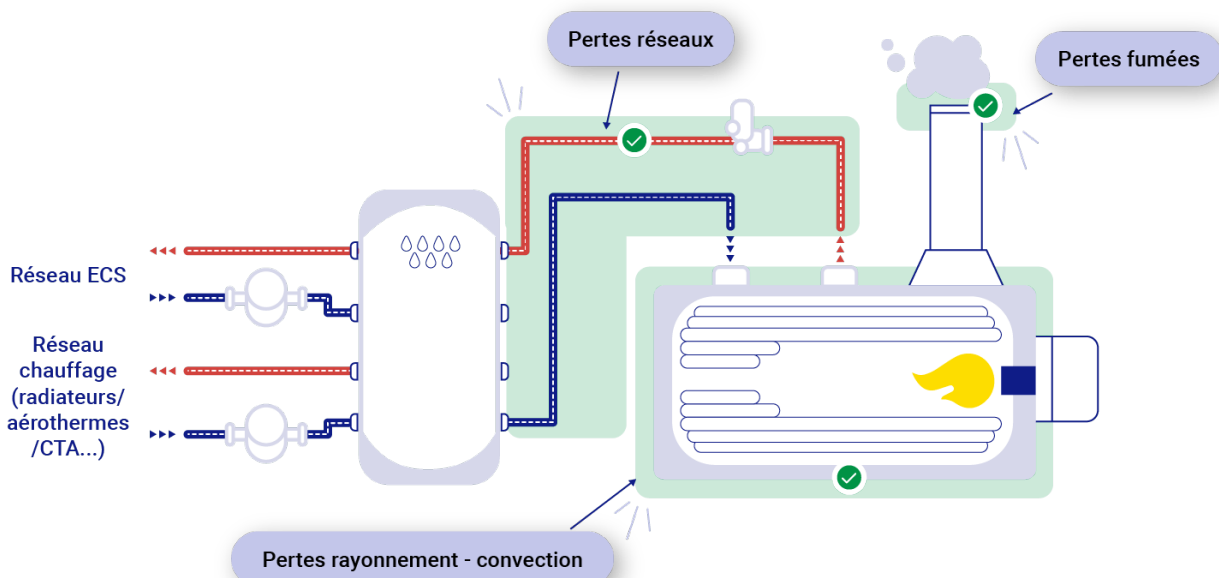


SQ3 : La chaufferie

Les 3 postes de pertes énergétiques d'un système de production/distribution d'eau chaude

- **Les pertes fumées** (% de pertes évalué lors des contrôles de combustion réglementaires).
- **La chaleur dégagée par le corps de chauffe de la chaudière** (estimable avec calcul empirique, puissance déperditive entre 0,3 % et 1,6 % de la puissance nominale de la chaudière).
- **Les pertes sur les réseaux** (calculées à partir du relevé des réseaux, en priorité de ce qui n'est pas calorifugé)



Calcul des pertes fumées :

