

2 Chauffage



Check-list

Page

Amélioration du rendement de la chaudière

2.1. Améliorer le réglage et la régulation du brûleur	31
2.2. Colmater et réisoler la chaudière	33
2.3. Réguler les chaudières en cascade	35
2.4. Isoler hydrauliquement les chaudières en période de faible demande	37
2.5. Améliorer l'évacuation des fumées	39
2.6. Diminuer la température de fonctionnement des chaudières	41

Régulation de la chaudière

2.7. Améliorer le ralenti nocturne	43
2.8. Adapter la courbe de chauffe aux besoins réels d'hiver	45
2.9. Adapter la courbe de chauffe aux besoins de la mi-saison	47
2.10. Améliorer la gestion de la chaudière en été	49
2.11. Améliorer la régulation de la chaudière à condensation	51
2.12. Veiller à l'emplacement correct de la sonde extérieure	53

Amélioration du réseau

2.13. Isoler les conduites et les vannes	55
2.14. Réduire le débit d'eau chaude de l'installation	57
2.15. Équilibrer le réseau hydraulique	59
2.16. Arrêter la circulation d'eau chaude lorsqu'elle n'est pas nécessaire	63

Emission

2.17. Améliorer l'efficacité des ventilo-convecteurs	65
--	----

Maintenance

2.18. Limiter l'ajout d'eau au circuit	67
--	----



2 Chauffage

2 Chauffage

1 Améliorer le réglage et la régulation du brûleur

LA MESURE

- Régler le débit d'air du brûleur pour optimiser son rendement.
- Réguler en cascade les brûleurs deux allures
- Réguler le volet d'air motorisé pour qu'il soit fermé lorsque la chaudière est à l'arrêt

L'ECONOMIE POTENTIELLE

- Economie potentielle de 1% de la consommation annuelle de chauffage pour un suivi saisonnier du réglage du brûleur (2 entretiens par an : plein hiver et mi-saison).

Exemple :

Une chaudière de 400 kW consomme annuellement 60 000 m³ de gaz. Une amélioration du rendement de combustion de 1 %, par un meilleur réglage du brûleur permet d'économiser 600 m³ de gaz, soit environ 180 €/an (à 0,3 €/m³ de gaz en mai 2001 (tarif ND3)).

- Economie potentielle de 4,5 % de la consommation annuelle de chauffage pour la fermeture du volet d'air du brûleur.

Exemple :

En moyenne, les pertes par balayage représentent de 1 à 1,5 % de la puissance nominale de la chaudière.

Reprenons la chaudière de 400 kW de l'exemple précédent. Le clapet d'air du brûleur ne se referme pas à l'arrêt. Lorsque le brûleur est à l'arrêt, les pertes vers la cheminée sont évaluées à 1,5% de la puissance nominale.

La perte annuelle engendrée est donc de :

$0,015 \times 400 \text{ [kW]} \times 4\,500 \text{ [h/an]} = 27\,000 \text{ [kWh/an]}$ ou 2 700 [litres fuel ou m³ gaz /an], soit environ 810 €/an.

Cela représente 4,5% de la consommation annuelle.

Ces mesures ne coûtent rien ou sont rapidement rentabilisées.

LA MISE EN OEUVRE

Régler le débit d'air du brûleur

Il est essentiel de régler le débit d'air comburant pour optimiser le rendement de combustion du brûleur. La pratique montre qu'un léger excès d'air est nécessaire pour atteindre le rendement maximum. Il faut donc trouver cet optimum en réglant le registre d'air tout en mesurant le rendement et en surveillant l'apparition d'imbrûlés.

En hiver, le volume d'oxygène contenu dans l'air diminue, et le débit d'air doit donc être légèrement supérieur. Idéalement, pour les installations d'une certaine puissance, on effectuera donc plusieurs réglages annuels.

Si on effectue un seul réglage annuel, éviter un réglage en mi-saison avec un excès d'air élevé "pour être sûr" d'éviter la formation d'imbrûlés, mais préférer un réglage au cœur de l'hiver, avec optimisation.

Réguler en cascade les brûleurs deux allures

Voir fiche **2.4**



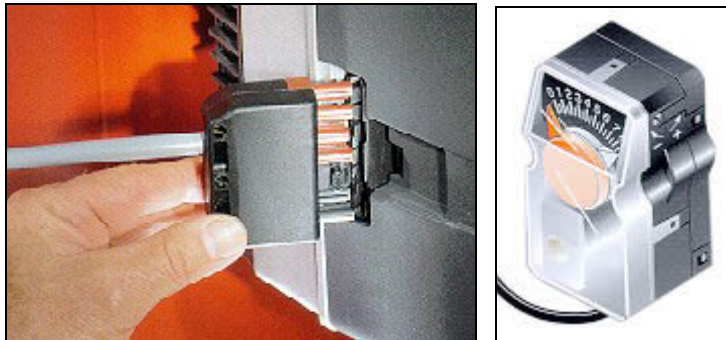
2 Chauffage

1 Améliorer le réglage et la régulation du brûleur

Réguler le volet d'air motorisé pour qu'il soit fermé lorsque la chaudière est à l'arrêt

La fermeture du volet d'air implique que l'alimentation électrique du servomoteur ne soit pas coupée à l'arrêt du brûleur. Il faut donc faire adapter le raccordement électrique en conséquence par un technicien spécialisé.

Bornier de raccordement électrique d'un brûleur et servomoteur permettant la fermeture du clapet d'air à l'arrêt.



LA JUSTIFICATION

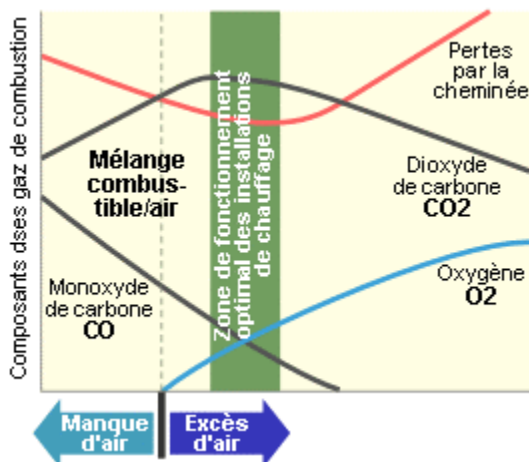
Réglage du débit d'air du brûleur

La quantité d'air nécessaire pour brûler 1 m³ ou 1 litre de combustible dépend des caractéristiques de celui-ci. Mais pour avoir un ordre de grandeur, il faut environ 10 m³ d'air à 15°C pour brûler 1 m³ de gaz naturel ou 1 litre de fuel.

A cette quantité strictement chimique de la combustion, s'ajoute un léger excès d'air pour s'assurer que toutes les molécules de combustible soient bien en contact avec l'oxygène.

Lorsqu'une combustion se fait avec une arrivée insuffisante d'oxygène, on parle de combustion incomplète. Celle-ci se traduit par la production d'imbrûlés (suies qui encrassent la chaudière) ou d'éléments partiellement oxydés, pouvant encore brûler, comme le monoxyde de carbone (CO), gaz particulièrement dangereux.

On travaille donc avec un excès d'air qui s'élève à environ 20%. Il faut donc prévoir 12 m³ d'air pour brûler 1 litre de fuel, par exemple.



On constate, sur la figure ci-contre que les pertes par la cheminée sont les plus basses dans la zone de fonctionnement optimal, avec un excès d'air de l'ordre de 20%.

Régulation du volet d'air motorisé

Le gain qui résulte de cette amélioration est important, puisqu'elle permet de quasiment supprimer les pertes par balayage, en conservant le foyer chaud lors de l'arrêt du brûleur.

Notons que certains installateurs préfèrent forcer l'ouverture permanente du clapet d'air pour maintenir un balayage dans la cheminée et éviter les problèmes de condensation.

Ce raisonnement est à proscrire parce qu'il engendre des pertes importantes pour la chaudière. Si des problèmes de condensation se présentent, c'est au niveau de la cheminée qu'il faut agir, en revoyant son dimensionnement ou en ouvrant la trappe de ramonage ou le régulateur de tirage.

2 Chauffage

2 Colmater et réisoler la chaudière

LA MESURE

Colmater les trous de la jaquette de la chaudière et l'isoler (ou renforcer l'isolation).

L'ECONOMIE POTENTIELLE

Ce type d'action peut être mené à peu de frais en attendant le remplacement d'une chaudière très ancienne et peu performante.

Exemple :

Passer d'une épaisseur d'isolant de 3 cm (en bon état !) à une épaisseur d'isolant de 5 cm, permet de diminuer de 35 % la perte de chaleur par les parois de la chaudière. Le gain est de 90 % pour les zones de la paroi où l'isolant a disparu.

Soit un gain d'environ 13 litres de fuel par an et par m² de paroi pour une chaudière maintenue à 70°C durant la saison de chauffe pour un coût des matériaux de l'ordre de 5 €/m² (le gain est de 200 litres/m² de paroi, par an pour les parties non isolées au départ).

LA MISE EN OEUVRE

- Colmater les trous au moyen d'un mastic réfractaire.



- Dans beaucoup d'anciennes chaudières, il est possible de démonter l'enveloppe extérieure (la jaquette) et d'insérer sous celle-ci un nouvel isolant ou un isolant complémentaire en laine minérale.



LA JUSTIFICATION

- Les entrées d'air parasite (entre les éléments d'une chaudière en fonte, au niveau de la porte foyer, ou encore par le regard des anciennes chaudières au charbon converties) sont synonymes :
 - de pertes par balayage parasite du foyer lorsque le brûleur est à l'arrêt;
 - de pertes de rendement de combustion par augmentation parasite de l'excès d'air. Les inétanchéités peuvent être telles que, quel que soit le réglage du brûleur, il



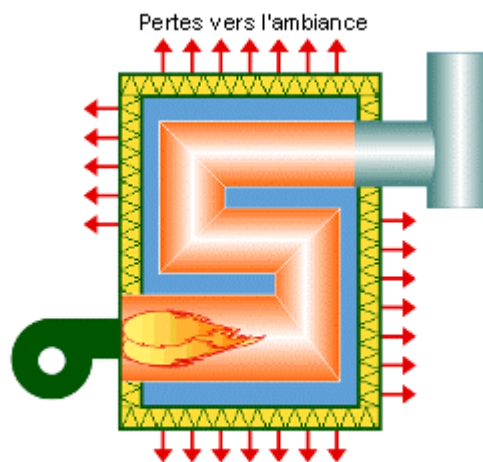
2 Chauffage

2 Colmater et réisoler la chaudière

soit impossible d'atteindre un pourcentage de CO₂ suffisant dans les fumées et donc un bon rendement de combustion.

- Les pertes vers l'ambiance proviennent de l'échange thermique entre la chaudière et son environnement. Ces pertes proviennent d'une part de la masse d'eau chaude présente dans la chaudière et d'autre part des parties non irriguées de la chaudière qui s'échauffent directement sous le rayonnement de la flamme.

Les pertes par l'ambiance sont donc fonction notamment de la température moyenne de l'eau dans la chaudière, de la configuration de cette dernière et de son degré d'isolation (attention aux surfaces non isolées telles que les portes ou le socle).



2 Chauffage

3 Réguler les chaudières en cascade

LA MESURE

- Réguler en cascade les brûleurs deux allures
- Réguler en cascade l'ensemble de l'installation avec isolation hydraulique de la chaudière à l'arrêt

L'ECONOMIE POTENTIELLE

Pour avoir une idée de l'intérêt de cette action, voici un exemple chiffré :



Ces deux chaudières de 350 kW sont équipées d'un brûleur 2 allures mais qui en réalité travaille toujours à pleine puissance.

Les deux chaudières fonctionnent en parallèle et sont maintenues en température durant toute la saison de chauffe (5 800 h/an).

Leur surdimensionnement par rapport aux besoins maximaux est de l'ordre de 20 %. Le rendement utile des chaudières est estimé à 90,3 % (rendement de combustion mesuré : 91 %).

Le rendement saisonnier de l'installation est estimé à 85,5 % et la consommation annuelle est de 123 800 litres de fuel par an.

