



# LE CHAUFFAGE DES BUREAUX

Dans ce dossier technique nous abordons les systèmes de chauffage "conventionnels" que l'on peut retrouver notamment dans des bâtiments tertiaires tels que les chaudières atmosphériques, chaudières à air pulsé ou à condensation.

Les systèmes de type aérothermes ou chauffage radiants, plus adaptés pour les halls, sont quant à eux abordés dans le dossier technique intitulé "Le chauffage des grands halls industriels".

---

## CONTENU DU DOCUMENT

- Préambule : pourquoi doit-on fournir de l'énergie de chauffage ?
- Le rendement général du système de chauffage
- La production
  - La chaudière
  - Les pertes de la chaudière
  - Les paramètres de la fiche d'entretien
- La distribution
  - Les pertes par conduction à travers les vannes et les tuyaux non isolés
  - Les pertes des circulateurs
  - Les pertes par déséquilibre du circuit de chauffage
- L'émission
  - Les pertes directes vers l'extérieur
  - Les pertes par stratification
- La régulation
  - L'utilisation de la vanne thermostatique
  - L'intermittence de nuit et du week-end

## PREAMBULE : POURQUOI DOIT-ON FOURNIR DE L'ENERGIE DE CHAUFFAGE ?

---

La chaleur est une forme d'énergie, et dès lors ne peut apparaître ou disparaître. Elle ne peut que se transformer ou se déplacer.

La raison pour laquelle il faut continuellement fournir de l'énergie de chauffage (de la chaleur) pour maintenir une température élevée dans un bâtiment, est qu'il faut vaincre les **pertes** (les fuites de chaleur).



Ces fuites de chaleur s'opèrent principalement par deux modes de transmission :

- par **conduction** à travers les parois du bâtiment, et principalement par celles qui ne sont pas bien isolées (simple vitrage, mur non isolé, châssis en métal...)
- par **transfert de matière**. De manière générale, tous les flux de matière (d'air, d'eau...) entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment représentent des pertes de chaleur.

**Pour réduire ses consommations de chauffage, il suffit donc de réduire ces pertes !**

Ces pertes se situent au niveau de l'enveloppe du bâtiment, mais également au niveau du système de chauffage en lui-même. Il n'est d'ailleurs pas rare que **plus de 30% de la chaleur générée au sein de la chaudière soit perdue avant de participer à réchauffer l'ambiance du bâtiment.**

### Le saviez-vous ?

- 53%, c'est la part du chauffage dans la consommation finale du secteur tertiaire wallon.
- Il arrive souvent que plus de 30% de la chaleur générée au sein de la chaudière soit perdue avant de participer à réchauffer l'ambiance du bâtiment.
- Un tuyau non isolé de 2 pouces de diamètre contenant de l'eau à 70°C dans une ambiance de 20°C représente une déperdition de près de 120 W, soit la consommation de deux ampoules à incandescence !

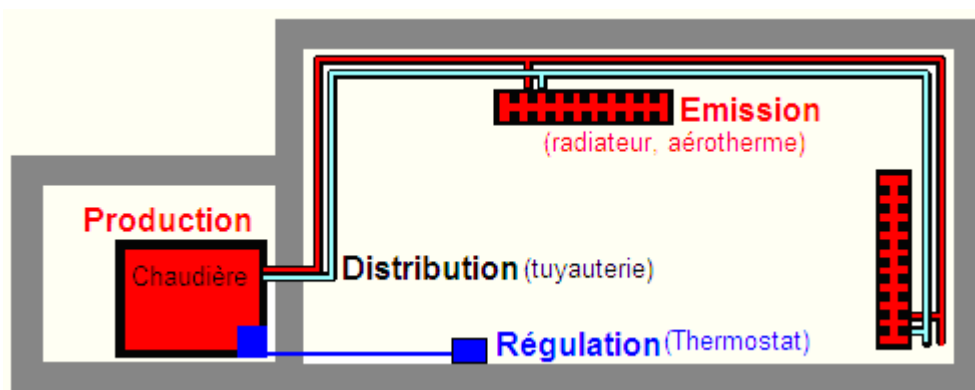
## LE RENDEMENT GENERAL DU SYSTEME DE CHAUFFAGE

Le rendement global d'une installation de chauffage est défini comme étant le rapport entre la quantité d'énergie thermique utile qui participe à l'échauffement du bâtiment et la quantité d'énergie du combustible introduite dans la chaudière sous forme de gaz, de mazout, de bois...

$$\eta_{chauffage} = \frac{\text{énergie thermique utile}}{\text{énergie chimique consommée}}$$

Le système de chauffage peut être vu comme un ensemble de 4 sous-systèmes :

- La production (la/les chaudière(s))
- La distribution (les canalisations qui permettent de distribuer l'eau chaude vers les différents corps de chauffe)
- L'émission (les différents corps de chauffe : radiateurs...)
- La régulation (l'automate qui commande la production de chauffage dans les différentes parties du bâtiment)



Le rendement global de l'installation de chauffage est donné par le produit des rendements de ces 4 sous-systèmes :

$$\eta_{chauffage} = \eta_{production} \times \eta_{distribution} \times \eta_{émission} \times \eta_{régulation}$$

Le fait d'avoir une chaudière présentant un bon rendement (par exemple une chaudière à condensation) ne signifie donc pas forcément que le rendement du système de chauffage général l'est aussi.

Si les rendements de combustion des chaudières se situent généralement entre 85% et 104% (pour les chaudières à condensation), le rendement global de l'installation de chauffage se situe le plus souvent entre 50% et 85%.

## I. LA PRODUCTION

---

Le système de production de chaleur est composé d'une ou de plusieurs chaudières. C'est au sein de ces chaudières que le combustible (gaz, mazout, bois...) est brûlé et que la chaleur dégagée est transmise à l'eau du circuit de chauffage qui ira alimenter les corps de chauffe (radiateurs, aérothermes...).