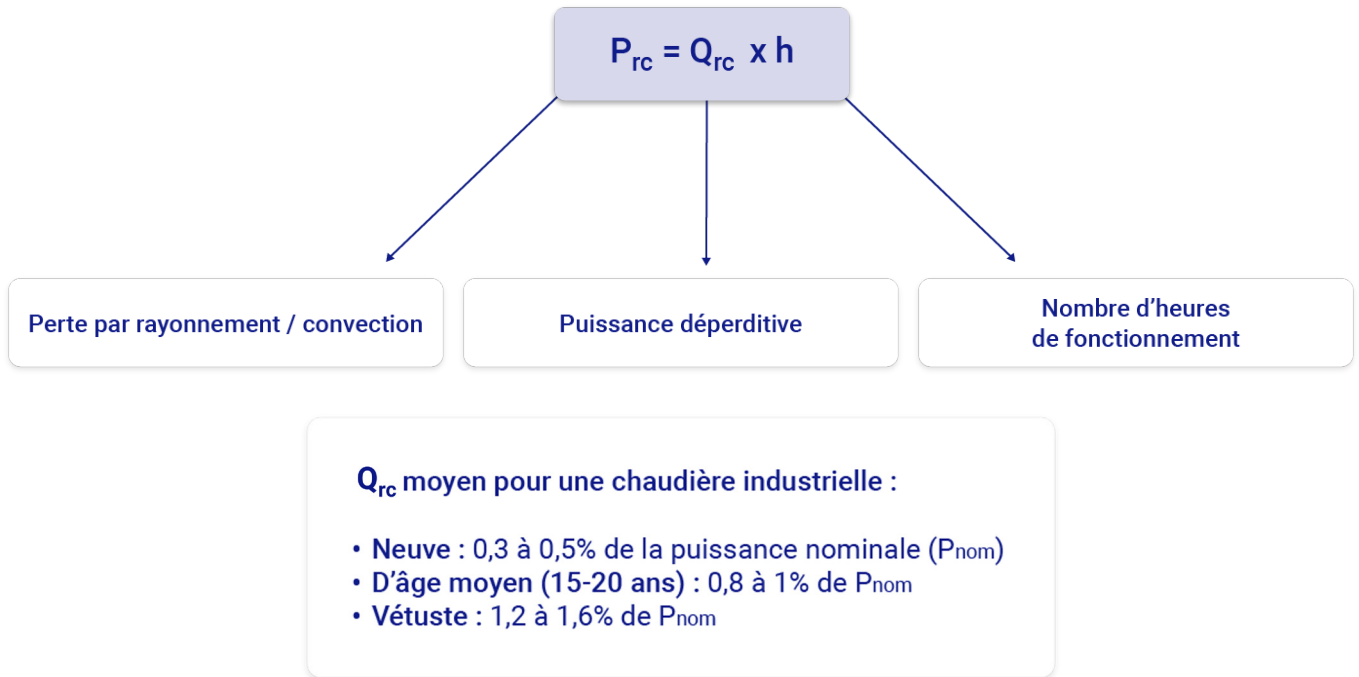
$$P_f(\%) = \frac{K \times (T_f - T_a)}{\%CO_2}$$



$$P_f = P_f(\%) \times C$$

T_f = température des fumées
 T_a = température de l'air ambiant
 $\%CO_2$ (dans les fumées)
 $K = C_{ste} = 0,47$ (gaz nat), $0,58$ (FOD)
 $0,60$ (FOL), $0,52$ (propane)
 $0,53$ (butane)

Calcul des pertes rayonnement/convection :



Pour calculer les pertes réseaux : outils xpair



<https://outils.xpair.com/logiciel/calcul-pertes-distribution.htm>

Différentes technologies pour produire de l'eau chaude :



Brûleur gaz
intégré au stockage



Résistance électrique
(généralement dans un ballon)