- Si on régule en cascade les 2 allures des brûleurs, le rendement monte à 88,5 % (grâce à la diminution des temps d'attente des chaudières et l'amélioration du rendement de combustion en petite allure), soit un gain de :

$$123\,800 \text{ [litres/an]} \times (1 - 85,5 \text{ [\%]} / 88,5 \text{ [\%]}) = 4\,196 \text{ [litres/an]}$$

- Si en plus on régule l'ensemble de l'installation en cascade avec isolation hydraulique de la chaudière à l'arrêt, le rendement saisonnier serait de 90,4 % (grâce à la suppression des pertes à l'arrêt de la chaudière non nécessaire), soit un gain complémentaire de :

$$(123\,800 \text{ [litres/an]} - 4\,196 \text{ [litres/an]}) \times (1 - 88,5 \text{ [\%]} / 90,4 \text{ [\%]}) = 2\,514 \text{ [litres/an]}$$

Gain total : 4 196 [litres/an] + 2 514 [litres/an] = 6 710 [litres/an] ou 1 420 [€/an] à 0,2116 [€/litre]

A titre de comparaison, le devis remis pour le module de gestion de cascade de cette installation était de 1 375 € HTVA.

Le temps de retour de l'opération, dans ce cas, est donc égal à un an!

LA MISE EN OEUVRE

Réguler en cascade les brûleurs deux allures

Pour exploiter correctement un brûleur deux allures et réduire ainsi les pertes et émissions polluantes, un brûleur 2 allures a en général besoin



2 Chauffage

3 Réguler les chaudières en cascade

- soit de 2 aquastats (sur le départ ou sur le retour), chacun de ceux-ci commandant une allure,
- soit de relais temporisés,
- soit d'un régulateur de cascade (module de gestion de cascade travaillant au départ d'une sonde de départ). Celui-ci permet de gérer en fonction des besoins de puissance, le fonctionnement en cascade de plusieurs chaudières équipées de brûleurs à deux allures.



Armoire de gestion de cascade précâblée, incluant les relais temporisés



Attention, les fabricants de chaudières recommandent souvent la puissance minimale en-dessous de laquelle la première allure du brûleur ne peut pas descendre sous peine de voir apparaître des condensations dans la chaudière. Cette puissance est généralement de l'ordre de 60 % (voire 80 %) de la puissance nominale de la chaudière. La puissance développée par le brûleur en première allure doit donc absolument être vérifiée, comparée aux exigences du fabricant et augmentée si nécessaire.

Réguler en cascade l'installation

La régulation en cascade des chaudières n'a un sens que si les chaudières mises à l'arrêt sont déconnectées du réseau hydraulique au moyen d'une vanne motorisée. Cette précaution n'est cependant pas suffisante pour éviter que toutes les chaudières ne restent à haute température toute l'année. Il faut, en plus, être attentif à ce que la cascade respecte deux principes minimaux :

- Interdiction de fonctionnement d'une chaudière en fonction de la température extérieure. Cette fonction permet de ne pas appeler systématiquement toutes les chaudières au moment des remontées en température du matin et d'éviter des démarrages de trop courte durée en mi-saison. Par exemple, si à chaque relance, toutes les chaudières sont mises en route, les chaudières devenues inutiles en journée mettront un temps certain à se refroidir.
- une temporisation suffisante à l'enclenchement des chaudières pour éviter les démarrages intempestifs et inutiles de toutes les chaudières, quelle que soit la saison.

LA JUSTIFICATION

Par facilité et économie d'investissement, certains brûleurs 2 allures sont raccordés sans réelle régulation en cascade.

Si le brûleur n'est commandé que par un aquastat et que la commande de la première allure est "pontée" (comme disent les fabricants de brûleurs), celui-ci se comportera comme un brûleur démarrant en petite allure et enclenchant d'office la grande allure rapidement. Le brûleur fonctionne donc la plupart du temps à pleine puissance et on perd l'intérêt de disposer d'un matériel capable d'adapter sa puissance aux besoins.

La régulation en cascade de l'installation permet de

- diminuer les temps d'attente des chaudières : on limite ainsi les pertes et les émissions polluantes au démarrage et à l'arrêt du brûleur,
- améliorer le rendement de combustion en petite allure (on estime que le rendement de combustion augmente de 2% en 1ère allure),
- diminuer l'encrassement de la chaudière grâce à la réduction du nombre de démarrages,
- limiter les pertes à l'arrêt des chaudières dont la puissance n'est pas nécessaire pour couvrir les besoins.

2 Chauffage

4 Isoler hydrauliquement les chaudières en période de faible demande

LA MESURE

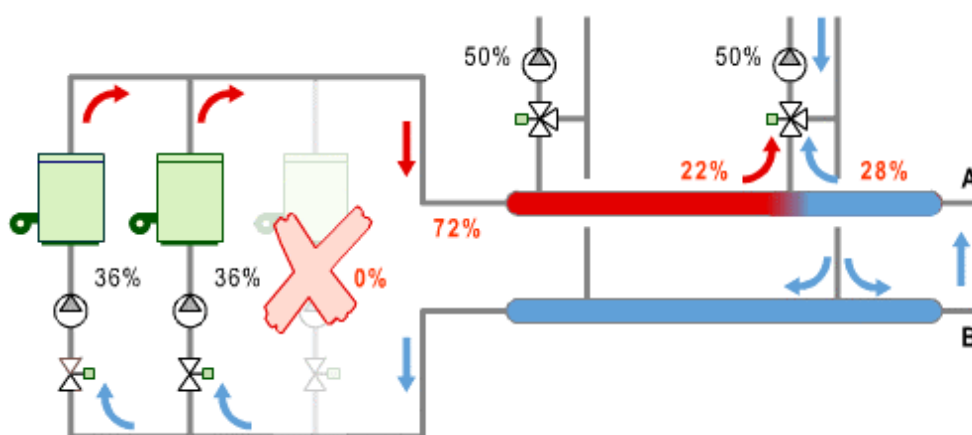
S'il y a plusieurs chaudières et si l'installation est surdimensionnée, couper manuellement une chaudière inutile.

L'ECONOMIE POTENTIELLE

Cette mesure ne coûte rien, et permet une économie substantielle : de l'ordre de 6 500 litres de fuel par an pour deux chaudières de 500 kW dont une est inutile.

LA MISE EN OEUVRE

- Pour éviter la corrosion de la chaudière mise à l'arrêt, il est conseillé de la laisser "sous eau" et de prévoir une passivation de l'eau de l'installation après analyse. Une telle analyse, qui par ailleurs ne peut être que bénéfique pour l'ensemble de l'installation, peut par exemple, être réalisée par le CSTC .
- La "déconnexion hydraulique" d'une chaudière inutile va entraîner une diminution du débit d'eau dans le circuit primaire. Cela peut poser un problème de confort dans le cas d'un circuit primaire bouclé. Pour éviter ce problème, il faudra vérifier que la température de la ou des chaudières restées en fonctionnement soit suffisamment supérieure à la température demandée aux circuits secondaires (ce qui est généralement le cas avec des anciennes chaudières maintenues sur leur aquastat).



- Attention, si une chaudière est mise longtemps à l'arrêt, il est possible que des oiseaux nichent ou simplement tombent dans la cheminée, bouchant cette dernière. Il faut y être attentif lors de la remise en route.
- Il faudra respecter les prescriptions garantissant le bon fonctionnement de la régulation en cascade.



2 Chauffage

4 Isoler hydrauliquement les chaudières en période de faible demande

LA JUSTIFICATION

Bien souvent, les anciennes installations sont fortement surdimensionnées. Sur deux chaudières, il régulièrement arrive qu'une soit inutile. On le constate par le fait qu'elle n'est jamais en fonctionnement ou en établissant le nombre d'heures de fonctionnement à partir du ratio

$$\frac{\text{Consommation (en l. de fuel ou en m}^3 \text{ de gaz) x 10}}{\text{puissance installée en kW}}$$

Si ce rapport est inférieur à 700 heures, la deuxième chaudière est inutile (même si elle s'enclenche parfois, à tort, à la relance du matin).

Exemple :

Dans une installation de 2 chaudières de 500 KW, une des chaudières est inutile.

Les pertes à l'arrêt de cette chaudière sont estimées à 2 %. En mettant à l'arrêt la chaudière inutile au moyen d'une vanne d'isolement manuelle, on peut gagner (avec un rendement utile de la chaudière de 86 %) :

$$2 [\%] \times 500 [\text{kW}] \times 5\,800 [\text{heures/an}] / 0,86 =$$

67 442 kWh/an ou 6 744 litres de fuel ou m³ de gaz par an

2 Chauffage

5 Améliorer l'évacuation des fumées

LA MESURE

- Réguler le tirage.
- Isoler la buse de raccordement à la cheminée.

L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

L'installation d'un régulateur de tirage sur une installation existante est une mesure tout à fait rentable qui permet d'améliorer le rendement de combustion : l'investissement à consentir est faible, voire nul, et directement remboursé par les économies.

Isoler la buse de raccordement entre la chaudière et la souche de cheminée est une mesure peu coûteuse. Elle sera rapidement rentabilisée si la température de fonctionnement des chaudières est réduite, améliorant ainsi le rendement de combustion.

LA MISE EN OEUVRE

Réguler le tirage

Pour remédier à un tirage de la cheminée trop important, il faut bien souvent équiper la buse d'évacuation des fumées d'un régulateur de tirage ou, s'il est déjà présent, procéder à un nouveau réglage.



Isoler la buse de raccordement à la cheminée

Avec 5 cm de laine minérale par exemple.

LA JUSTIFICATION

Régulation du tirage

Un tirage de la cheminée trop important ($> 15 \dots 20$ Pa) a des incidences sur le rendement de combustion de la chaudière :

- augmentation de la vitesse des fumées et augmentation de la température de celles-ci;
- augmentation de l'excès d'air (notamment parasite) et diminution de la teneur en CO_2 des fumées.

Un tirage trop faible (< 10 Pa) ou fluctuant sera source d'imbrûlés.

Notons que la présence d'un régulateur de tirage limite également les problèmes de condensation dans la cheminée :

- les fumées sont diluées par de l'air frais. La teneur en vapeur d'eau du mélange diminue par rapport aux fumées pures. La température à partir de laquelle cette vapeur d'eau va se condenser va donc s'abaisser,
- la température du mélange aspiré par la cheminée diminuant, l'échange de chaleur entre les parois de la cheminée et les fumées diminue, et donc proportionnellement, les fumées se refroidissent moins,



2 Chauffage

5 Améliorer l'évacuation des fumées

- le débit total véhiculé par la cheminée augmentant, à échange vers les parois égal, la chute de température du mélange sera plus faible,
- à l'arrêt de la chaudière, dans les grandes cheminées, le tirage sera tel que le régulateur de tirage conservera une certaine ouverture, créant un courant d'air permanent asséchant la cheminée.

Isolation de la buse de raccordement à la cheminée

Isoler la buse de raccordement entre la chaudière et la cheminée ralentit le refroidissement des fumées et donc les risques de condensation des fumées dans la cheminée.

Exemple :

Pour une surface de buse de 6 m², et une température de fumée à la sortie de la chaudière de 160°C, la température au niveau de la souche de cheminée sera de 120°C, soit une chute de température de 40°C.

Cette chute de température peut être réduite à 5°C si la buse de raccordement est isolée avec une épaisseur de 5 cm de laine minérale.

Lorsqu'un problème de condensation apparaît dans la cheminée, le réflexe du technicien est malheureusement parfois de bloquer en position ouverte le clapet d'arrivée d'air du brûleur. Il vaudrait beaucoup mieux placer un régulateur de tirage à la cheminée et isoler la buse de raccordement.

2 Chauffage

6 Diminuer la température de fonctionnement des chaudières

LA MESURE

Diminuer la température de fonctionnement des chaudières soit manuellement, soit grâce à une régulation en fonction de la température extérieure.

L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Considérons une chaudière de 350 kW de 1981, équipée d'un ancien brûleur sans fermeture à l'arrêt du clapet d'air. Sa consommation annuelle est de 60 000 litres de fuel par an. Les pertes à l'arrêt de cette chaudière sont estimées à 2%, la chaudière fonctionnant en permanence à une température moyenne de 80°C.