### 1. LA CHAUDIERE

Le principe de fonctionnement de la chaudière est assez simple. Le combustible (mazout, gaz, bois...) est mélangé à l'air, puis brûlé dans une chambre de combustion. Les fumées chaudes dégagées par la combustion sont acheminées au travers d'un échangeur de chaleur vers la cheminée. Lors de leur passage dans l'échangeur, les fumées transmettent une grande partie de leur chaleur à l'eau de chauffage.

Le **rendement de combustion** d'une chaudière est défini comme étant le rapport entre la quantité de chaleur transmise à l'eau de chauffage et la quantité d'énergie chimique présente dans le combustible introduit dans la chaudière lorsque cette dernière est en fonctionnement.

$$\eta_{comb} = \frac{\text{chaleur transmise à l'eau}}{\text{énergie du combustible (PCI)}}$$

L'énergie du combustible considérée dans cette définition est son pouvoir calorifique inférieur (PCI). C'est donc la quantité d'énergie dégagée par la réaction chimique de combustion lorsque l'eau contenue dans les fumées se trouve à l'état de vapeur.

Lorsque la vapeur d'eau se condense (passe à l'état liquide), elle libère une quantité de chaleur supplémentaire qui peut être récupérée dans les chaudières qui sont conçues à cet effet : les chaudières à condensation.

La quantité d'énergie pouvant être extraite d'un combustible est donc supérieure à son pouvoir calorifique inférieur (PCI). Elle vaut en fait ce que l'on appelle le pouvoir calorifique supérieur (PCS) du combustible qui est la quantité d'énergie dégagée par la réaction chimique de combustion lorsque l'eau contenue dans les fumées se trouve à l'état liquide.

- Gaz : PCS = PCI + 11% (il y a 1,5 l d'eau contenue dans les fumées d'1m<sup>3</sup> de gaz)
- Mazout : PCS = PCI + 6% (il y a 0,8 l d'eau contenue dans les fumées d'1l de mazout)

C'est la raison pour laquelle, les chaudières à condensation présentent des rendements de combustion pouvant atteindre jusqu'à 104%.

Les chaudières peuvent être de 2 types :

- "atmosphériques" Pour ces chaudières moins coûteuses, l'air neuf est entraîné à travers des rampes de brûleurs par un tirage naturel de la cheminée. Le mélange air/combustible est donc beaucoup difficile à régler et ce type de chaudière présente généralement des rendements de combustion moins intéressants de l'ordre de 85%.
- "à air pulsé". Pour ce type de chaudières, c'est un ventilateur qui pousse l'air neuf au sein de la chambre de combustion, ce qui permet d'obtenir un réglage relativement fin du mélange air/combustible et dès lors d'avoir une combustion bien réglée. C'est dans cette catégorie que l'on reprend aussi les chaudières à condensation. Ces chaudières présentent généralement des bons rendements de combustion (de 88 à 95% pour les classiques, et jusqu'à 104% pour les chaudières à condensation).

## 2. LES PERTES DE LA CHAUDIERE

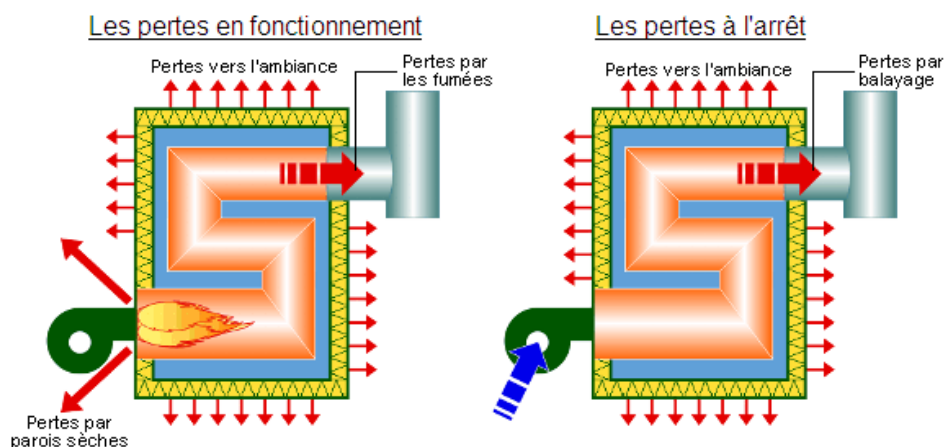
Au sein de la chaudière, une partie de l'énergie contenue dans le combustible est déjà perdue et ne peut dès lors participer à réchauffer l'ambiance du bâtiment.

### Les pertes vers la chaufferie

Dans la mesure où il y a une différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de la chaudière, il y a un transfert de chaleur par conduction au travers de la jaquette. Ce transfert est d'autant plus important que la jaquette de la chaudière est mal isolée, et que la température de l'eau de chauffage est élevée. 1 à 5% de la chaleur du combustible sont généralement perdus de cette manière. Il convient dès lors de s'assurer que la chaudière est correctement isolée, et de faire fonctionner le chauffage avec une température d'eau la plus basse possible (sans créer de condensation dans les chaudières qui ne le supportent pas !)

### Les pertes par la cheminée

Il y a deux types de pertes de chaleur par la cheminée : les pertes par les fumées lorsque la chaudière est en fonctionnement, et les pertes par balayage lorsque la chaudière est à l'arrêt.



Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

Lors de la combustion, la fumée est acheminée à travers l'échangeur où elle cède une partie de son énergie à l'eau de chauffage. Malheureusement, toute la chaleur des fumées ne peut pas être transmise, et ces dernières ressortent encore relativement chaudes (de l'ordre de 180°C). Lorsque le brûleur est mal réglé, il arrive également que les fumées contiennent des imbrûlés. Ces imbrûlés contiennent encore de l'énergie qui n'a pas été exploitée, de plus ils représentent une pollution de l'air.