Ballon thermodynamique



Echangeurs de chaleur

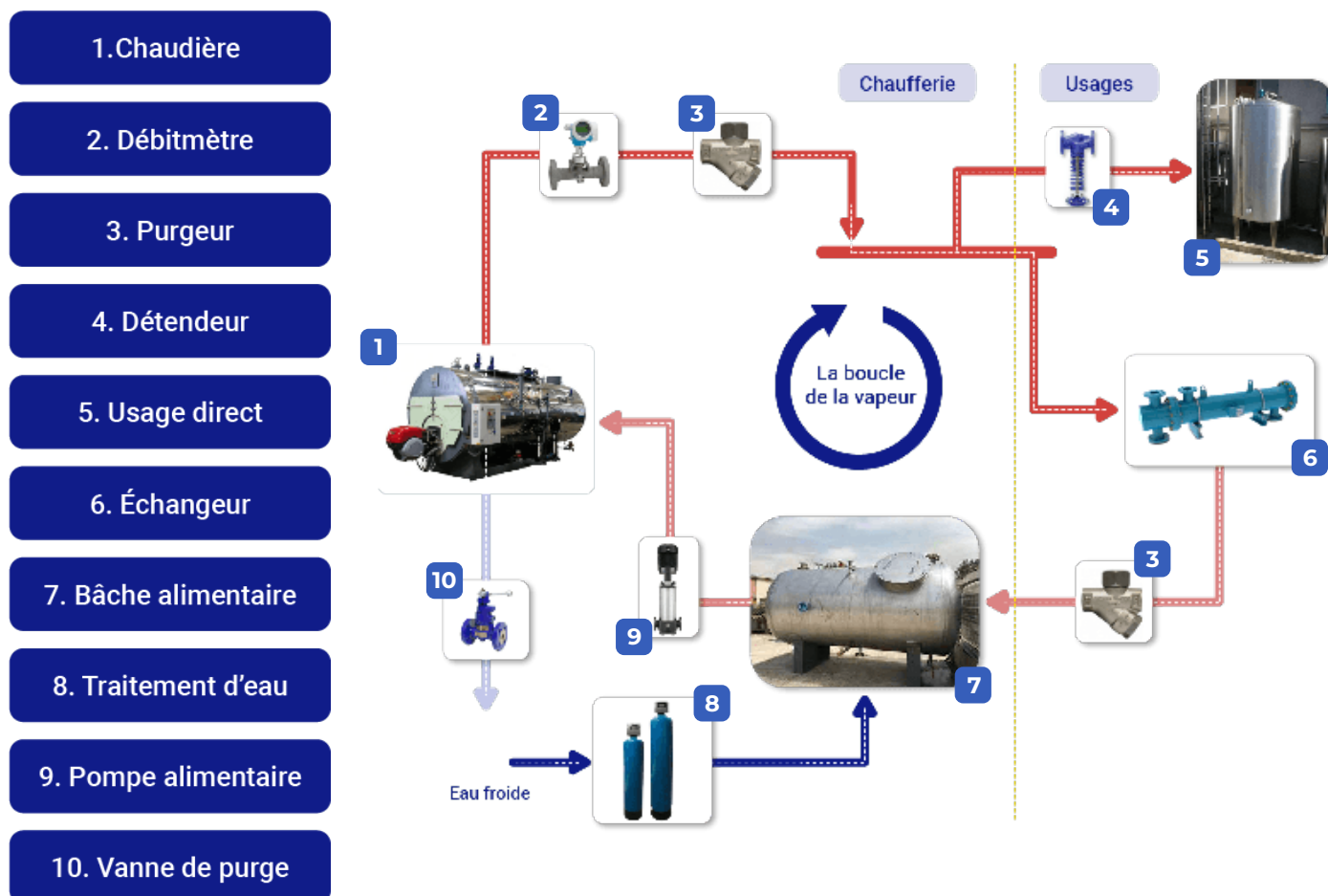
Règlementation sur les rendements et les contrôles de combustion des chaudières eau chaude :

Chaudière entre 4 et 400 kW	Chaudière entre 400 kW et 20 MW
<ul style="list-style-type: none"> Exigences de rendement constructeur Entretien annuel obligatoire (vérification de la chaudière, nettoyage, réglage, conseils sur améliorations possibles) 	<ul style="list-style-type: none"> Exigences de rendement constructeur Mesure obligatoire du rendement de combustion « réel » (et autres paramètres de combustion et composition des fumées) tous les 3 mois et à chaque remise en marche de la chaudière.

Risques de présence de légionelles – Réglementation / Bonnes pratiques

1. Produire l'ECS > 55 °C
2. Assurer une température > 50 °C en tout point du réseau ECS
3. Remplacer les TAR « classiques » par des TAR adiabatiques
4. Faire mesurer tous les ans la concentration en légionelles à différents points du réseau par un laboratoire habilité

