qui créera un inconfort pour les occupants.

Exemple

**Situations normales :**

la somme des débits des chaudières est supérieure à la somme des débits des circuits secondaires.

**Situations anormales :**

**animation**

Pour visualiser le schéma animé comprenant une pompe par chaudière : [cliquez ici !](#)

**animation**

Pour visualiser le schéma animé représentant un collecteur équipé d'une pompe unique : [Cliquez ici !](#)

Ce phénomène apparaît également lorsque les pompes des circuits secondaires ont été surdimensionnées par rapport au débit primaire.

Éliminer le problème en plaçant un clapet anti-retour dans la boucle (tronçon AB) n'est pas une solution correcte puisqu'à la fermeture du clapet, on se retrouve dans la **situation d'une boucle ouverte** avec les interférences entre les circuits que cela implique. De plus, les pompes primaire(s) et secondaires se mettent en série et les débits d'eau deviennent incontrôlables.

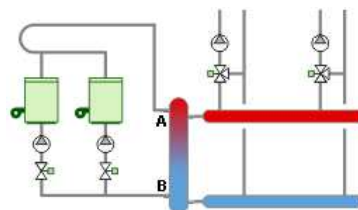
Le seul moyen pour rendre les débits primaire et secondaires compatibles en mi-saison consiste à faire travailler les chaudières à plus haute température que les circuits secondaires. Dans ce cas, les vannes mélangeuses se fermeront pour respecter leur consigne de température et on obtiendra une diminution parallèle des débits primaires et secondaires.

**Calculs** Pour simuler cette situation, [cliquez ici !](#)

Le circuit primaire avec boucle fermée implique donc des **pertes à l'arrêt** des chaudières plus importantes.

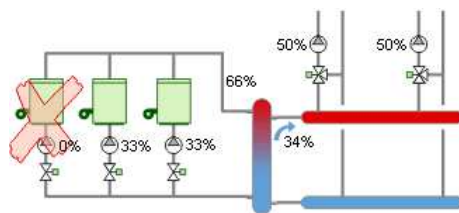
## Circuit avec bouteille casse-pression

Le principe de la bouteille casse-pression est semblable à celui de la **boucle fermée**. Plutôt que de se trouver en bout de collecteur, le by-pass se retrouve ici avant les circuits secondaires. L'objectif est de supprimer l'interférence hydraulique entre le circuit des chaudières et les circuits secondaires.



Lorsque les vannes mélangeuses sont partiellement fermées, le surplus de débit entre le circuit des chaudières et les circuits secondaires circulera dans la bouteille casse-pression (de A vers B). De l'eau chaude sera ainsi renvoyée vers les chaudières limitant les risques de température de retour trop faible pour les chaudières sensibles aux condensations.

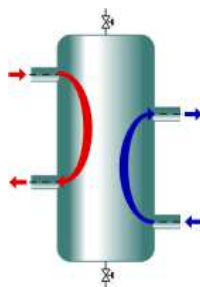
Comme la **boucle fermée**, la bouteille casse-pression impose aux chaudières multiples de travailler à plus haute température pour éviter que les circuits secondaires ne soient obligés de puiser, via la bouteille, de l'eau froide dans le collecteur de retour, lorsqu'une des chaudières est à l'arrêt.



*Circulation inverse dans la bouteille casse-pression lorsque le débit secondaire est supérieur au débit primaire.*

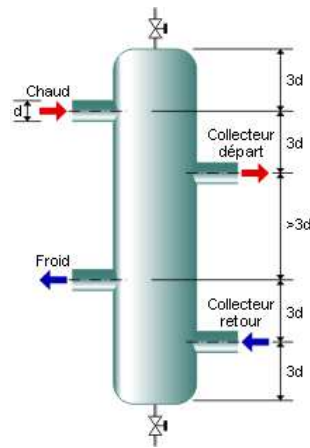
La conception de la bouteille casse-pression doit respecter certaines règles :

- elle doit être verticale,
- elle ne doit pas être trop large, sous peine de voir apparaître une double circulation dans la bouteille, qui désolidariserait presque totalement le circuit des chaudières et les circuits secondaires et empêcherait la puissance d'être transmise.



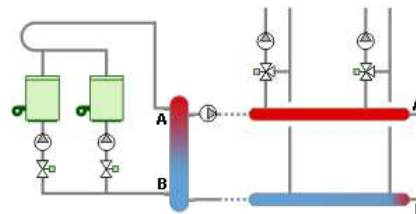
*Double circulation dans une bouteille casse-pression trop large, empêchant la transmission de la puissance des chaudières vers les circuits.*

- pour éviter ce problème, on peut dimensionner la bouteille selon la règle "des 3 d". Le décalage de niveau entre les branchements vers le collecteur des chaudières et vers les collecteurs des circuits secondaires a pour but de limiter les turbulences et de limiter les risques de double circulation.