Les pertes par les fumées dépendent fortement de l'état d'entretien de la chaudière. 1mm de suie sur l'échangeur est déjà responsable d'une diminution de 4 à 8% du rendement de combustion ! **Il est dès lors important d'entretenir sa chaudière régulièrement !**

Lorsque la chaudière est à l'arrêt, de l'air peut continuer à la parcourir par tirage naturel de la cheminée. Cet air passe au travers de l'échangeur et se réchauffe (en refroidissant l'eau de chauffage) avant d'être évacué à l'extérieur. Sur les chaudières atmosphériques, il n'est pas possible d'éviter ce courant d'air naturel. Sur les chaudières à air pulsé par contre, un clapet coupe-tirage est censé l'éviter. Il convient alors de s'assurer qu'un clapet est effectivement présent, et qu'il se referme bien lorsque la chaudière est à l'arrêt.

### Le rendement saisonnier

Le rendement de combustion de la chaudière ne tient pas compte des pertes à l'arrêt (pertes par balayage et pertes vers la chaufferie) car il ne reflète que la performance de la chaudière lors de son fonctionnement.

Pour pouvoir caractériser la performance d'une chaudière sur toute une saison de chauffe, on a introduit le concept de **rendement saisonnier**. Il est défini comme étant le rapport entre la quantité totale d'énergie fournie à l'eau de chauffage sur la période de chauffe, et la quantité totale d'énergie chimique (PCI) introduite sous forme de combustible dans la chaudière.

Ce rendement saisonnier peut être calculé par la formule suivante :

$$\eta_{saisonnier} = \frac{\eta_{comb} - q_r}{1 + q_e \left( \frac{n_T}{n_B} - 1 \right)}$$

Où :

- $\eta_{comb}$  est le rendement de combustion ;
- $q_r$  est le pourcentage de pertes vers la chaufferie [en %] ;
- $q_e$  est le pourcentage de pertes à l'arrêt (= pertes par balayage) [en %] ;
- $n_B$  est le nombre d'heures de fonctionnement de la chaudière qui peut être calculé en divisant la consommation de la saison [en kWh] par la puissance thermique de la chaudière [en kW];
- $n_T$  est le nombre d'heures de la saison de chauffe (généralement 5800h en RW).

Nous constatons que le rendement saisonnier est d'autant meilleur que le nombre d'heures de fonctionnement est important (ou que le nombre d'heures à l'arrêt est faible). Il faut donc éviter de surdimensionner sa chaudière. En effet, en plus de payer plus à l'installation, son rendement saisonnier sera moins intéressant.

### 3. LES PARAMETRES DE LA FICHE D'ENTRETIEN

Un entretien annuel est obligatoire pour les chaudières au mazout, et est fortement recommandé pour les chaudières au gaz. A l'issue de cet entretien, le technicien est censé rendre une **fiche d'entretien** qui reprend une série de paramètres :

- **La puissance de la chaudière** en kW ou en kcal/h. Il s'agit de la puissance nominale qui peut être transmise par l'échangeur air/eau de la chaudière. Pour information, 1kW équivaut à 860 kcal/h.
- **La puissance du brûleur** (pour le gaz). C'est la puissance de la flamme du brûleur. La puissance du brûleur ne doit pas être supérieure à la puissance de la chaudière, sans quoi une partie de la puissance de la flamme ne peut être absorbée par l'échangeur de la chaudière et est perdue dans les fumées. En règle générale, plus la puissance du brûleur est faible en comparaison avec la puissance de la chaudière, meilleur est le rendement de combustion. Mais la puissance du brûleur ne peut pas non plus être trop inférieure à la puissance de la chaudière (sauf pour les chaudières basse température et les chaudières à condensation) sans quoi les fumées sont trop refroidies, et de la condensation peut apparaître dans l'échangeur et ainsi causer des problèmes de corrosion (de manière générale, on ne descendra pas en dessous de 50% ... 60% de la puissance de la chaudière).
- Dans le cas où une chaudière est surdimensionnée, des économies peuvent être réalisées en réduisant la puissance du brûleur.
- **Les caractéristiques du gicleur** (pour le mazout). Ces caractéristiques (débit et pression de pompe) permettent de calculer la puissance du gicleur par la formule suivante :

$$puissance [kW] = 9,8 [kWh / l] \times (\text{débit du gicleur} [gal / h]) \times 3,78 [l / gal] \times \sqrt{\frac{P_{pompe} [bars]}{7}}$$

Tout comme pour le brûleur de la chaudière au gaz, la puissance du gicleur de la chaudière à mazout doit être adaptée à la puissance de la chaudière pour les mêmes raisons.

- **La dépression dans la cheminée.** La dépression dans la cheminée, ou tirage, est exprimée en Pascals (Pa). Sa valeur doit se situer entre 10 et 15 Pa. Si celle-ci est supérieure à 20 Pa, le tirage est trop important, les fumées sont évacuées trop rapidement et leur chaleur n'est pas bien transmise à l'eau chaude. Il devient alors intéressant d'installer un régulateur de tirage.
- **L'indice Bacharach.** Cet indice traduit la teneur en suies des fumées. Plus il est élevé, et plus la teneur est importante. La réglementation stipule que cet indice doit être inférieur à 3. Mais s'il est supérieur à 1, il est déjà vivement conseillé de revoir le réglage de la chaudière. En effet, lorsque de la suie est produite, elle vient se coller sur l'échangeur et

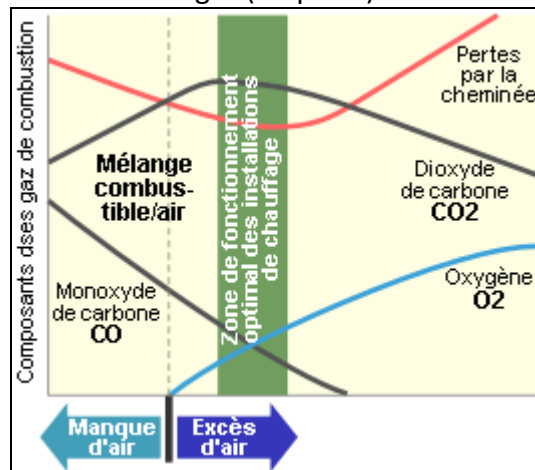
freine le transfert de chaleur. Ceci entraîne une diminution du rendement de la chaudière (1 mm de suie correspond à une réduction de 4 à 8% du rendement de combustion).