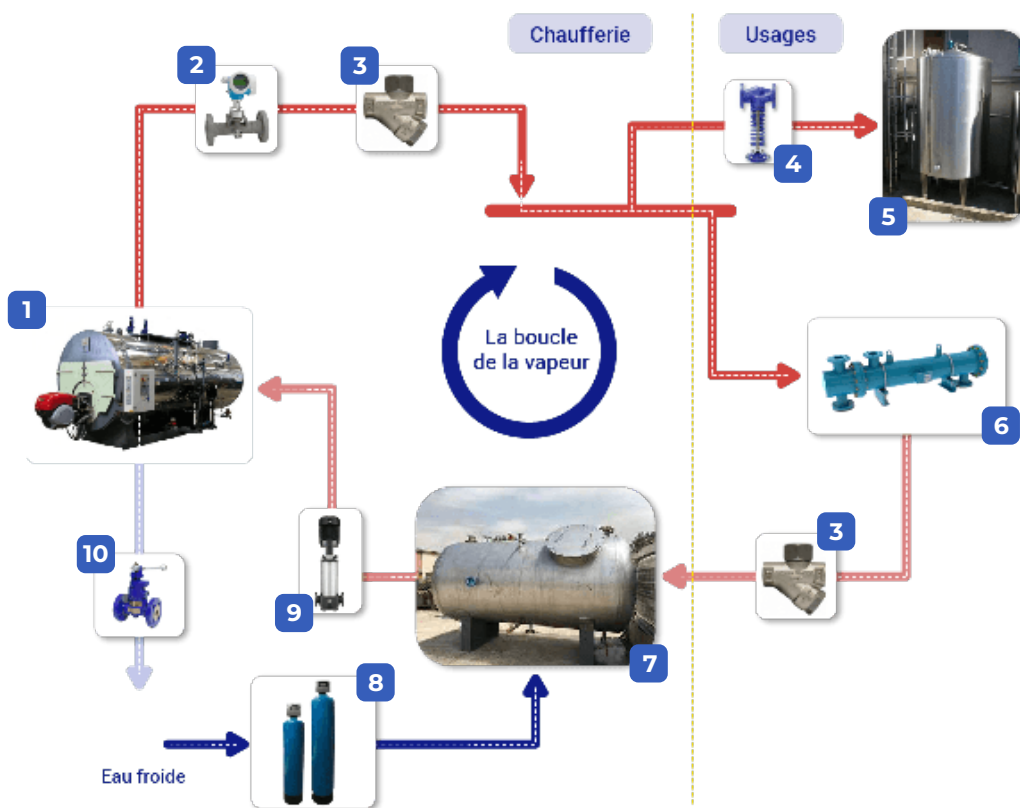
Le circuit vapeur





Il est important de retenir que la baisse de la pression de production permet de réduire les pertes thermiques, mais n'améliore que très peu le rendement de production.

On déterminera selon les besoins, la température et donc la pression de vapeur nécessaire à produire.