En diminuant la température de la chaudière de 10°C en moyenne sur la saison de chauffe, on diminue les pertes à l'arrêt de 20%. Le gain s'élève donc à :

$$20\% \times 0,02 \times 350 \text{ [kW]} \times 4\,000 \text{ [h/an]} = 5\,600 \text{ [kWh]/an ou } \mathbf{560 \text{ [litres/an]}}$$

où 4 000 [h/an] = le temps d'arrêt de la chaudière durant la saison de chauffe (chaudière non surdimensionnée).

En régulant la chaudière en température glissante, la température moyenne sur la saison de chauffe serait de l'ordre de 43°C. Dans ce cas, les pertes seraient réduites de 70%. Le gain s'élèverait à :

$$70\% \times 0,02 \times 350 \text{ [kW]} \times 4\,000 \text{ [h/an]} = 19\,600 \text{ [kWh]/an ou } \mathbf{1\,960 \text{ [litres/an]}}$$

La chaudière alimente un collecteur primaire DN 50 de 20 m (aller-retour), isolé par 4 cm de laine minérale. Le collecteur est maintenu à une température moyenne de 70°C. La perte de distribution en chaufferie (température ambiante de 15°C) s'élève à :

$$0,27 \text{ [W/m.°C]} \times 20 \text{ [m]} \times (70 \text{ [°C]} - 15 \text{ [°C]}) \times 5\,800 \text{ [heures/an]} = 1\,729 \text{ [kWh/an]} \text{ ou } 173 \text{ [litres fuel/an]}$$

Si le collecteur est alimenté en température glissante sans limite basse, la température moyenne du collecteur durant la saison de chauffe sera d'environ 43°C. La perte de distribution en chaufferie s'élèverait à :

$$0,27 \text{ [W/m.°C]} \times 20 \text{ [m]} \times (43 \text{ [°C]} - 15 \text{ [°C]}) \times 5\,800 \text{ [heures/an]} = 880 \text{ [kWh/an]} \text{ ou } 88 \text{ [litres fuel/an]}$$

Le gain s'élève donc à : $= 173 - 88 = \mathbf{85 \text{ [litres fuel/an]}}$

LA MISE EN OEUVRE

On peut modifier manuellement la température de consigne de l'aquastat de chaudière en fonction de la saison, ou en permanence si les chaudières sont surdimensionnées.

On peut aussi imaginer que la chaudière soit régulée totalement en température glissante en fonction de la température extérieure, si le maintien en température élevée n'est pas imposé par une production d'eau chaude sanitaire combinée à la chaudière (dans ce dernier cas, voir fiche **6.1**).

Attention, il convient de prendre certaines précautions :

- **Au niveau du confort :**

Dans certains types de circuits primaires (boucles fermées, bouteilles casse-pression), la régulation en température glissante de la chaudière peut conduire à des problèmes d'inconfort dans certains circuits. Avant de se lancer dans l'investissement d'un régulateur climatique, un essai manuel peut être effectué pour évaluer le risque encouru.

2 Chauffage

6 Diminuer la température de fonctionnement des chaudières

- **Au niveau des chaudières**

Il est évident que les chaudières modernes très basse température s'accommodent très bien d'une régulation en température glissante.

Mais toutes les chaudières (anciennes ou nouvelles) ne peuvent travailler avec une basse température d'eau. Certaines risquent de se détériorer du fait des condensations internes de fumées qui peuvent apparaître, particulièrement pour les chaudières fonctionnant au fuel puisque dans ce cas les condensats sont plus acides.

Ainsi, les anciennes chaudières en acier sont très sensibles à la corrosion. Par contre, les anciennes chaudières en fonte ne posent aucun problème, car

- le mauvais échange de chaleur au niveau du foyer empêche la température des fumées de descendre trop bas.
- la fonte épaisse ne risque guère de percer en cas de corrosion.

Il faut également faire attention aux anciennes chaudières avec rampes gaz (brûleur gaz atmosphérique) sur lesquelles l'eau de condensation des fumées risque de couler, causant de la corrosion et une production importante de suie.

Si un doute subsiste sur les capacités de la chaudière à résister à ce mode de fonctionnement, le plus simple est d'interroger le fabricant de la chaudière ou son fournisseur : "est-ce que la chaudière dont je dispose peut être réglée en température glissante, sachant que cela impliquera par moment un fonctionnement à très basse température?".

LA JUSTIFICATION

Diminuer la température de fonctionnement des chaudières maintenues en permanence en température élevée permet

- de réduire leurs pertes à l'arrêt.
- de réduire les pertes au niveau du collecteur primaire, maintenu à la température des chaudières.

2 Chauffage

7 Améliorer le ralenti nocturne

LA MESURE

Améliorer le ralenti nocturne

L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

L'économie réalisable en modifiant le mode de ralenti nocturne dépend d'une série de paramètres qui influencent le bilan thermique :

- l'isolation,
- l'inertie du bâtiment,
- l'utilisation,
- l'inertie du système de chauffage.

On estime que, par rapport à un fonctionnement continu, **le simple abaissement de température d'eau la nuit et le week-end** permet une économie d'environ **8 à 12 %** et que **la coupure totale de l'installation** permet, elle, une économie d'environ **14 à 28 %**.

LA MISE EN OEUVRE

Pour modifier le ralenti existant, régler l'installation en fonction de la température ambiante d'un local témoin et de l'heure :

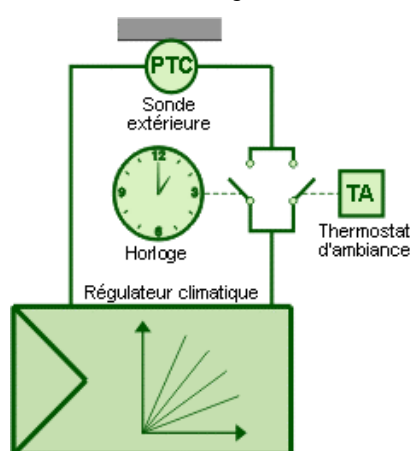
- En horaire de nuit, l'installation est complètement coupée par action directe, soit sur la chaudière, soit sur les vannes mélangeuses.
- Si la température intérieure mesurée par le thermostat d'ambiance passe sous la consigne de nuit, la chaudière se remet en marche ou les vannes s'ouvrent.

Si, d'origine, le régulateur peut être compensé par sonde intérieure, la sonde de compensation peut aussi servir au réglage de la coupure de nuit.

Si l'installation est équipée d'un régulateur digital, toutes ces fonctions sont vraisemblablement déjà intégrées dans le régulateur. Il faut examiner avec le fabricant ou l'installateur la possibilité d'adjoindre un thermostat d'ambiance de nuit dans le programme.

Si l'installation est équipée d'un régulateur analogique ne pouvant être compensé par une sonde de température intérieure, il est intéressant d'adjoindre au régulateur existant un thermostat d'ambiance complémentaire placé dans un local témoin et associé à une horloge

Exemple de schéma de principe de la nouvelle régulation :



Au passage à l'horaire de nuit, le thermostat d'ambiance mesure une température intérieure supérieure à sa consigne, son contact s'ouvre, déconnectant la sonde extérieure. Pour le régulateur, c'est une température infinie à la sonde extérieure.. Donc, soit la chaudière va se couper, soit les vannes mélangeuses vont se fermer.

Si durant la coupure, la température intérieure descend en dessous de la température de consigne du thermostat d'ambiance (par exemple 16°C), le contact du thermostat se ferme reconnectant la sonde extérieure. Le régulateur central se remet alors à fonctionner comme auparavant (en principe sur sa courbe de chauffe de nuit).

Au passage à l'horaire de jour, la sonde extérieure se reconnecte et le régulateur central reprend sa fonction .

On peut également envisager une deuxième façon de travailler, légèrement moins performante : placer une deuxième sonde extérieure, associée à une horloge. Si la température extérieure de nuit ne descend pas en dessous d'une certaine valeur à régler



2 Chauffage

7 Améliorer le ralenti nocturne

(par exemple 5°C), l'installation est complètement coupée, sinon, le ralenti se fait par abaissement de la courbe de chauffe comme auparavant.

Enfin, la technique de ralenti la plus performante, d'un point de vue énergétique, est l' "optimiseur". Il faut cependant être prudent lorsque l'on place un tel équipement. En effet, celui-ci ne sera performant que s'il équipe une installation ne présentant pas de désordre hydraulique

Précautions à prendre :

- Si le thermostat d'ambiance agit directement sur la chaudière

Il faut que la chaudière existante puisse retomber complètement en température et fonctionner à température réduite sans risquer l'apparition de condensation et de corrosion. En cas de doute, interroger le fabricant de la chaudière ou son fournisseur.

- Si le thermostat d'ambiance agit sur les vannes mélangeuses

Cette solution sera choisie si la chaudière ne peut pas travailler en basse température.

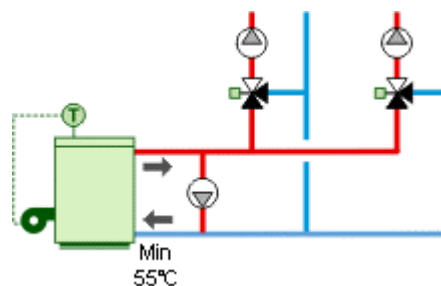
Il faudra cependant être attentif au risque de choc thermique dans la chaudière au moment de la relance. En effet, si les vannes restent fermées toute la nuit, la température de l'eau dans les corps de chauffe et les conduites va chuter aux environs de 20°C. Lorsque les vannes s'ouvrent en grand, c'est ce volume d'eau à 20°C qui arrive à la chaudière qui, elle, est restée chaude.

Le risque encouru est double :

- Pour les chaudières en fonte, l'arrivée de l'eau froide en contact avec la fonte chaude risque de provoquer un choc thermique, une fatigue de la fonte et à terme une rupture de la chaudière.
- La chaudière va se remplir d'eau froide. Pendant une courte période, la chaudière fonctionnera à une température d'eau risquant de provoquer une importante condensation des fumées et donc de la corrosion dans la chaudière.

Deux solutions sont possibles pour prévenir ces problèmes :

- Prévoir une ouverture progressive des vannes mélangeuses pour que l'eau froide se mélange progressivement à l'eau chaude.
- Prévoir, dans les circuits primaires en boucle ouverte, un circulateur de recyclage sur les chaudières qui renvoie une partie de l'eau chaude vers la chaudière lorsque la température de retour vers celle-ci est trop basse (en dessous de 55°C).



Circuit primaire en boucle ouverte

LA JUSTIFICATION

Les modifications de régulation proposées pour passer d'un abaissement à une coupure nocturne ont un coût voisin de 750 € (à confirmer par devis, au cas par cas). Avec un prix du fuel (relativement bas) de 0,25 €/litre et un temps de retour souhaité de 2 ans, cela représente une économie escomptée de : $750 \text{ [€]} / 2 \text{ [ans]} / 0,25 \text{ [€/litre]} = 1\,500 \text{ [litres/an]}$.

Ceci est tout à fait faisable au vu des chiffres théoriques d'économie.

Exemple d'un cas extrême :

Un bâtiment de 2 000 m², très isolé, et avec une forte inertie, consomme 10 litres de fuel au m², soit 20 000 litres de fuel par an avec un fonctionnement continu. L'économie escomptée est de 8 % pour un abaissement de la température d'eau, et de 14 % pour une coupure de nuit et de week-end.

La deuxième solution permet d'économiser annuellement :

$$10 \text{ [l/m}^2\text{]} \times 2\,000 \text{ [m}^2\text{]} \times 14\% = 2\,800 \text{ litres de fuel par an,}$$

ce qui permet de rentabiliser rapidement l'investissement à consentir pour ce choix.

2 Chauffage

8 Adapter la courbe de chauffe aux besoins réels d'hiver

LA MESURE

Améliorer le réglage des courbes de chauffe

L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Il est difficile de chiffrer l'impact énergétique de tels défauts de régulation. Celui-ci n'est cependant pas négligeable. Pour s'en convaincre, on peut retenir l'ordre de grandeur suivant :

dans un local dont la température de consigne est de 20°C, un degré de trop = 7 ... 8 % de surconsommation !