Un mauvais indice Bacharach peut traduire :

- Un réglage de l'excès d'air trop faible ;
  - Un manque de ventilation de la chaufferie ;
  - Un gicleur/brûleur mal adapté à la chaudière ;
  - Un mauvais tirage de la cheminée.
- **La teneur en CO<sub>2</sub> des fumées.** Plus la teneur en CO<sub>2</sub> est élevée, meilleur est le rendement de combustion. Sa valeur théorique maximale est de 15,2% pour les chaudières au mazout, et 11,9% pour les chaudières au gaz.
  - Ces valeurs ne sont jamais atteintes en pratique car elles correspondent à des excès d'air très faibles, et donc à des modes de combustion à l'origine de suies et d'imbrûlés.

Les valeurs cibles à atteindre sont :

- 12,5% pour les chaudières au mazout de puissance inférieure à 400 kW et 13% pour les chaudières de plus de 400 kW ;
- 10% pour les chaudières au gaz (air pulsé).



Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

- **La température des fumées.** A la sortie de la chaudière, les fumées sortent à une température encore relativement élevée. La chaleur contenue dans ces fumées est celle qui n'a pas été transférée à l'eau chaude par l'échangeur de chaleur. Donc plus la température des fumées est importante, moins bon est le rendement de combustion.

Les valeurs cible à atteindre pour la température nette des fumées (différence entre la température des fumées et la température ambiante de la chaufferie) sont :

- 120°C pour les chaudières modernes (et moins encore pour les chaudières à condensation) ;
- 160°C pour les anciennes chaudières au gaz ;
- 180°C pour les anciennes chaudières au mazout ;

Une augmentation de 15°C des fumées signifie une diminution de 1 à 1,5% du rendement de combustion.

Une température de fumées trop importante peut signifier que :

- La conception de la chaudière n'est pas bonne (anciennes chaudières) ;
- Le brûleur est trop puissant par rapport à la chaudière ou est mal adapté ;
- Le tirage est trop important (dépression de la cheminée > 20 Pa) ;
- Il y a de la suie sur l'échangeur, et dès lors la chaleur n'est pas bien transmise à l'eau chaude.

Pour les anciennes chaudières, la température des fumées ne doit pas être trop basse non plus sans quoi on pourrait voire apparaître de la condensation dommageable pour l'échangeur. Une température inférieure à 160°C pour une chaudière ancienne peut traduire la présence d'un brûleur de trop faible puissance, ou un excès d'air trop important (pouvant être causé par des défauts d'étanchéité de la chaudière).

- **Le rendement de combustion de la chaudière.** Le rendement de combustion d'une chaudière est défini comme étant le rapport instantané entre l'énergie utile transmise à l'eau chaude, et l'énergie combustible totale (en tenant compte du pouvoir calorifique inférieur du combustible) consommée pendant la combustion. Si le rendement d'une chaudière atmosphérique n'est que d'environ 85%, un rendement inférieur à 88% pour une chaudière à air pulsé (gaz ou mazout) doit être considéré comme inacceptable et une amélioration doit être apportée. Un bon objectif est 92% de rendement de combustion pour une chaudière à air pulsé classique, et 101% pour une chaudière à condensation.

## II. LA DISTRIBUTION

---

La distribution est le système (formé de tuyauteries) qui achemine l'eau chaude produite au sein des chaudières vers les différents corps de chauffe (radiateurs...).

La distribution est sujette à différentes pertes qui peuvent être limitées :

### 1. LES PERTES PAR CONDUCTION A TRAVERS LES VANNES ET LES TUYAUX NON ISOLES

On se rend rarement compte des pertes énergétiques que représentent les tuyauteries non isolées

1 mètre de tuyau non isolé, c'est une perte équivalente à 2 ampoules à incandescence allumées en permanence. Sur une année, cela représente une surconsommation de 70 litres de mazout ( $\approx 70 \text{ m}^3$  de gaz)



Un mètre de tuyau non isolé de 2 pouces de diamètre contenant de l'eau à 70°C dans une ambiance de 20°C représente une déperdition de près de 120 W, soit la consommation de deux ampoules à incandescence !