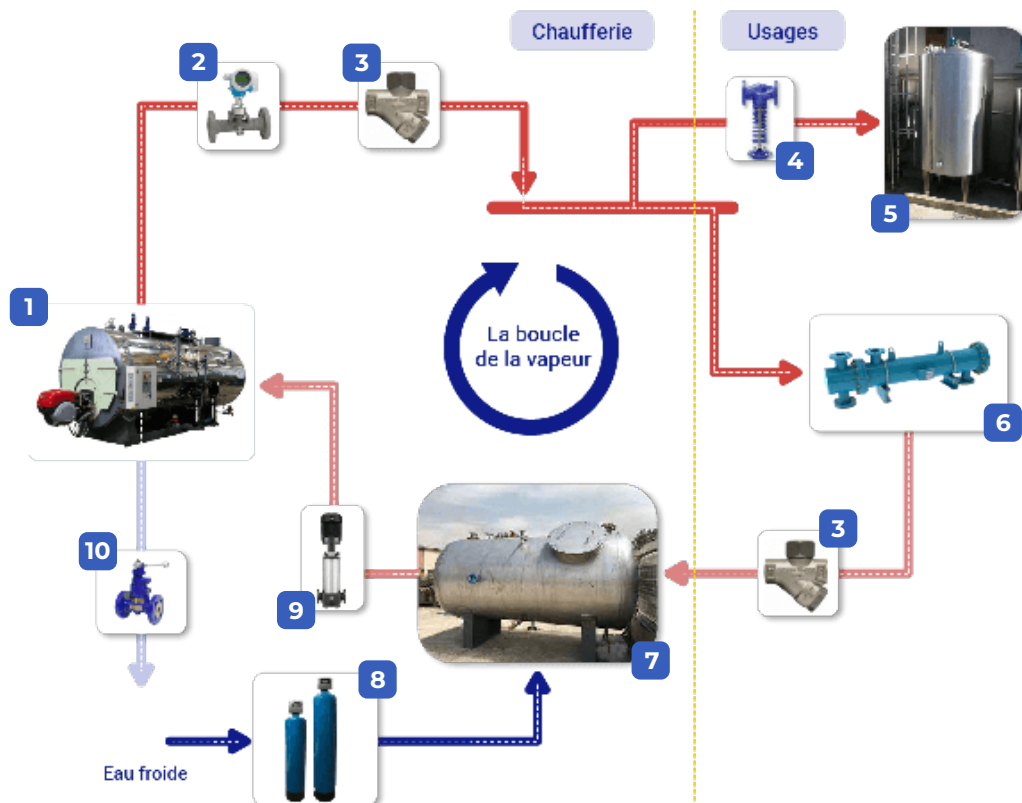


1 Chaudière :

Équipement permettant la production de la vapeur. La chaudière est alimentée en eau liquide, plus ou moins chaude et génère de la vapeur via combustion avec son brûleur (gaz naturel, propane, biomasse, ...)

2 Débitmètre :

Organe de mesure permettant de connaître la quantité de vapeur produite / consommée.



3 Purgeur :

Indispensables, ils ont pour but de s'assurer que les réseaux vapeur contiennent uniquement de la vapeur (risques de coups de bélier et de corrosion) et que le réseau condensats ne reçoive pas directement de la vapeur.

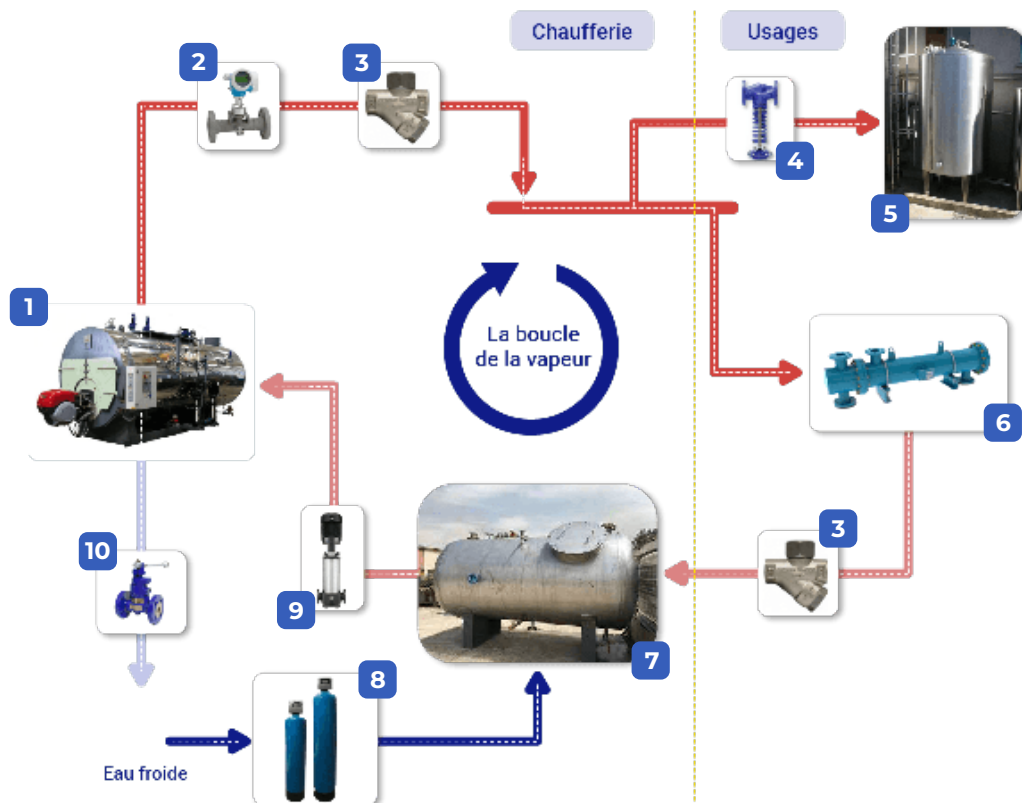
Deux exemples d'applications : purgeur en ligne (installé sur le réseau vapeur pour évacuer les condensats créés dans le réseau) et purgeur après un échangeur (pour s'assurer que seuls des condensats sont renvoyés dans le réseau condensats).

4 Détendeur :

Permet de réduire la pression de la vapeur à des points précis du réseau, notamment pour alimenter des usages directs de vapeur.