LA MISE EN OEUVRE

Chaque bâtiment doit avoir une courbe de chauffe unique, fonction :

- des caractéristiques des émetteurs,
- de la température intérieure souhaitée
- des caractéristiques thermiques du bâtiment

Trouver cette courbe n'est pas évident. Il faut définir la pente de la courbe et le déplacement parallèle de celle-ci pour satisfaire aux besoins.

Ce n'est pas au chauffagiste à régler cette courbe mais bien à une personne vivant dans le bâtiment. Il faut procéder, en hiver et en mi-saison, à des ajustements en fonction des plaintes des occupants. Ces ajustements et leur résultat doivent être consignés jusqu'à ce que la bonne courbe soit trouvée.

Remarque : Beaucoup de régulateurs peuvent être "compensés" par une mesure de température ambiante. Dans ce cas, la température d'eau établie par la courbe de chauffe est affinée en fonction d'un thermostat d'ambiance situé dans un local témoin. Cela ne dispense cependant pas de choisir une courbe de chauffe correcte au départ, car l'ampleur des ajustements reste réduite.

Comment régler la courbe de chauffe ?

- Premier réglage de base

0. Préalable

La méthode décrite ci-après, s'applique au réglage de la courbe de chauffe lorsque l'on veut supprimer complètement les anciens réglages et repartir à zéro.

1. Définir les besoins

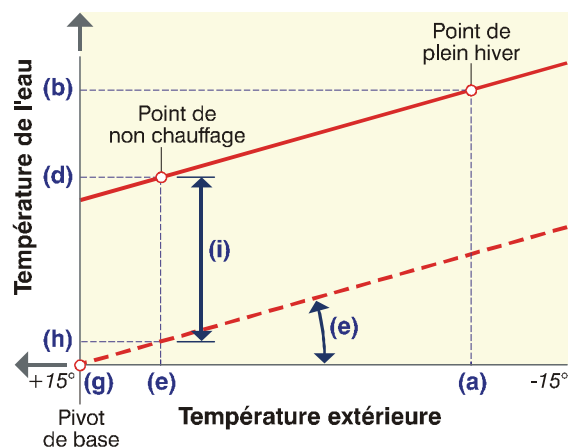
- En hiver :
T° extérieure de base = (a)
T° maximale de l'eau = (b)
- En saison chaude :
T° extérieure de non chauffage = (c)
T° minimale de l'eau = (d)

2. Calculer la pente

$$\text{Pente} = [(b) - (d)] / [(c) - (a)] = \dots\dots\dots (e)$$

3. Connaître le point pivot de base du régulateur (défini dans la notice technique)

- T° extérieure de non chauffage = (f)
- T° minimum de l'eau = (g)



2 Chauffage

8 Adapter la courbe de chauffe aux besoins réels d'hiver

4. Calculer le déplacement parallèle

Température de l'eau pour une pente égale à (e), le point pivot de base du régulateur [(f), (g)] et une température de non chauffage égale à (c) = (g) + [(f) - (c)] x (e) = (h)

Déplacement parallèle = (d) - (h) = (i)

• Ajustement de la courbe aux besoins

0. Préalable

Par souci d'optimisation du fonctionnement des installations, la courbe de chauffe sera abaissée jusqu'au minimum n'engendrant pas de plainte.

Les corrections doivent s'effectuer pas par pas (une graduation à la fois). Un jour ou deux doivent s'écouler entre deux actions successives.

Pour apprécier le réel impact d'une modification des paramètres de la courbe de chauffe lorsque l'installation est équipée de vannes thermostatiques, il est important de maintenir celles-ci en position ouverte durant la durée du réglage.

Toute modification des paramètres de la régulation doit être consignée par écrit (réglages existants, date de la modification, nouveaux réglages, réactions des occupants.)

Dans le cas d'une modification de la pente, deux méthodes peuvent être appliquées :

1. Modification de pente est légère (0,1 ... 0,6)

On n'envisagera pas de changement de déplacement parallèle

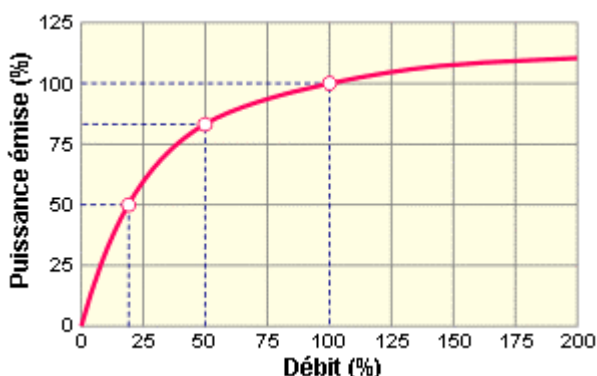
2. Modification de pente importante (plus de 0,6)

Un changement de déplacement parallèle s'impose pour ne pas engendrer un inconfort en mi-saison. La mi-saison venue, si des plaintes apparaissent, on appliquera la méthode d'adaptation de la courbe de chauffe en mi-saison (Voir fiche **2.9**).

LA JUSTIFICATION

Un mauvais réglage de la courbe de chauffe sera source soit d'un manque de chaleur, soit d'une surchauffe (donc d'une surconsommation), même si les radiateurs sont équipés de vannes thermostatiques.

En effet, la puissance d'un radiateur varie peu en fonction de son débit.



Puissance émise par un radiateur en fonction de son débit d'eau

La course utile des vannes thermostatiques étant extrêmement petite (environ 0,5 mm), elles ne peuvent fonctionner avec d'importantes réductions de débit (plus de 80 %).

Par ailleurs, pour les faibles débits, une petite variation de position de la vanne provoque une importante variation de puissance du radiateur. La température ambiante fluctuera en conséquence. Dans ces conditions, la vanne thermostatique s'ouvrira et se fermera perpétuellement, essayant de corriger ses erreurs. Jamais elle ne trouvera son point d'équilibre.

Les vannes thermostatiques ne peuvent donc être utilisées que comme organe de réglage final et non comme réglage principal.

2 Chauffage

9 Adapter la courbe de chauffe aux besoins de la mi-saison

LA MESURE

Adapter la courbe de chauffe aux besoins de la mi-saison

L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Il est difficile de chiffrer l'impact énergétique de tels défauts de régulation. Celui-ci n'est cependant pas négligeable. Pour s'en convaincre, on peut retenir l'ordre de grandeur suivant :

dans un local dont la température de consigne est de 20°C, un degré de trop = 7 ... 8 % de surconsommation !

LA MISE EN OEUVRE

Si on veut optimiser le rendement énergétique de l'installation de chauffage, on abaissera progressivement la courbe de chauffe jusqu'à ce que les premières plaintes des occupants apparaissent.

De même, lorsqu'un inconfort se fait ressentir (trop chaud ou trop froid) en mi-saison, il y a lieu de corriger le déplacement parallèle

Dans cette situation, une correction de la pente s'impose pour ne pas perturber le fonctionnement d'hiver.

Les ajustements se feront pas à pas (une graduation à la fois), un jour ou deux devant s'écouler entre deux modifications successives pour donner au bâtiment le temps de s'adapter à la modification.

1. Connaître les réglages actuels

Pente = (a)

Déplacement parallèle = (b) (en degrés)

2. Définir le nouveau déplacement parallèle

Le nouveau déplacement parallèle = l'ancien +/- une graduation (c)

3. Connaître le point pivot de base du régulateur (défini dans la notice technique)

T° extérieure de non chauffage = (d)

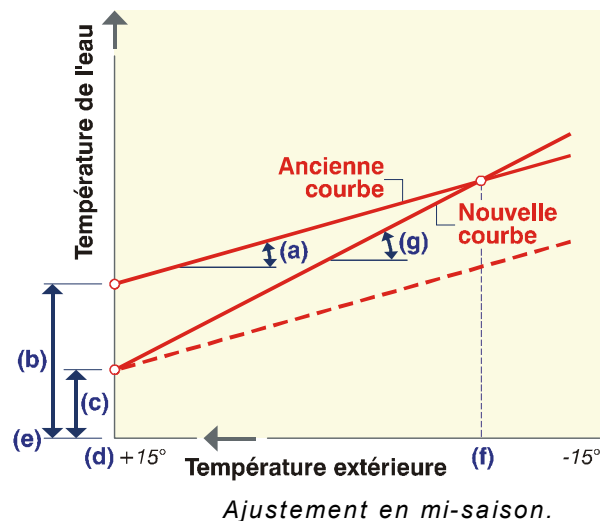
T° minimale de l'eau = (e)

4. Connaître la température extérieure de base

T° extérieure de base = (f)

5. Calculer la nouvelle pente

Pente = $[(b) - (c)] / [(d) - (f)] + (a) = \dots\dots\dots (g)$



LA JUSTIFICATION

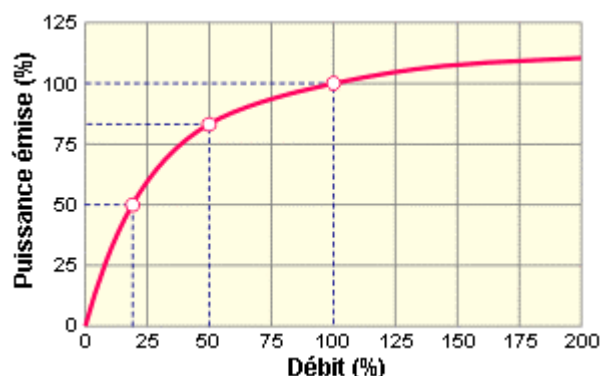
Un mauvais réglage de la courbe de chauffe sera source soit d'un manque de chaleur, soit d'une surchauffe (donc d'une surconsommation), même si les radiateurs sont équipés de vannes thermostatiques.



2 Chauffage

9 Adapter la courbe de chauffe aux besoins de la mi-saison

En effet, la puissance d'un radiateur varie peu en fonction de son débit.



Puissance émise par un radiateur en fonction de son débit d'eau

La course utile des vannes thermostatiques étant extrêmement petite (environ 0,5 mm), elles ne peuvent fonctionner avec d'importantes réductions de débit (plus de 80 %).

Par ailleurs, pour les faibles débits, une petite variation de position de la vanne provoque une importante variation de puissance du radiateur. La température ambiante fluctuera en conséquence. Dans ces conditions, la vanne thermostatique s'ouvrira et se fermera perpétuellement, essayant de corriger ses erreurs. Jamais elle ne trouvera son point d'équilibre.

Les vannes thermostatiques ne peuvent donc être utilisées que comme organe de réglage final et non comme réglage principal.

2 Chauffage

10 Améliorer la gestion de la chaudière en été

LA MESURE

- Si la chaudière n'est pas nécessaire à la préparation de l'eau chaude sanitaire, l'arrêter.
- Sinon, vérifier que le fonctionnement du chauffage est limité autant que possible.

L'ECONOMIE POTENTIELLE

L'économie sur la consommation annuelle de chauffage peut aller de quelques dixièmes de pourcents jusqu'à 3 voire 5%.

L'intérêt de la "priorité sanitaire" augmente si la chaudière présente des pertes à l'arrêt élevées. Cette mesure est donc particulièrement intéressante pour les chaudières gaz atmosphériques dont l'échangeur est en communication ouverte avec la cheminée.

LA MISE EN OEUVRE

Deux cas de figure sont à envisager

1. La chaudière n'est pas nécessaire à la préparation de l'eau chaude sanitaire :

Arrêter manuellement la chaudière à la fin de la période de chauffe.