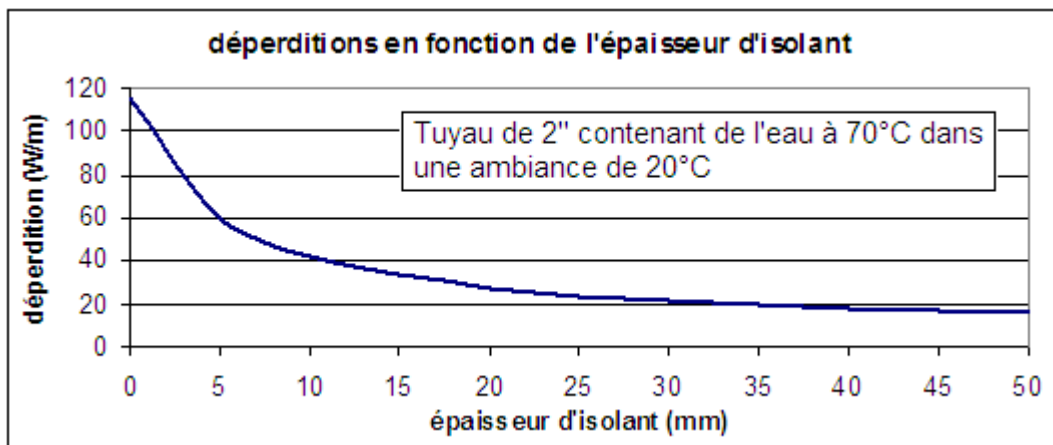
Si on cumule cette déperdition pendant les 5600 heures de la saison moyenne de chauffe, nous obtenons une surconsommation annuelle de 672 kWh, soit l'équivalent de près de 70 litres de mazout (ou 70 m<sup>3</sup> de gaz), et ce pour chaque mètre de tuyau non-isolé !



Une chaufferie entière non isolée = une belle guirlande allumée !

Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

Le graphique suivant donne l'évolution de la déperdition d'un tuyau de 2 pouces de diamètre contenant de l'eau à 70°C dans une ambiance intérieure de 20°C en fonction de l'épaisseur d'isolant (pour un isolant standard).



Nous constatons que 5 mm d'isolant permettent déjà de réduire de moitié la perte énergétique, et une épaisseur de 25 mm permet d'éviter 80% des déperditions. **Dès lors, l'isolation des tuyauteries d'eau chaude dans les endroits qui ne doivent pas être chauffés est toujours un investissement rentable !**

Concernant **les tronçons de tuyauterie d'eau chaude non isolés dans les locaux qui doivent être chauffés**, ces déperditions contribuent au réchauffement de l'ambiance. Elles ne sont donc pas forcément perdues, et la pose d'un isolant n'est donc plus forcément intéressante.

Notons néanmoins que :

- Il peut arriver que ces déperditions (non contrôlées) conduisent à une surchauffe d'un local (par exemple s'il y a plusieurs mètres de conduite non isolés dans un petit local qui reçoit des apports du soleil ou du matériel bureautique). Dans ce cas, ces déperditions sont responsables d'un inconfort, de l'ouverture des fenêtres, ou pire, de l'utilisation de la climatisation.
- Il se peut également qu'à certains moments, le local ne doive pas être chauffé (car inoccupé), mais que de l'eau chaude continue à parcourir la tuyauterie non isolée. Il s'agit alors d'une perte similaire à celle d'un local non chauffé.
- Pour les hauts plafonds, ces pertes de chaleur ne contribuent pas efficacement au réchauffement de l'ambiance. En effet, les canalisations sont souvent proches des murs et du toit. Dans la mesure où l'air chaud qui y est généré n'est pas pulsé, il monte et se colle contre le toit où il se refroidit sans réellement partager sa chaleur avec l'ambiance (phénomène de stratification).

Il est donc parfois également intéressant d'isoler les canalisations d'eau chaude qui parcourent des locaux chauffés.

## 2. LES PERTES DES CIRCULATEURS

Les circulateurs sont les pompes qui entraînent l'eau chaude de chauffage dans les canalisations. Ces pompes doivent être correctement dimensionnées en fonction du circuit et des besoins en chauffage du bâtiment.

En effet, si le débit d'eau est trop faible, certains locaux ne seront pas suffisamment alimentés et seront dès lors difficile à chauffer. Le réflexe de l'utilisateur sera donc d'augmenter la consigne de chauffage, de rehausser la courbe de chauffe ou d'avancer la relance des chaudières le matin, ce qui aura pour conséquence une surconsommation de combustible de chauffage.

Par contre, si le débit d'eau est trop important, personne ne s'en rendra compte. Mais la consommation électrique du circulateur (qui est proportionnelle au cube du débit d'eau) sera inutilement élevée.

Un petit circulateur de 80 Watts représente déjà pour sa consommation d'électricité une facture annuelle de plus de 50 € !

Lors de la conception d'un nouveau circuit de chauffage, il est assez difficile de dimensionner précisément les circulateurs. Dès lors, les circulateurs sont très souvent surdimensionnés par l'installateur de plus d'un facteur 2, ce qui engendre une consommation 8 ( $=2^3$ ) fois plus élevée que nécessaire !

Plusieurs méthodes permettent de déceler un surdimensionnement :

- Si la somme des puissances nominales des circulateurs (puissance électrique indiquée sur la plaque signalétique, exprimée en W) dépasse 3‰ de la puissance thermique de la chaudière, il est très probable que ces derniers soient surdimensionnés.
- Si des thermomètres permettent de mesurer la température de départ et de retour de l'eau de chauffage, pour chacun des circuits d'eau chaude, le facteur de surdimensionnement peut être calculé de la manière suivante :

$$F = C \frac{(20 - T_{\text{extérieur}})}{(T_{\text{aller}} - T_{\text{retour}})} \quad \text{avec } C = \begin{cases} 0,65 & \text{pour des radiateurs} \\ 0,4 & \text{pour un chauffage par le sol} \end{cases}$$

#### Exemple :

Si la température d'aller est de 56°C, que la température de retour est de 48°C et que la température extérieure est de 6°C, pour des radiateurs, le facteur de dimensionnement est donné par :

$$F = 0,65 \frac{(20 - 6)}{(56 - 48)} = 1,14$$

Le facteur de dimensionnement est très légèrement supérieur à 1, c'est donc bon.