5 Usage direct :

Usage où la vapeur est directement injectée pour apporter ses calories, plutôt que de passer par un échange (exemple : injection de vapeur dans un ballon d'eau chaude pour le monter et maintenir en température).

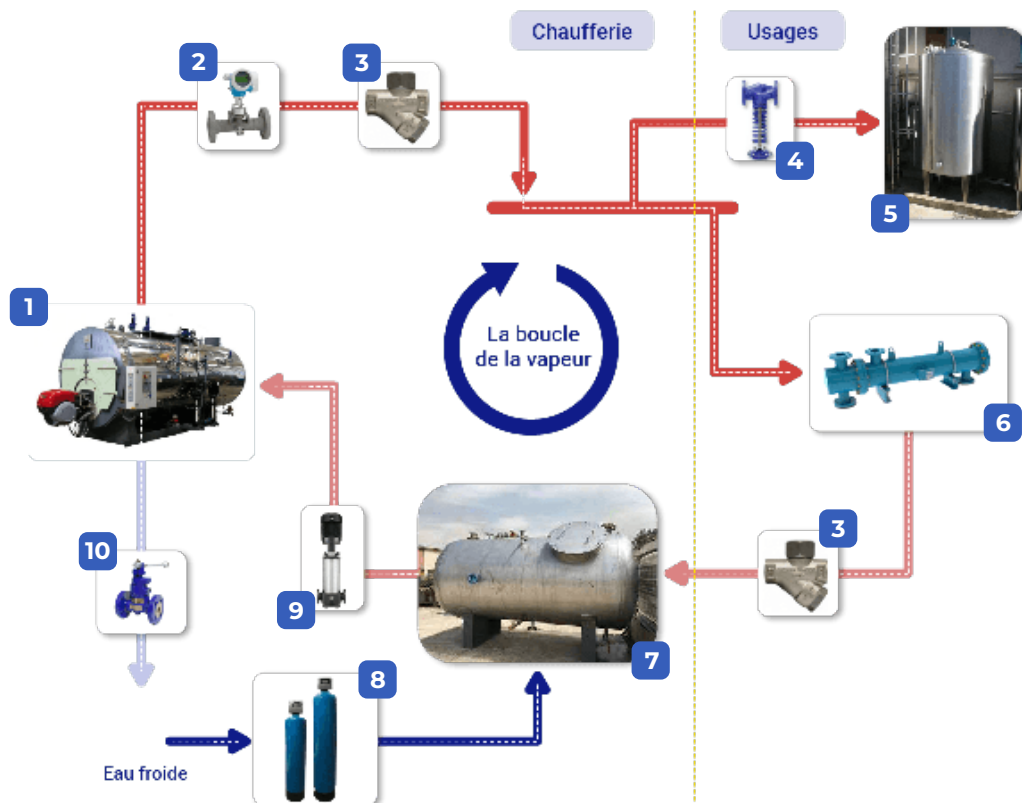


6 Échangeur :

Contrairement à l'usage direct de vapeur, l'échangeur permet de fournir les calories sur l'usage via un échange entre la vapeur et l'usage en question. Dans cet échangeur, la vapeur va se condenser (se refroidir au préalable dans le cas d'une vapeur surchauffée) pour céder ses calories. Les condensats en sortie d'échangeur sont récupérés et, dans la mesure du possible, acheminés jusqu'à la chaufferie pour ne pas créer de pertes thermiques (condensats revenant en chaufferie = eau chaude ~ 90 °C).

7 Bâche alimentaire :

Cuve d'eau en amont de la chaudière. Cette eau va alimenter la chaudière vapeur. Il s'agit d'un mélange de condensats et d'appoint d'eau froide. La bâche peut être maintenue en température par injection vapeur, par récupération de chaleur sur les fumées de la chaudière ou simplement via l'apport des condensats s'ils sont en proportion suffisante.



8 Traitement d'eau :

L'eau d'appoint, avant d'être envoyée dans la bûche alimentaire, doit être traitée. Généralement, l'eau est uniquement adoucie ; elle peut également être osmosée pour obtenir de l'eau plus pure. Plus l'eau sera pure, moins la chaudière devra être purgée via la purge de déconcentration. Les pertes énergétiques (et d'eau) associées seront donc réduites.