2. La chaudière est nécessaire à la préparation de l'eau chaude sanitaire :

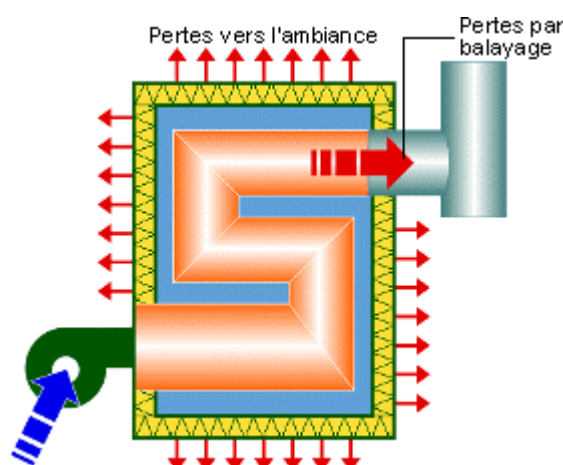
- Arrêter manuellement la circulation de l'eau chaude dans les circuits destinés au chauffage du bâtiment.
- Mettre en place une "priorité eau chaude sanitaire", si l'échangeur avec le ballon de stockage n'est pas un échangeur à plaque instantané.

Voir la fiche [6.1](#).

LA JUSTIFICATION

La "priorité eau chaude sanitaire" évite de maintenir en permanence les chaudières à haute température et limite les pertes à l'arrêt : pertes vers l'ambiance, et pertes par balayage.

De même, limiter le nombre de mises en route de la chaudière en concentrant les périodes de préparation d'eau chaude sanitaire permet de garder la chaudière à basse température le plus longtemps possible et donc de diminuer les pertes à l'arrêt.



2 Chauffage

10 Améliorer la gestion de la chaudière en été

Exemples :

1. Chaudière moderne à brûleur pulsé correctement dimensionnée de 300 kW.

Si elle fonctionne à température constante de 70°C, son coefficient de perte à l'arrêt est de 0,3 %.

Les pertes à l'arrêt sur la saison d'été sont donc évaluées à :

$$2\,880 \text{ heures}^* \times 0,3\% \times 300 \text{ kW} = 2\,592 \text{ kWh ou } 259 \text{ litres de fuel}$$

* Saison d'été considérée : du 15 mai au 15 septembre, soit 120 jours ou 2 880 heures.

Si la chaudière travaille en température glissante, son coefficient de perte à l'arrêt moyen sera alors de 0,11 %.

Les pertes à l'arrêt sur la saison d'été sont donc évaluées à :

$$2\,880 \text{ heures} \times 0,11\% \times 300 \text{ kW} = 950 \text{ kWh ou } 95 \text{ litres de fuel}$$

- Economie réalisée : $2\,592 - 950 = \mathbf{1\,642 \text{ litres de fuel}}$

Si la consommation annuelle de la chaudière est de 36 000 litres de fuel par an (300 kW x 1 200 heures), l'économie ne représente que **0,5 %** de la consommation annuelle.

2. Chaudière gaz à brûleur atmosphérique classique de 300 kW surdimensionnée.

Si elle fonctionne à température constante de 70°C, son coefficient de perte à l'arrêt est de 1,3 %.

Les pertes à l'arrêt sur la saison d'été sont donc évaluées à :

$$2\,880 \text{ heures} \times 1,3\% \times 300 \text{ kW} = 11\,232 \text{ kWh ou } 1\,123 \text{ m}^3 \text{ de gaz}$$

Si la conception de cette chaudière lui permet de travailler en température glissante et ne remonte en température que pour produire l'eau chaude sanitaire, son coefficient de perte à l'arrêt moyen sera alors de 0,5 %.

Les pertes à l'arrêt sur la saison d'été sont donc évaluées à :

$$2\,880 \text{ heures} \times 0,5\% \times 300 \text{ kW} = 4\,320 \text{ kWh ou } 432 \text{ m}^3 \text{ de gaz}$$

- Economie réalisée : $1\,123 - 432 = \mathbf{691 \text{ m}^3 \text{ de gaz ou environ } 155 \text{ €/an}}$

Si la consommation annuelle de la chaudière est de 24 000 m³ de gaz par an (300 kW x 800 heures), l'économie représente presque **3 %** consommation annuelle.

2 Chauffage

11 Améliorer la régulation de la chaudière à condensation

LA MESURE

Alimenter la chaudière avec de l'eau à basse température pour valoriser sa propriété de condensation :

- Régler le brûleur
- Adapter le réseau
- Diminuer autant que possible la température de l'eau



L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Pour le gaz naturel, le même m³ donne 11% de chaleur en plus s'il y a condensation.

Le gain réel obtenu sur une saison de chauffe en valorisant au mieux la propriété de condensation de la chaudière est difficile à estimer car il dépend de la température d'eau qui irrigue la chaudière et qui est variable (elle dépend de la courbe de chauffe choisie).

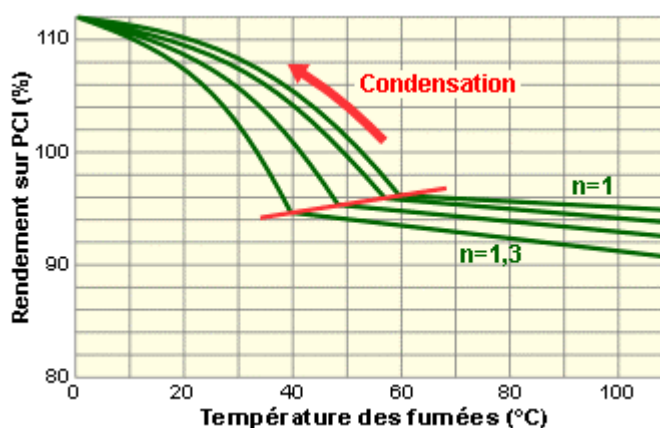
Néanmoins, on peut dire que **6 ... 9 %** d'économie sur la consommation annuelle est un ordre de grandeur réaliste (selon informations de l'ARGB et résultats de programmes de simulation de certains fabricants).

LA MISE EN OEUVRE

∞ Améliorer le réglage du brûleur

Voir aussi la fiche **2.1**

Un excès d'air de combustion trop important entraîne une diminution de la température des fumées. L'énergie récupérée grâce à la condensation diminue en conséquence. Pour évaluer la qualité du réglage, il faut procéder ou faire procéder par le chauffagiste à un contrôle de combustion.



Rendement utile d'une chaudière gaz en fonction de la température des fumées à la sortie de la chaudière et de l'excès d'air ($n = 1,3$ équivaut à un excès d'air de 30%)

∞ Adapter le réseau de distribution d'eau chaude

Certaines chaudières comportent deux branchements de retour : un retour "basse température" au niveau du condenseur et un retour "haute température" au niveau du premier échangeur.

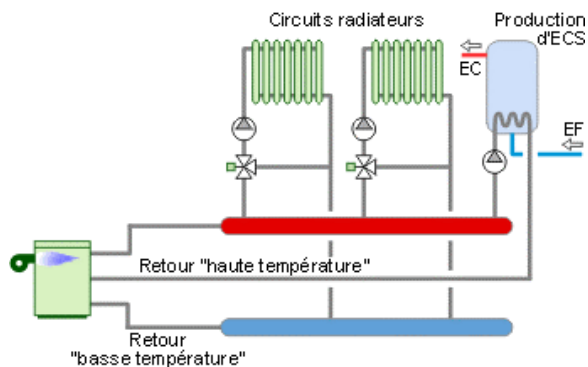
Face à une telle configuration, il convient de s'assurer que les différents circuits sont raccordés au retour adéquat en fonction de la température d'eau demandée :

- les circuits de production d'eau chaude sanitaire, de batteries à eau chaude, par exemple, qui nécessitent de l'eau à une température élevée sur le retour "haute température";
- les circuits radiateurs distribuant de l'eau à une température plus basse sur le retour "basse température".

Exemple :

2 Chauffage

11 Améliorer la régulation de la chaudière à condensation



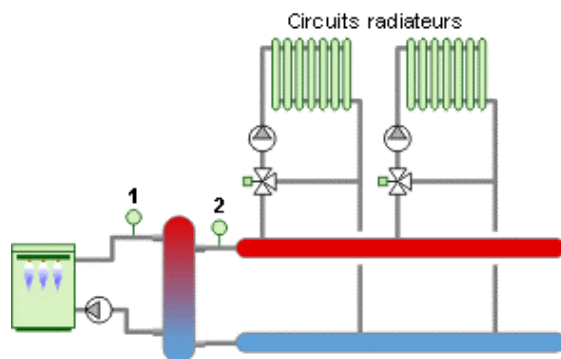
La chaudière alimente des circuits de chauffage par radiateurs régulés en température glissante (garantit un retour le plus froid possible vers le condenseur) et une production d'eau chaude sanitaire. Les configurations de la régulation (où la température de départ de la chaudière peut rester constante) et du circuit primaire en boucle ouverte sont extrêmement simples (il n'y a pas de circulateur primaire).

∞ Diminuer autant que possible la température de l'eau

La température de retour de l'eau vers la chaudière est conditionnée par la température demandée par les circuits secondaires. Celle-ci est le plus souvent réglée en fonction de la température extérieure au moyen d'une vanne mélangeuse et d'une courbe de chauffe. Il faut donc abaisser les courbes de chauffe autant que possible tout en maintenant le confort des occupants. Plus la température d'eau de retour est froide, plus la quantité de fumée condensée est importante et meilleur est le rendement (voir les fiches [2.8](#) et [2.9](#)).

Certaines chaudières à condensation, qui nécessitent en permanence un débit minimal, imposent l'utilisation d'une bouteille casse-pression. Dans ce cas, il convient de vérifier en plus que la température de la chaudière suit au plus près la température du circuit le plus demandeur.

Exemple de circuit hydraulique raccordé à une chaudière à condensation demandant un débit minimal permanent



Si la chaudière doit en plus produire de l'eau chaude sanitaire, et que ce besoin n'est pas continu (comme dans un hôpital, par exemple), on essaiera de concentrer les périodes de fonctionnement à haute température à l'aide d'une gestion horaire ou en augmentant le différentiel d'enclenchement du ballon de stockage (voir fiche [2.10](#)).

LA JUSTIFICATION

La chaudière à condensation est plus efficace qu'une chaudière traditionnelle parce qu'elle récupère de l'énergie contenue dans les fumées.

En effet, lors de la combustion du gaz naturel, les fumées contiennent non seulement du CO₂, mais également de la vapeur d'eau. Dans une chaudière à condensation, les fumées "croisent" l'eau de retour du circuit de distribution dans un échangeur nommé "condenseur". Au contact de l'eau à basse température, la vapeur d'eau condense et donne sa chaleur latente à l'eau.

Mais posséder une chaudière à condensation n'est pas en soi, une garantie d'efficacité énergétique optimale. Encore faut-il que cette chaudière condense réellement !

Pour cela, il faut

- que les fumées soient suffisamment chaudes
- que l'eau de retour qui alimente le condenseur soit suffisamment froide (en tout cas inférieure à la température de rosée des fumées, soit de 53 à 58°C pour les fumées issues de la combustion du gaz naturel).

2 Chauffage

12 Veiller à l'emplacement correct de la sonde extérieure

LA MESURE

Déplacer la sonde extérieure si elle est soumise à un apport de chaleur artificielle et n'est pas représentative de la température extérieure.

L'ECONOMIE POTENTIELLE

Cette mesure ne permet pas d'économie par elle seule, mais elle est à la base d'une régulation correcte, et permet donc d'éviter des gaspillages liés à une mauvaise régulation.

LA MISE EN ŒUVRE

- S'il n'y a qu'une sonde pour le bâtiment, elle doit lire une valeur représentative pour toutes les façades. On la posera donc sur une façade qui reçoit peu de rayonnement direct, une façade nord, nord-ouest ou nord-est.
- La sonde doit être éloignée de toute source de chaleur :



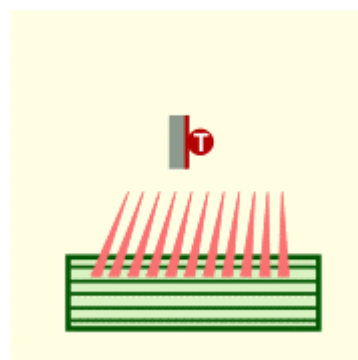
La sonde ne peut être soumise à l'ensoleillement direct.



La sonde ne peut être placée contre une cheminée.