Si maintenant la température de retour est de 51°C pour la même température d'aller, et la même température extérieure, le facteur de dimensionnement sera :

$$F = 0,65 \frac{(20 - 6)}{(56 - 51)} = 1,81$$

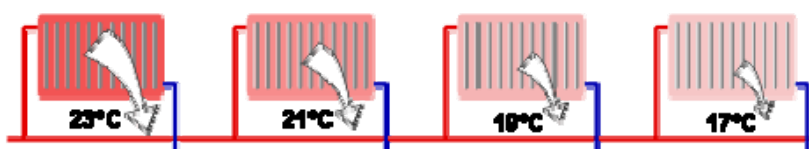
Le débit est alors presque 2 fois trop grand, causant ainsi une surconsommation électrique importante.

La plupart des circulateurs que l'on retrouve en entreprise présentent plusieurs vitesses de fonctionnement, et il arrive souvent qu'ils soient utilisés à leur vitesse maximum par défaut.

Notons qu'il est également possible d'ajuster la vitesse des circulateurs sans mesure de la température d'aller et de retour de l'eau de chauffage. Il suffit de la réduire petit à petit jusqu'au moment où un manque de chauffage se fait ressentir dans un des locaux alimentés par le circuit.

### 3. LES PERTES PAR DESEQUILIBRE DU CIRCUIT DE CHAUFFAGE

Il arrive fréquemment que le circuit d'eau de chauffage soit mal équilibré. Les radiateurs (ou aérothermes) qui se trouvent en bout de circuit sont alors trop peu alimentés en eau chaude et les locaux concernés ne sont plus suffisamment chauffés.



Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

Ce problème, qui peut être solutionné grâce à un ajustement de vannes d'équilibrage, n'est pas directement responsable d'une surconsommation. Néanmoins, il crée un inconfort qui pousse parfois l'utilisateur à augmenter le débit des circulateurs (et donc leur consommation), à rehausser la courbe de chauffe (et donc à augmenter les pertes de production et de distribution), à augmenter la température de consigne, ou à avancer le début de la relance du chauffage.

L'équilibrage d'un circuit de chauffage n'est pas un travail facile, il prend du temps et doit préférentiellement être fait par un spécialiste.

S'il y a une différence sensible de la température entre le haut et le bas d'un radiateur, c'est que le débit d'eau chaude y est trop faible. Si par contre, il y a des zones froides dans le dessus du radiateur, il est peut-être temps de le purger.

### III. L'EMISSION

---

La partie émission d'un système de chauffage désigne les radiateurs, les ventilo-convecteurs et autres corps de chauffe qui transmettent la chaleur à l'ambiance du bâtiment.

#### 1. LES PERTES DIRECTES VERS L'EXTERIEUR

Il s'agit ici des pertes par conduction à travers l'enveloppe du bâtiment au dos des radiateurs. En effet, cette chaleur est directement perdue avant même d'avoir contribué à réchauffer l'ambiance.

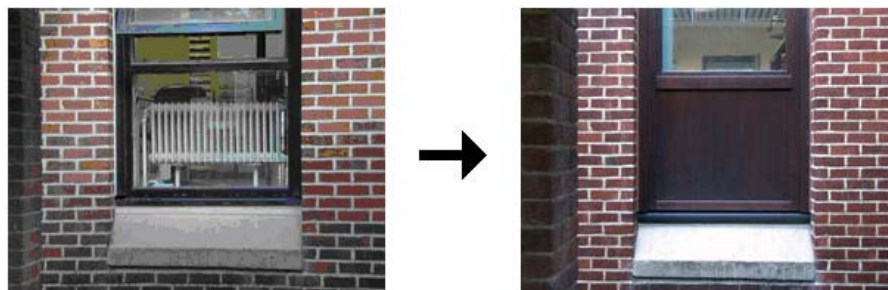
Les pertes par conduction à travers l'enveloppe du bâtiment sont d'autant plus importantes que :

- La paroi est mal isolée ;
- La différence de température est importante entre l'intérieur et l'extérieur.

Dans la mesure où la température est souvent plus importante au dos d'un radiateur que dans le reste du local, il est important que cette partie de la paroi soit bien isolée.

Il faut donc éviter les radiateurs qui sont placés devant une vitre. En effet, une vitre est généralement moins bien isolée que le reste du mur. De plus, la présence du radiateur devant la vitre empêche le passage de la lumière. Il convient alors de remplacer l'allège vitrée par une allège pleine mieux isolée.

S'il s'agit de double vitrage, l'économie peut être de 15 à 20% de mazout (15 à 20 m<sup>3</sup> de gaz) par an et par m<sup>2</sup> d'allège. S'il s'agit de simple vitrage l'économie peut être jusqu'à 3 fois supérieure !



Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)

Il est possible d'économiser jusqu'à 15 litres de mazout (ou 15 m<sup>3</sup> de gaz) par an et par m<sup>2</sup> en plaçant des feuilles réfléchissantes à l'arrière du radiateur.

Les radiateurs doivent être dégagés, il faut éviter les obstacles (alcôves, rideaux, armoires...) qui pourraient freiner le transfert de chaleur vers l'ambiance. En effet, lorsque le radiateur est cloisonné, la température qui l'entoure, et notamment la température contre le mur, augmente. Dès lors la différence de température entre l'intérieur et l'extérieur de la paroi est plus importante, et donc les pertes directes vers l'extérieur aussi !

## 2. LES PERTES PAR STRATIFICATION

Les corps de chauffe transmettent leur chaleur à l'ambiance de deux manières différentes, par convection (par transfert d'air chaud) et par rayonnement.

Il est bien connu que l'air chaud monte. Dès lors, dans les locaux chauffés par des aérothermes, convecteurs ou radiateurs, on peut voir apparaître un phénomène de stratification (il fait plus chaud en haut de la pièce qu'en bas). Ce phénomène est d'autant plus marqué que la température de l'air chauffé par le corps de chauffe est importante comparée à l'air ambiant, et que la hauteur du plafond est importante.