La faible vitesse de circulation dans la bouteille peut, en outre, être exploitée pour y installer un dégazeur et une récupération des matières solides qui décantent vers le fond de la bouteille.

## Circuit avec bouteille casse-pression et boucle fermée



Cas d'un circuit avec collecteur éloigné de la chaufferie.

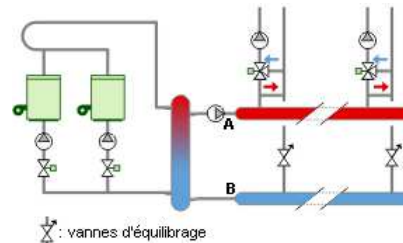
Lorsque le départ des circuits secondaires est éloigné de la chaufferie, des interférences entre les circuits peuvent apparaître même avec un **circuit primaire en boucle fermée**, du fait de l'importance des **pertes de charge** du collecteur.

Pour limiter ce risque, on peut combiner **bouteille casse-pression** et boucle fermée.

Les problèmes de compatibilité entre débits primaire et secondaires et les risques de circulation inverse dans les tronçons AB restent présents, obligeant les chaudières à travailler à température élevée.

Si la boucle de distribution est très longue, le circuit ci-dessus est à exclure. En effet, le circuit le plus proche de la pompe primaire est soumis à une pression différentielle importante qui risque d'inverser la circulation dans le by-pass de la vanne mélangeuse. La régulation serait alors perturbée.

Pour éviter cela, un by-pass doit être installé au niveau de chaque circuit secondaire. La circulation dans ce by-pass est réglée grâce à une vanne d'équilibrage sur chaque circuit.

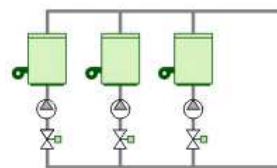


Cas d'un circuit avec collecteur très étendu.

## Raccordement des chaudières au circuit primaire

Dans une installation de chauffage composée de plusieurs chaudières, les débits doivent se répartir de façon correcte dans chacune d'elles.

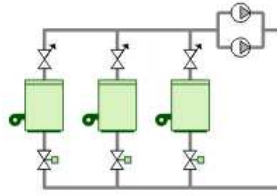
La première solution est d'alimenter chaque chaudière au moyen d'une pompe qui lui est propre.



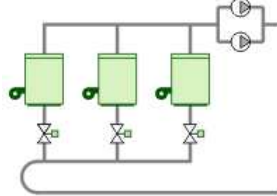
Raccordement des chaudières en parallèle avec une pompe par chaudière.

Dans ce cas, la pompe est adaptée à la résistance hydraulique de chaque chaudière. L'inconvénient de type de raccordement est la mise à l'arrêt de la chaudière en cas de panne de sa pompe, à moins de dédoubler toutes les pompes. Ce dédoublage est plus aisé si on travaille avec une pompe commune à toutes les chaudières. On dispose alors d'une pompe principale et d'une pompe de réserve.

Deux modes de raccordement hydraulique sont alors possibles :



Raccordement des chaudières en parallèle avec une pompe commune :  
des vannes d'équilibrage règlent les *pertes de charge* pour que chaque chaudière soit irriguée correctement.



Raccordement des chaudières en boucle de "Tichelmann" : la première chaudière alimentée par le retour et la dernière alimentant le départ. Chaque chaudière est ainsi raccordée au circuit primaire par un circuit de longueur et donc une résistance hydraulique semblable. En fait, les vannes d'équilibrage sont remplacées par des longueurs de tuyau.

## Cas particulier des chaudières à condensation



Une **chaudière à condensation** n'est efficace que si elle est alimentée avec une eau à basse température, en tout cas inférieure à la température de rosée des fumées (de 53 à 58°C pour les fumées issues de la combustion du gaz naturel). Plus la température d'eau de retour est froide, plus la quantité de fumée condensée est importante et meilleur est le rendement.

La configuration des circuits de distribution doit donc être adaptée en conséquence avec comme principes :

- de ne jamais mélanger, avant le condenseur, l'eau de retour froide et l'eau chaude de départ,
- d'alimenter le condenseur avec les retours les plus froids.

Chaque fabricant de chaudières à condensation présente ainsi une série de circuits qui peuvent être raccordés à leur matériel.

**Systèmes et composants** Pour visualiser différents exemples de circuit de ce type, [cliquez ici](#) !

DGO4 · Architecture et Climat · Avertissements et copyrights · Une remarque ?