La sonde ne peut être placée au-dessus d'une fenêtre.



La sonde ne peut être placée au-dessus d'une sortie de ventilation.



2 Chauffage

12 Veiller à l'emplacement correct de la sonde extérieure

LA JUSTIFICATION

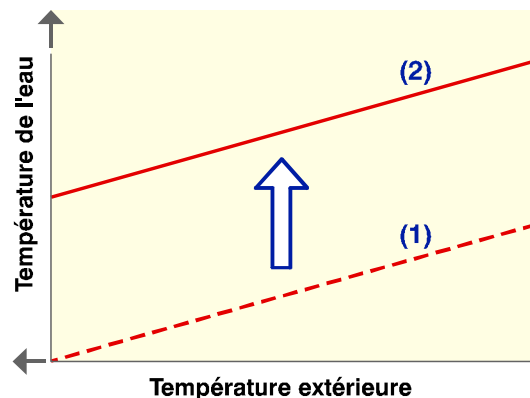
Un mauvais emplacement de la sonde extérieure peut entraîner des problèmes de confort à la suite desquels on va modifier la régulation, avec pour conséquence des surconsommations à certains moments.

Exemple :

Une journée où la température extérieure est de 8°C, la sonde est ensoleillée et "lit" une température de 14°C. Elle transmet donc cette valeur à la chaudière qui va fournir trop peu de chaleur, voire même s'arrêter.

- Conséquence :
les occupants vont se plaindre d'un manque de chaleur, et on va modifier la courbe de chauffe vers le haut.

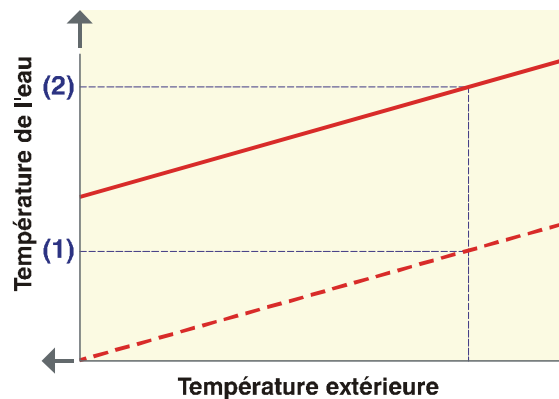
(1) courbe de chauffe initiale correcte
(2) courbe de chauffe modifiée



Le lendemain, il fait toujours 8°C à l'extérieur, mais il n'y a pas de soleil. La sonde "lit" donc la température extérieure réelle, et envoie cette valeur à la chaudière. Celle-ci, voyant qu'il fait plus froid que la veille, augmente la quantité de chaleur qu'elle envoie.

- Conséquence :
il fait trop chaud dans les bureaux. Au mieux, les vannes thermostatiques vont se fermer, et le gaspillage se limitera aux pertes de la chaudière inutilement importantes. Au pire, certains occupants vont ouvrir la fenêtre, gaspillant l'énergie qui leur est apportée.

(1) Température de l'eau nécessaire
(courbe de chauffe initiale correcte)
(2) Température de l'eau fournie
(courbe de chauffe modifiée)



2 Chauffage

13 Isoler les conduites

LA MESURE

Isoler les conduites et les vannes dans les locaux non chauffés (caves, gaines techniques, faux plafonds, ...)

L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Economie potentielle de l'ordre de 65 litres de fuel par an par mètre de tuyauterie isolée (pour un diamètre 2", avec de l'eau à 70°C, dans une chaufferie à 20°C).

Le temps de retour est de moins d'un an !

LA MISE EN OEUVRE



Voici les épaisseur d'isolant recommandées en fonction du diamètre des conduites (λ isolant = 0,040 W/mK). La perte thermique est ainsi réduite à une valeur moyenne de 13 W/m (entre 7 W/m pour les tuyaux les plus fins jusqu'à 22 W/m pour les plus gros tuyaux).

		Épaisseur d'isolant recommandée [mm]					
	Diamètre [mm]	21	34	60	114	165	220
	Diamètre [pouces]	1/2"	1"	2"	4"	6"	8"
Fonctionnement pendant la saison de chauffe (5 800 heures de service/an)	T° moy eau 70 [°C]	30	30	40	60	80	80
	T° moy eau 43 [°C] (T° glissante)	10	10	20	30	40	60

Attention :

- L'isolation des vannes masque provisoirement l'apparition de fuites ! Il est donc conseillé d'isoler les vannes ne présentant pas de faiblesse visible avec des coquilles ou des matelas facilement démontables et de les surveiller régulièrement. Il ne faut évidemment pas isoler une vanne qui présente déjà des défauts d'étanchéité. Ces vannes devraient être remplacées car toute fuite et rajout d'eau est source de corrosion interne pour l'installation



2 Chauffage

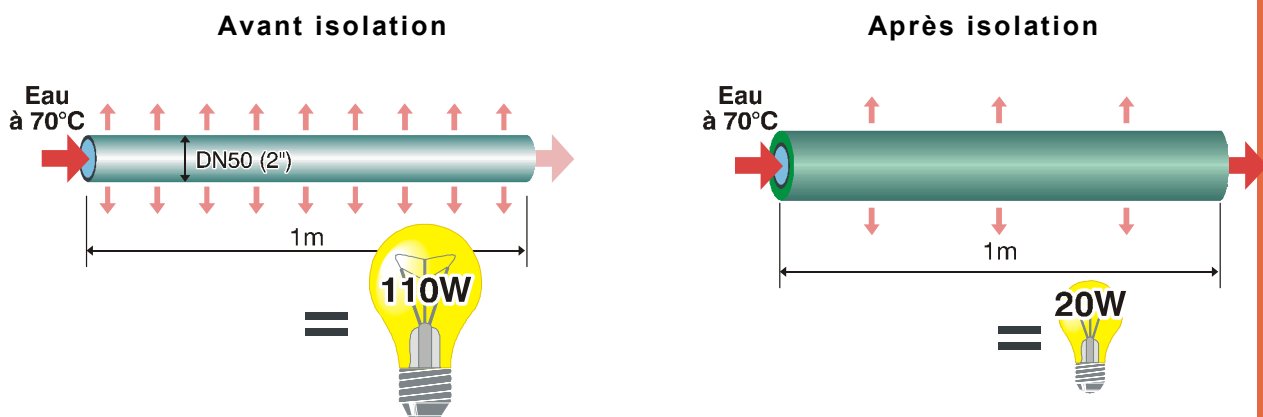
13 Isoler les conduites

- Ne pas oublier les tuyauteries cachées dans les faux plafonds, dans les vides techniques, etc.



LA JUSTIFICATION

Prenons 1 m de tuyauterie DN 50 (2"), à 70°C, dans une chaufferie à 20°C. Le rendement saisonnier de la chaudière est supposé égal à 0,8. La circulation fonctionne toute la saison de chauffe.

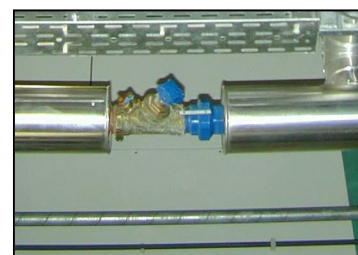


- Puissance perdue = 110 [W]
- Consommation annuelle par mètre :
= 110 [W] x 6 000 [h/an] / 0,8
= 825 [kWh/an] ou
82.5 litres de fuel/an
ou 31 €/an

- Puissance perdue = 20 [W]
- Consommation annuelle par mètre :
= 20 [W] x 6 000 [h/an] / 0,8
= 150 [kWh/an] ou
15 litres de fuel/an
ou 6 €/an

L'isolation du mètre de tuyau permet donc d'économiser **67.5 [litres fuel]**, ce qui représente un montant de l'ordre de 25 [€/an] (à 0,375 [€/litre fuel]). Si on estime le coût de l'isolation du mètre de conduite autour de 8 à 9 €/m, cet investissement est rentabilisé avant la fin de l'année.

Les vannes jouent également un rôle important : en première approximation, on admet que les pertes d'une vanne à brides sont similaires à 1 mètre de tuyauterie du même diamètre.



2 Chauffage

14 Réduire le débit d'eau chaude de l'installation

LA MESURE

- Sélectionner une vitesse inférieure sur les pompes avec sélecteur
- Lors du remplacement des pompes, revoir leur dimensionnement
- Si les unités terminales sont à débit variable, remplacer la pompe de circulation par une pompe à vitesse variable



L'ÉCONOMIE POTENTIELLE

Un chiffre à retenir : si le débit de l'installation est 2x supérieur au débit nécessaire, les pompes consomment environ 6x trop!

Commuter un circulateur sur une vitesse inférieure peut permettre une économie de l'ordre de 40% sur la consommation des circulateurs, sans aucun investissement.

Le temps de retour du remplacement d'un circulateur à vitesse fixe par un circulateur mieux dimensionné est de l'ordre de 2 ans (circulateur d'une puissance de 800 W, dimensionné sur base de pertes de charges surévaluées de 50%)

Ordre de grandeur du prix d'un circulateur : 300 ... 400 € pour un circulateur standard, et de l'ordre de 800 € pour un circulateur à vitesse variable

LA MISE EN OEUVRE

Comment savoir si le débit est adéquat ?

Premier indice : la puissance des pompes

Dans une installation équipée de radiateurs, si la puissance électrique des circulateurs est supérieure à 1 à 2% de la puissance de chauffage du bâtiment, les circulateurs peuvent être considérés comme surdimensionnés.

Pratiquement, on peut donc

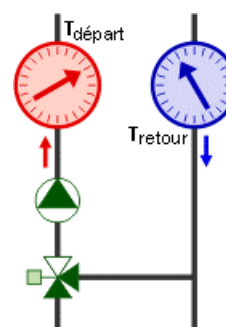
- additionner les puissances nominales lues sur les plaques signalétiques des circulateurs, en W;
- multiplier cette valeur par 0,9 pour estimer la puissance électrique absorbée;
- comparer cette valeur avec la puissance thermique des chaudières (en kW) multipliée par 2.
- Si la première valeur est supérieure à la seconde, on peut supposer qu'il y a surdimensionnement des circulateurs.

Deuxième indice : la température de l'eau de retour

L'installation de chauffage est généralement dimensionnée pour fonctionner avec un régime d'eau 90°C-70°C, ou 80°C-60°C.

Si, par temps très froid, on constate néanmoins une température de retour trop haute, on peut supposer que le débit de l'installation est trop important.

Exemple, si en plein hiver, le régime de fonctionnement est 80°C-70°C, le débit est deux fois trop important, et la consommation, du circulateur 8 fois trop importante .



2 Chauffage

14 Réduire le débit d'eau chaude de l'installation

Comment diminuer un débit trop important ?

- Si les pompes possèdent différentes vitesses commutables (pompes à 2 ou 3 vitesses avec sélecteur ou couvercle de bornier pouvant être monté en diverses positions), réduire la vitesse manuellement
 - soit de façon permanente,
 - soit en fonction de la saison.

Cette amélioration ne coûte rien et peut être faite à l'essai. Si des plaintes apparaissent la situation d'origine peut facilement être rétablie.

Si la réduction de vitesse n'est pas possible, on peut envisager de remplacer le circulateur surdimensionné.



Si le circulateur n'est pas remplacé dans l'immédiat, éviter à tout prix que, lors du remplacement forcé, la sélection du nouvel équipement se limite à choisir un circulateur présentant les mêmes dimensions afin de pouvoir s'insérer sans difficulté dans l'emplacement libéré par l'appareil défectueux.

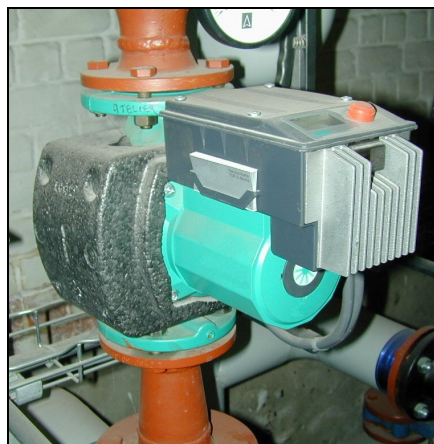
Idéalement, on choisira un circulateur avec variateur de vitesse : en le plaçant, il sera possible de diminuer progressivement la vitesse (sans modifier la température de l'eau), jusqu'à atteindre celle qui assurera une distribution uniforme, sans pénaliser le dernier corps de chauffe (juste avant que les premières plaintes n'apparaissent).