Ce phénomène n'as pas de réelle influence sur la consommation de chauffage des locaux de petite hauteur (<3,5 m). Par contre, pour les hauteurs importantes (>7m), il peut y avoir une différence de température de 5 à 10 °C entre le sol et le plafond. Dès lors, la température sous la toiture est beaucoup plus élevée que la température de consigne du local, et les déperditions à travers la toiture (qui représente souvent la plus grosse superficie en contact avec l'extérieur) sont beaucoup plus importantes.

Pour limiter ce phénomène de stratification, on peut :

- Réduire la température de l'air en sortie de l'aérotherme (en réduisant la température de l'eau) ;
- Utiliser des déstratificateurs qui sont des ventilateurs permettant de brasser l'air et d'homogénéiser la température entre le haut et le bas de la pièce. Notons que ceux-ci sont parfois responsables d'un brassage de poussières et de courants d'air désagréables en hiver.

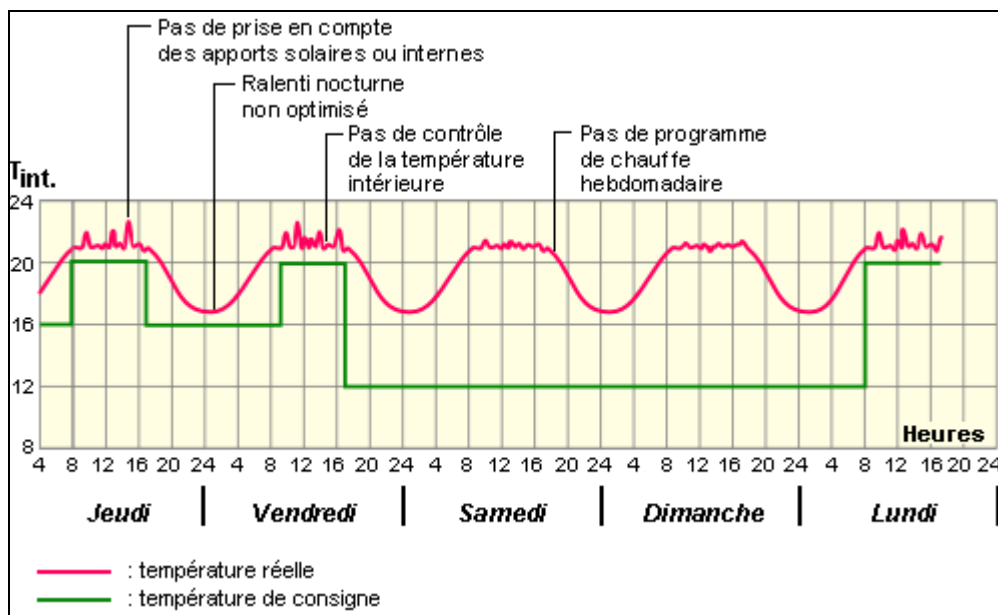
## IV. LA REGULATION

La régulation désigne la partie du système de chauffage qui commande les endroits à chauffer, les périodes pendant lesquelles les chauffer et la température de consigne.

Dès lors, les pertes de régulation sont dues au fait que l'on chauffe :

- où ce n'est pas nécessaire ;
- quand ce n'est pas nécessaire ;
- trop à certains endroits ;

La figure suivante illustre certaines erreurs de régulations qui sont à l'origine d'une surconsommation et dans certains cas d'un inconfort (surchauffe).



La régulation des systèmes de chauffage est un sujet relativement vaste et compliqué que nous n'avons pas voulu aborder trop en détails dans ce document. Pour plus d'informations à ce sujet, nous vous invitons à consulter le site [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be).

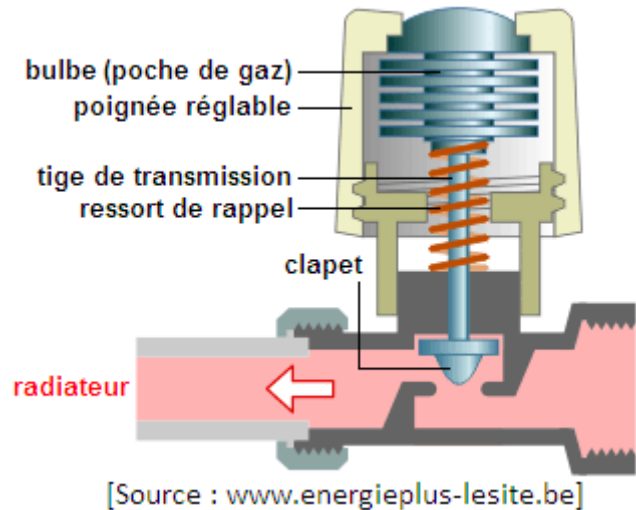
Il est très courant que 10% de l'énergie de chauffage puisse être économisée sur la régulation **sans dégrader le confort des occupants !**

## 1. L'UTILISATION DE LA VANNE THERMOSTATIQUE

Une vanne thermostatique est un dispositif qui permet à l'eau de chauffage de circuler dans le radiateur lorsque la température du local est inférieure à la température voulue et qui coupe la circulation lorsque la température du local est suffisante.

Ce dispositif permet d'éviter de chauffer lorsque ce n'est pas nécessaire dans les locaux qui bénéficient d'autres apports d'énergie (de l'extérieur par les apports solaires via les fenêtres, de l'intérieur par des appareils bureautiques qui chauffent...)

La vanne doit donc être réglée une fois pour toutes à la position qui correspond à la température de confort de l'occupant (par exemple à la position 3 qui correspond à une température d'environ 20°C).



La vanne thermostatique contient un bulbe qui est une poche de gaz sous pression. Lorsque la température d'ambiance augmente, la pression du gaz augmente dans le bulbe jusqu'à devenir suffisante que pour pousser le clapet. La vanne passe alors à l'état fermé et l'eau chaude ne circule plus dans le radiateur.