9 Pompe alimentaire :

Pompe permettant d'acheminer l'eau de la bûche alimentaire vers la chaudière.

10 Vanne de purge :

Les purges de déconcentration d'une chaudière sont assurées via une vanne (automatisée ou non). Ces purges ont pour objectifs de limiter la conductivité de l'eau dans la chaudière et éviter les problèmes de corrosion. Il est nécessaire de limiter au maximum ces purges qui sont à l'origine de pertes énergétiques ; les purges sont de l'eau à température de saturation (selon la pression de vapeur produite), le volume purgé est remplacé par de l'eau froide.

Les + et les - de la vapeur :



Avantages

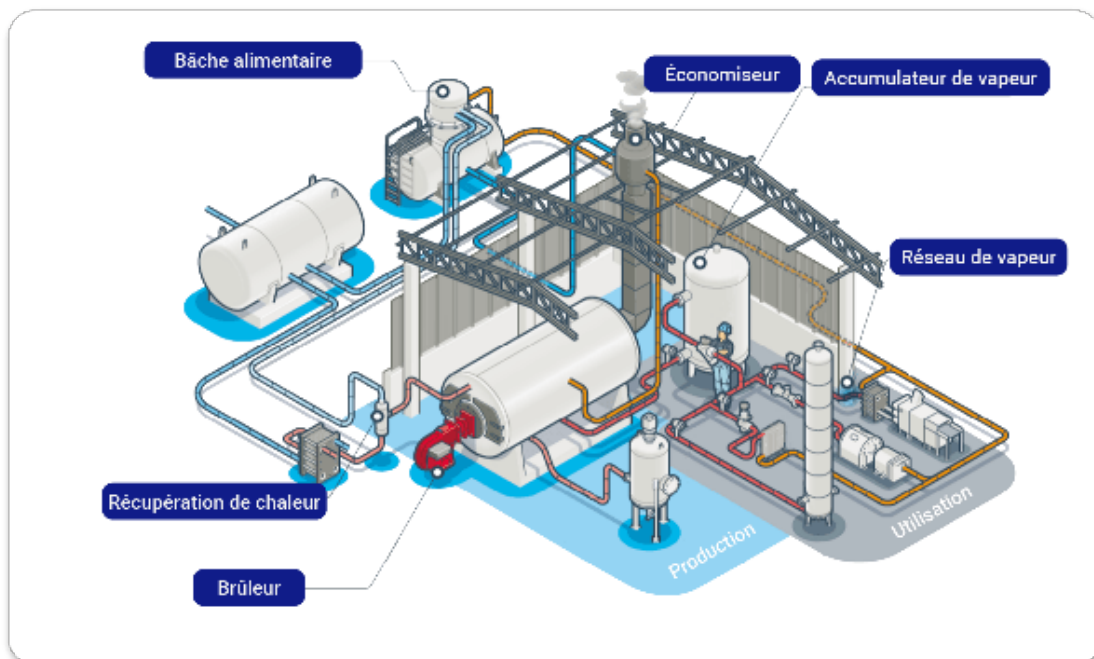
- Grande quantité d'énergie véhiculée dans un faible volume
- Transmission rapide de chaleur en passant de l'état gazeux à l'état liquide
- Pas de pompe de circulation sur la partie vapeur
- Réseaux facilement extensibles
- Possibilité d'injection directe



Désavantages

- Fluide sous pression
- Température élevée (pertes énergétiques, contrainte sécurité)
- Consommation d'eau si condensats non récupérés
- Nécessite un traitement de l'eau
- MWh thermique produit plus cher qu'en eau chaude

Les optimisations sur son installation vapeur :



Il s'agit de perdre le moins d'énergie possible sur les condensats, les réseaux et les purges, et d'en récupérer si c'est pertinent.

- Améliorer le traitement d'eau et réchauffer la bâche. Réchauffer la bâche aux alentours des 80°C permet une désoxygénation naturelle.
- Intégrer différentes sources de récupération de chaleur notamment celle sur les fumées.
- Optimiser les purges afin de limiter au maximum les volumes d'eau et énergétiques perdus au strict nécessaire.
- Mettre en place des brûleurs micromodulants avec une sonde d'oxygène dans les fumées.
- Calorifier l'ensemble des réseaux vapeur.