- Enfin, si les unités terminales sont à débit variable, on remplacera certainement la pompe à vitesse fixe par un circulateur à vitesse variable

Attention! On restera attentif à ne pas remplacer un circulateur manifestement surdimensionné par un circulateur à vitesse variable de la même puissance.

En effet, lorsque le nouveau circulateur tourne à une valeur trop faible, cela entraîne une chute de rendement importante. De plus, on ferait un investissement inutilement élevé.

Même un nouveau circulateur à vitesse variable doit donc faire l'objet d'un dimensionnement.



LA JUSTIFICATION

Les pompes de circulation sont souvent surdimensionnées : le calcul des pertes de charge dans les réseaux de chauffage est une tâche fastidieuse, on procède donc souvent à des estimations, puis, on choisit un circulateur d'un modèle encore supérieur pour avoir une réserve. Par exemple, une étude suisse sur plusieurs centaines de bâtiments a montré que le débit des installations de chauffage était en moyenne 2,5 fois surdimensionné par rapport aux besoins.

Ceci signifie que le débit est plus important que nécessaire. Il en résulte :

- une diminution du rendement du circulateur
- une surconsommation électrique

2 Chauffage

15 Equilibrer le réseau hydraulique

LA MESURE

Equilibrer le réseau hydraulique :

- Installer des vannes d'équilibrage
- Régler les vannes d'équilibrage existantes

L'ECONOMIE POTENTIELLE

Le seul équilibrage du réseau ne permet pas d'économie. Il permet d'éviter des adaptations aléatoires de la régulation pour satisfaire les besoins de chaleur de tous les locaux, adaptations qui peuvent engendrer une surconsommation allant jusqu'à 30% si on supprime le ralenti nocturne.

LA MISE EN OEUVRE

Si l'installation n'est pas équipée de vannes d'équilibrage sur les émetteurs et/ou sur les circuits (au pied des colonnes et retour de chaque branche), et que des problèmes d'inconfort sont rencontrés, il est conseillé d'équiper l'installation.

L'équipement : les vannes d'équilibrage

1. Sur les émetteurs



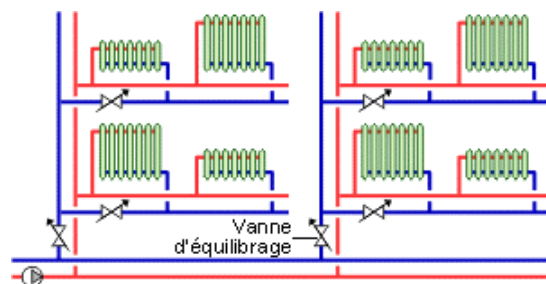
Si le problème de confort est ponctuel (dans l'un ou l'autre local), on peut améliorer la situation en équipant les radiateurs de tés de réglage, et en répartissant le débit entre les radiateurs d'une même branche du circuit. Les tés de réglages peuvent être indépendants, ou incorporés dans le corps de la vanne thermostatique.

Réglage d'un té :

Dévisser le capuchon et au moyen d'un tournevis, modifier la position du réglage

2. Au retour des circuits

Si le problème de confort est plus global (une zone se plaint d'avoir trop froid, l'autre d'avoir trop chaud,...), on peut placer des vannes d'équilibrage, au pied de chaque colonne et sur chaque branche et ajuster la répartition du débit entre les différents circuits. L'équilibrage au pied des colonnes apporte déjà de grandes améliorations du confort.



On rencontre

- des vannes simples,
- des vannes munies de prises de pression différentielle, permettant de mesurer le débit (photo ci-contre),
- des vannes automatiques (ou régulateurs de pression différentielle) qui permettent le maintien d'une différence de pression constante au pied de chaque colonne. Elles facilitent l'équilibrage car le réglage correct de la vanne n'est plus influencé par le réglage des circuits voisins, ce qui est le cas avec les vannes à réglage fixe. Le surcoût de ces vannes est ainsi compensé par la facilité de réglage.

L'équilibrage du réseau à l'aide des vannes de ces deux derniers types nécessitera presque toujours l'appel à des spécialistes confirmés, vu la complexité de l'opération.



2 Chauffage

15 Equilibrer le réseau hydraulique

L'équilibrage



- Si le problème de confort est ponctuel (plainte dans l'un ou l'autre local), améliorer la situation, par tâtonnement, en agissant sur les tés de réglage des radiateurs : refermer ceux-ci dans les locaux favorisés et ouvrir ceux des locaux à problème.



Bien repérer la position de départ, et compter le nombre de tours effectués pour éventuellement revenir à la position de départ en cas d'insatisfaction.

- Si le problème de confort est plus global (une zone se plaint d'avoir trop froid, l'autre d'avoir trop chaud,...), il convient de répartir les débits entre les différents circuits.

Voici une méthode d'équilibrage des colonnes, "par tâtonnement", qui permet d'améliorer la situation par soi-même. L'idéal est d'entreprendre ceci par grand froid (température extérieure $< 0^{\circ}\text{C}$ et pas de soleil). En mi-saison, les ΔT sont trop faibles, et donc difficilement mesurables.

Etape 0 : Etablir le schéma hydraulique de l'installation

Etape 1 :

Ouvrir totalement le circuit :

- Mettre toutes les vannes thermostatiques hors service et les bloquer au débit maximal grâce à leur limitation de course.
- Ouvrir complètement toutes les vannes de réglage des radiateurs
- Bloquer les circulateurs à vitesse variable sur leur vitesse nominale,

et régler toutes les vannes de réglage des colonnes à la moitié de leur course.

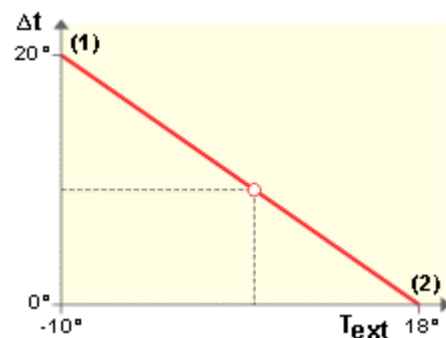
Etape 2 : Déterminer la différence de température ΔT entre l'eau de départ et l'eau de retour nécessaire en fonction des conditions extérieures. Cette différence de température doit être identique pour chaque circuit et chaque radiateur.

Exemple :

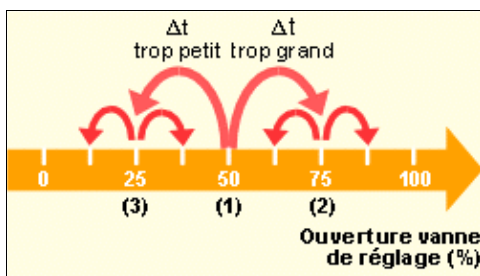
Pour une installation calculée en 90/70, à -10°C extérieur la différence de température entre aller et retour (ΔT) est de 20°C (point 1), et à 18°C extérieur, elle est nulle (point 2).

Si la température extérieure le jour de l'équilibrage est de 4°C , on devrait donc avoir une différence de température entre le départ et le retour de l'eau de 10°C .

$$\frac{20^{\circ}\text{C} \times (18^{\circ}\text{C} - 4^{\circ}\text{C})}{18^{\circ}\text{C} - (-10^{\circ}\text{C})} = 10^{\circ}\text{C}$$



Etape 3 :



Comparer le ΔT au pied de chaque colonne avec la valeur calculée ci-dessus (si les circuits ne possèdent pas de mesure de température, un thermomètre de contact sur le tuyau est suffisant) toutes les vannes de réglage des colonnes étant ouvertes à 50% (point (1)) :

- Si $\Delta T >$ au ΔT calculé, on ouvre la vanne à 75 % (2)
- si $\Delta T <$ au ΔT calculé, on ferme la vanne à 25 % (3)

2 Chauffage

15 Equilibrer le réseau hydraulique

Laisser l'installation retrouver un régime stable (plusieurs heures), et procéder à une nouvelle mesure de température. En fonction du nouveau ΔT on ouvrira ou fermera encore les vannes en prenant comme référence le milieu de chaque intervalle créé sur le graphe ci-dessus.

La méthode présentée ici prendra plusieurs jours et sera d'autant plus difficile que chaque réglage perturbera les circuits déjà réglés.

LA JUSTIFICATION

Un manque de débit dans certains locaux est souvent le résultat d'un déséquilibre de l'installation : certains circuits ou unités terminales présentant moins de pertes de charge (les plus proches de la chaudière) court-circuitent une partie du débit destiné à d'autres zones.

Equilibrer une installation consiste alors à freiner l'eau dans les circuits favorisés, afin qu'elle ne privilégie aucun chemin : la difficulté de passage est alors la même dans chacune des boucles de distribution.

Outre une amélioration du confort, l'équilibrage du réseau permet d'éviter certaines actions sur la régulation qui peuvent entraîner des surconsommations inutiles, comme :

- Augmenter les courbes de chauffe ou carrément supprimer les ralentis nocturnes : ces solutions sont extrêmement consommatrices : augmenter de 1°C la température moyenne du bâtiment, c'est plus de 7% de surconsommation, et supprimer le ralenti nocturne, c'est de 10 à 30 % de surconsommation !
- Augmenter le débit du circulateur commun : cela se traduira par une augmentation du débit dans tous les circuits dans le même pourcentage. Autrement dit, les circuits défavorisés se rapprocheront de leur débit correct, mais les circuits favorisés passeront en surdébit, avec une surconsommation du circulateur et peut-être des problèmes acoustiques !
- Augmenter le débit du circulateur du circuit défavorisé ou placer une pompe relais : c'est la solution la plus dangereuse qui risque de priver un circuit jusqu'alors sans problème.



2 Chauffage

15 Equilibrer le réseau hydraulique

2 Chauffage

16 Arrêter la circulation d'eau chaude lorsqu'elle n'est pas nécessaire

LA MESURE

Arrêter la circulation d'eau chaude

- lorsque les chaudières sont à l'arrêt, en été,
- lorsqu'il n'y a pas de besoins de chaleur dans le bâtiment.

L'ECONOMIE POTENTIELLE

La commande de l'arrêt des pompes par une horloge et/ou un thermostat extérieur nécessite un investissement de l'ordre de 125 ... 250 €. Il se justifie pour une puissance des circulateurs supérieure à 500 W.

Un exemple :

La puissance installée des circulateurs de différents circuits est de 5 kW. En coupant les circulateurs lorsque la température extérieure atteint 15°C, il est possible d'économiser :

5 kW x 2 040 h/an = 10 200 kWh/an, soit 1 138 €/an (à 11,16 €cents/kWh), si l'installation fonctionne normalement toute l'année,

5 kW x 400 h/an = 2 000 kWh/an, soit 223 €/an, si l'installation est coupée en dehors de la saison de chauffe.

LA MISE EN OEUVRE

- Arrêter les circulateurs lorsque les chaudières sont mises à l'arrêt, en été.
Cette action peut se faire manuellement. Les régulations modernes intègrent cette fonction, en prévoyant une remise en route régulière pour éviter que le circulateur ne reste bloqué à la relance de la saison de chauffe (fonction de "dégommage"). Ceci ne demande pas d'investissement.
- On peut aller plus loin, et lier le fonctionnement des circulateurs à la demande de chaleur du bâtiment.
Par exemple, lorsque la température extérieure atteint 15°C, le chauffage devient inutile dans le bâtiment et les circulateurs peuvent être arrêtés.



Notons que lorsqu'un circulateur est remplacé, il est prudent de vérifier que l'installateur a raccordé sa commande au régulateur de chauffage.

LA JUSTIFICATION

La saison de chauffe dure environ 8 mois. Il reste donc, 4 mois pendant lesquels le bâtiment n'a pas besoin de chauffage. Il est donc inutile que les circulateurs tournent pendant ces **2 880 heures**.