La température de consigne (à laquelle le clapet se referme) est réglée grâce à une poignée montée sur un pas-de-vis qui comprime plus ou moins le bulbe.

Si la vanne est sur 3 mais qu'il fait quand même froid (moins de 20°C), cela ne sert à rien de la mettre sur 4 (~24°C) ou sur 5 (~28°C). En effet, s'il fait moins de 20°C, le clapet de la vanne est ouvert. Le responsable de ce manque de chaleur est donc une mauvaise régulation générale du chauffage. Le risque de mettre la vanne sur 4 ou 5 est de l'oublier sur cette position et de chauffer exagérément le local lorsque le problème de régulation général sera rétabli. **Pour information, 1°C en plus au thermomètre, c'est 7 à 8% de consommation en plus !**

Lorsqu'on arrive dans un local froid dans lequel la vanne est initialement sur sa position 'hors gel\*', le radiateur ne chauffera pas plus vite si on règle la vanne sur 5 que sur 3. En effet, si le local est froid (<20°C) quelque soit la position de la vanne entre 3 et 5, le clapet sera pleinement ouvert. A nouveau, le risque de mettre la vanne sur 4 ou 5 est de l'oublier sur cette position et de chauffer exagérément le local.

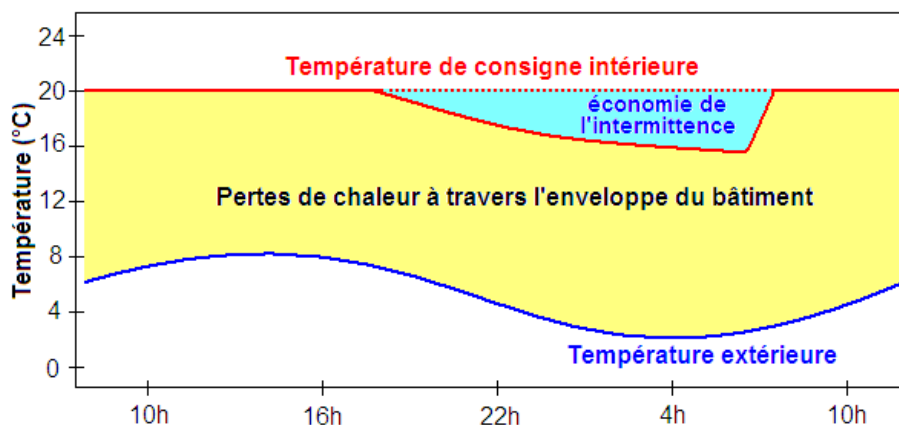
La vanne thermostatique permet donc d'obtenir une température de confort constante dans le local où elle est installée. Mais elle ne permet pas de couper le chauffage en fin de journée (voir section suivante) ni de relancer le chauffage un peu avant l'arrivée des occupants. Elle doit dès lors être associée à un système de régulation général qui intègre une programmation horaire du fonctionnement des chaudières (et éventuellement des circulateurs).

## 2. L'INTERMITTENCE DE NUIT ET DU WEEK-END

Une croyance rependue prétend qu'il faut plus d'énergie pour relancer le chauffage d'un bâtiment après l'avoir éteint, que de laisser le chauffage allumé. **C'est complètement faux !**

Nous l'avons vu plus haut, il faut fournir de l'énergie de chauffage pour contrer les pertes. Dès lors pour réduire ses consommations, il faut réduire les pertes.

Nous avons également vu que les pertes à travers l'enveloppe du bâtiment sont proportionnelles à l'écart de température entre l'intérieur et l'extérieur. Nous comprenons donc assez facilement qu'en réduisant la température intérieure pendant la nuit et les week-ends on fait des économies d'énergie. Il est donc primordial d'organiser des intermittences de nuit et de week-end. Les économies réalisées grâce à l'intermittence de nuit sont illustrées sur la figure suivante.



En pratique, on ne peut pas réduire la température du bâtiment autant que l'on veut. En effet, suivant l'activité et l'occupation du bâtiment, l'air ambiant peut contenir plus ou moins d'humidité. Si l'air est humide, le fait de le refroidir pendant la nuit et les week-ends peut entraîner le phénomène de condensation qui peut être dommageable pour certains équipements et certains matériaux. Il faut donc maintenir le bâtiment à une température minimum (qu'il convient de déterminer en fonction du bâtiment et de l'activité qu'il accueille).

Nous avons vu qu'il est intéressant de couper (ou diminuer) le chauffage pendant les nuits et les week-ends. **Il en est de même pour les jours de congés.** Or ces derniers sont très souvent oubliés et les congés de Noël sont trop souvent synonymes de gaspillages.

Certains systèmes de régulation permettent de programmer la coupure du chauffage pour l'ensemble des jours de congé de l'année. Pour les systèmes moins perfectionnés, il faut désigner une personne en charge de reprogrammer le chauffage chaque fois qu'il y a un jour de fermeture. C'est un peu contraignant (et encore...), mais cela permet de faire des économies importantes qui se chiffrent très souvent à plusieurs centaines d'euro par an.

Une journée d'hiver avec le chauffage coupé, c'est environ 1% de la facture de chauffage épargné. La semaine entre Noël et Nouvel An représente dès lors un potentiel de réduction de sa facture de chauffage de 5% !

**POUR EN SAVOIR PLUS :**

[www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)



Dernière révision : avril 2011

Document réalisé par :



**Union Wallonne des Entreprises**

Chemin du Stocquoy 3

B-1300 WAVRE

Tél: 010/47.19.43

[environnement@uwe.be](mailto:environnement@uwe.be)

[www.environnement-entreprise.be](http://www.environnement-entreprise.be)

Avec le soutien de :