Pendant la saison de chauffe (entre le 15 septembre et le 15 mai), il y a encore des périodes pendant lesquelles le bâtiment n'a pas besoin de chaleur :

- en journée, lorsque la température extérieure est suffisamment importante :
à Uccle, la température extérieure pendant la saison de chauffe est, en moyenne, supérieure ou égale à 15°C durant **400 heures**, et supérieure ou égale à 14°C pendant **500 heures**.



2 Chauffage

16 Arrêter la circulation d'eau chaude lorsqu'elle n'est pas nécessaire

- La nuit, si la chaudière est régulée par coupure totale :
si elle est arrêtée entre 18h00 et 4h00 du matin, soit 10h00 par jour, les circulateurs peuvent être arrêtés pendant environ **2 400 heures**.

Ces durées annuelles pendant lesquelles les circulateurs fonctionnent inutilement sont loin d'être négligeables !

2 Chauffage

17 Améliorer l'efficacité des ventilo-convecteurs

LA MESURE

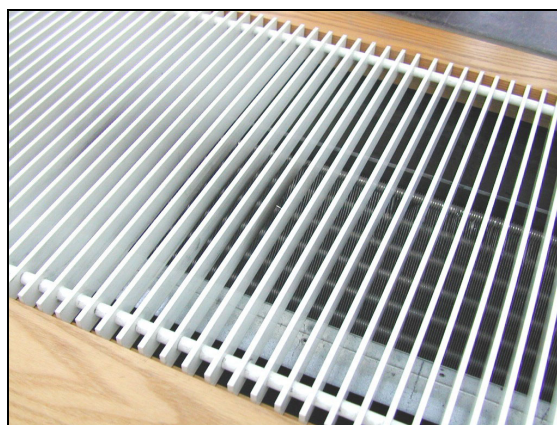
- Vérifier l'étanchéité du raccord des ventilo-convecteurs encastrés avec la grille de pulsion.
- Nettoyer les filtres tous les 6 mois.
- Favoriser le fonctionnement 2 tubes (tout chaud ou tout froid) des ventilo-convecteurs 3 tubes.
- Choisir les ventilo-convecteurs à remplacer avec une option de ventilation à basse vitesse.

LA RENTABILITE

L'économie potentielle de ces mesures dépend de nombreux facteurs comme la puissance des ventilo-convecteurs, l'état de la situation initiale, les besoins en chaud et en froid des différents locaux. Mais elles demandent pas ou très peu d'investissement et sont donc directement rentables.

LA MISE EN OEUVRE

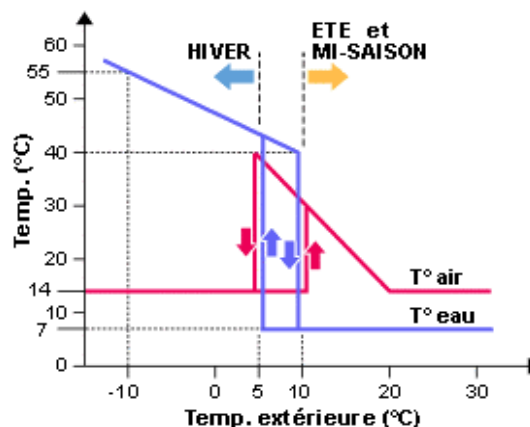
- Si les ventilo-convecteurs sont encastrés en allège ou dans une armoire, vérifier si l'air pulsé est canalisé vers la grille du meuble de façon étanche.



(Centre administratif du MET – Bureaux d'architecture "Aura" et "l'Atelier")

- Nettoyer les filtres tous les 6 mois
- Si les ventilo-convecteurs sont de type "3 tubes", favoriser le fonctionnement 2 tubes (tout chaud ou tout froid), avec une régulation organisant le "change over" avec souplesse :
 - en hiver, alimenter les ventilo-convecteurs en eau chaude uniquement,
 - en été, alimenter les ventilo-convecteurs en eau froide uniquement.

Pour faciliter ce type de fonctionnement, on peut envisager un schéma de régulation similaire à celui repris ci-contre : une seule température d'eau est envoyée dans le réseau qui fonctionne comme une installation 2 tubes, mais la température de l'air pulsé dans les locaux est adaptée à la température extérieure.



2 Chauffage

17 Améliorer l'efficacité des ventilo-convecteurs

Ainsi, pour la période critique de mi-saison, lorsque certains locaux sont en demande de froid et d'autres en demande de chaud,

- si l'eau est chaude et apporte de la chaleur, l'air pulsé est froid (14 ou 16°C). Celui qui a trop chaud bénéficie d'un peu d'apport de froid par la ventilation;
- si l'eau est froide, l'air pulsé est chaud (30 à 35°C). Celui qui a froid reçoit un peu de chaleur par la ventilation.

C'est un compromis puisque de l'énergie est cassée par ce système, mais en moindre quantité que dans un fonctionnement 3 tubes.

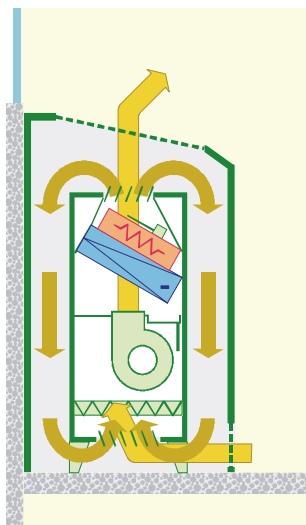
Si on dispose d'une régulation numérique, on peut également essayer de mettre en place un fonctionnement mixte en mi-saison :

- le matin, alimenter les ventilo-convecteurs en eau chaude pour la relance
- l'après-midi, alimenter les ventilo-convecteurs en eau froide uniquement

Ce type de régulation est cependant très difficile à concrétiser car lors du passage du mode chauffage au mode refroidissement, c'est de l'eau chaude qui va traverser l'évaporateur. Cela entraîne, du côté du condenseur, une température élevée, et donc une haute pression importante. Si cette haute pression est trop élevée, la machine frigo va déclencher.

- Si un ventilo-convecteur doit être remplacé, le choisir avec une option de ventilation à basse vitesse

LA JUSTIFICATION



- Etanchéité de la jonction ventilo-convecteurs / grille du meuble

Il importe que l'air pulsé soit canalisé vers la grille du meuble de façon étanche.

A défaut, une partie de l'air sera court-circuité vers la grille de reprise, à l'intérieur du meuble. Ceci diminue la puissance du ventilo et perturbe sa régulation.

- Nettoyage des filtres de ventilo-convecteurs :

Lorsque les filtres sont encrassés, le bruit augmente et le rendement du ventilo-convecteur diminue : à température et débit d'eau glacées égaux, la puissance distribuée diminue.

- Régulation des ventilo-convecteurs 3 tubes

Le fonctionnement traditionnel des ventilo-convecteurs 3 tubes (1 départ chaud, 1 départ froid et 1 retour commun) est très énergivore puisqu'on mélange fréquemment de l'eau froide avec de l'eau chaude, détruisant ainsi de l'énergie.

2 Chauffage

18 Limiter l'ajout d'eau au circuit

LA MESURE

Ne pas ajouter de l'eau au circuit sans étudier l'origine de la fuite.

L'ECONOMIE POTENTIELLE

L'entartrage des chaudières entraîne une diminution du rendement de la chaudière dont l'importance dépend de l'épaisseur de la couche de tartre.

De plus, il peut être la cause de détériorations importantes sur le réseau.

Eviter les fuites est donc toujours rentable!



LA MISE EN OEUVRE

Repérer les fuites

- **Repérer les fuites visuellement** (trace de coulées, présence d'eau)
 - au niveau des soupapes de sécurité,
 - au niveau des joints ou des presse-étoupes,
 - au niveau des corps de chauffe,
 - au niveau de la chaudière.



Il faut être attentif car certaines fuites peuvent rester longtemps invisibles, par exemple parce que l'eau coule sous un isolant, ou parce qu'elle s'évapore dans la chaudière.

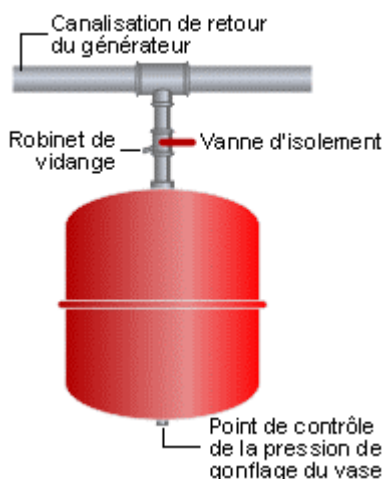
- **Surveiller attentivement la consommation en eau d'appoint.**

La situation peut être considérée comme anormale et dangereuse pour l'installation si la quantité d'eau ajoutée annuellement dépasse **1 litre par kW installé**

Le contrôle de la consommation en eau d'appoint peut se faire manuellement ou à l'aide d'un compteur d'eau sur le système de remplissage. Cette méthode est d'ailleurs obligatoire lorsque l'installation est munie d'un groupe de remplissage automatique. En effet, une fuite permanente peut passer longtemps inaperçue. Il faut alors prévoir un relevé régulier du compteur pour repérer rapidement toute dérive.

Expliquer l'origine des fuites

Outre les fuites qui peuvent provenir des différents éléments du circuit de chauffage, une consommation importante d'eau d'appoint peut provenir du **vase d'expansion** s'il est :



- mal dimensionné.
Dans ce cas, de l'eau risque d'être évacuée régulièrement par la soupape de sécurité de la chaudière.
- percé.
Dans ce cas, il ne remplit plus son rôle. Il faut donc vérifier régulièrement la présence d'air dans le vase : le côté contenant l'air doit sonner "creux" lorsque l'on tape dessus.
En effet, un vase d'expansion à pression variable, se dégonfle avec le temps (comme un pneu de voiture !). Il faut donc vérifier régulièrement sa pression de gonflage. Pour cela, il faut isoler le vase, le vidanger, vérifier sa pression à vide et le regonfler si nécessaire (un vase d'expansion dispose d'une pipette semblable à celles des roues de voiture).

2 Chauffage

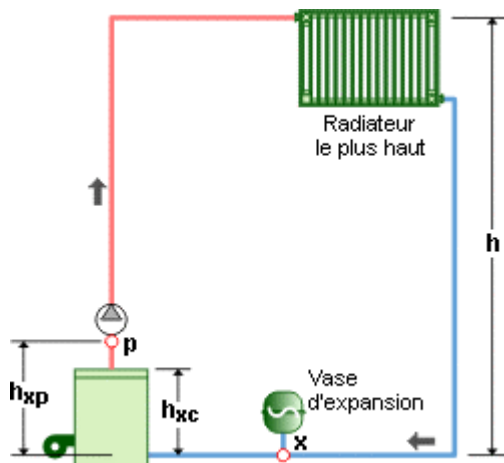
18 Limiter l'ajout d'eau au circuit

La pression à respecter doit être égale à :

$$P_{\text{gon}} [\text{bar}] = (h [\text{m}] / 10) + 0,3 [\text{bar}],$$

avec un minimum à respecter de 0,5 bar

Où h est la différence de hauteur [m] entre le vase d'expansion considéré comme étant au point le plus bas de l'installation et le point le plus haut de l'installation.



LA JUSTIFICATION

En ajoutant de l'eau dans la chaudière, on apporte du calcaire et de l'oxygène agressif. Ces éléments contribuent à la détérioration par corrosion de l'ensemble de l'installation : dégradation de la tuyauterie, de la robinetterie, des corps de chauffe, des chaudières, production de boues et blocage des vannes, bouchage des échangeurs, des chaudières, ... Cette détérioration peut être rapide.

De plus, l'entartrage des chaudières constitue une isolation qui entrave la transmission de chaleur. Il en résulte un échauffement excessif des matériaux et une surconsommation qui peut être considérable, selon l'épaisseur de la couche de tartre.

Il est donc important de repérer la cause du manque d'eau et d'y remédier le plus rapidement possible.

2 Chauffage

18 Limiter l'ajout d'eau au circuit