



COMMENT AMELIORER LE RENDEMENT GLOBAL D'UNE INSTALLATION POUR REDUIRE LES CONSOMMATIONS DE CHAUFFAGE ET D'ECS ?

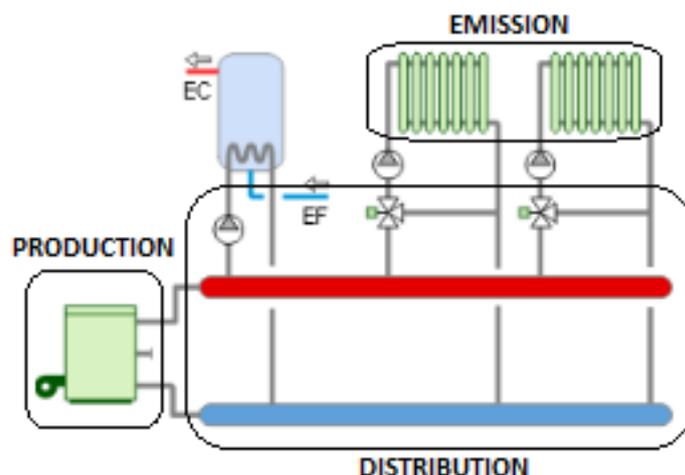
Ce document permet de présenter quelques préconisations pour optimiser les consommations de chauffage et d'eau chaude sanitaire lorsque celles-ci sont produites par une chaudière.

- **PRODUCTION** : Elément permettant de produire la chaleur
- **DISTRIBUTION** : Elément permettant de distribuer la chaleur de la « Production » à « Emission »
- **EMISSION** : Elément permettant d'émettre la chaleur dans la pièce
- **REGULATION** : Elément permettant de réguler l'installation

Chacune de ces étapes a un impact sur le **RENDEMENT GLOBAL** de l'installation :

$$\eta_{\text{GLOBAL}} = \eta_{\text{PRODUCTION}} \times \eta_{\text{DISTRIBUTION}} \times \eta_{\text{EMISSION}} \times \eta_{\text{REGULATION}}$$

Par exemple, si chaque rendement est de 90%, on obtient un rendement global de seulement 65%.



- $\eta_{\text{PRODUCTION}}$ est lié au rendement de combustion, au type de chaudière, au type de brûleur, ...

Au niveau de la chaudière, les pertes consistent en :

- Des pertes par les fumées. L'entièreté de la chaleur contenue dans le combustible n'est pas transmise à l'eau. En effet, les fumées sont évacuées à une température relativement élevée.
- Des pertes par rayonnement. Une partie de la chaleur de la flamme est transmise à des parois de la chaudière, non en contact avec de l'eau. Cette chaleur est perdue vers la chaufferie.
- Des pertes à l'arrêt. En dehors des périodes de fonctionnement du brûleur, la chaudière perd sa chaleur vers la chaufferie, au travers de ses parois. De plus, si le foyer de la chaudière reste ouvert, un courant d'air refroidit le corps de la chaudière et évacue sa chaleur vers la cheminée.



- **η DISTRIBUTION est lié à l'isolation des réseaux, à l'équilibrage, au désembouage, ...**

Lorsque des conduits de distribution d'eau chaude parcourent des locaux non chauffés (chaufferie, vide ventilé, couloir, grenier, extérieur, ...), ceux-ci perdent une partie de leur chaleur et celle-ci ne peut être récupérée utilement pour le bâtiment.

Il en va de même pour les vannes, circulateurs,... situés dans des endroits ne devant pas être chauffés.

- **η EMISSION est lié au type d'émetteurs, à l'encombrement des émetteurs (rideau, placard, ...), ...**

Une partie de la chaleur émise par les émetteurs de chaleur (radiateurs, chauffage par le sol, ...) est directement perdue sans avoir pu profiter au local.

Par exemple, un radiateur placé sur une paroi extérieure rayonne directement vers cette dernière. De même, un radiateur placé en dessous d'une fenêtre augmente la température de l'air le long de cette dernière et donc accentue ses déperditions.

- **η REGULATION est lié aux programmations horaires, aux températures de consigne, aux réglages de la loi d'eau, aux réglages des robinets thermostatiques, GTC, ...**

Tout décalage (en puissance et en temps) entre la fourniture de chaleur et les besoins instantanés constitue une perte.

Par exemple, lorsque l'émission de chaleur ne se réduit pas à l'apparition du soleil dans un local.

Par exemple, l'inertie du bâtiment et de l'installation impliquent que la température intérieure ne se réduit pas instantanément lors de la mise au ralenti de l'installation. La remise en régime n'est pas, non plus instantanée, et demande d'anticiper l'occupation.

- **Paramètres qui influencent les différents rendements**



Ce qui fait tendre le rendement vers 90 %

- Nouvelle chaudière qui condense et nouveau brûleur avec un rendement de combustion d'environ 100 %,
- Réseaux bien isolés,
- Découpage du réseau conforme aux zones thermiquement homogènes (façade, occupation, ..),
- Coupure ou réduit de température sur l'installation en période d'inoccupation,
- Régulation locale tenant compte des apports de chaleur gratuits,
- ...



Ce qui fait tendre le rendement vers 60 %

- Chaudière de plus de 25 / 30 ans avec un rendement de combustion autour de 80 %,
- Ancienne chaudière gaz atmosphérique,
- Réseaux non isolés en volume non chauffés,
- Radiateurs logés en alcôve dans un renforcement du mur extérieur,
- Circuit hydraulique unique pour tout le bâtiment,
- ...



- Quelques ordres de grandeur des différents rendements en fonction du type d'installation.

Type d'installation	Rendements en % ($\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} \times \eta_{\text{régulation}}$)				
	$\eta_{\text{production}}$	$\eta_{\text{distribution}}$	$\eta_{\text{émission}}$	$\eta_{\text{régulation}}$	η_{global}
Très ancienne chaudière surdimensionnée ou très peu performante, longue boucle de distribution (années 60-70)	75 .. 80 %	80 .. 85 %	90 .. 95 %	85 .. 90 %	46 .. 58 %
Ancienne chaudière bien dimensionnée, courte boucle de distribution	80 .. 85 %	90 .. 95 %	95 %	90 %	62 .. 69 %
Chaudière haut rendement, courte boucle de distribution, radiateurs isolés au dos, régulation par sonde extérieure, vannes thermostatiques, ... (années 90 et début 2000)	90 .. 93 %	95 %	95 .. 98 %	95 %	77 .. 82 %
Chaudière gaz à condensation actuelle, bien dimensionnée et qui condense	101 .. 103 %	95 %	95 .. 98 %	95 %	87 .. 91 %

- Comment améliorer facilement les différents rendements ?

Les gains ci-après sont estimatifs et ne s'additionnent pas car il existe un phénomène d'interdépendances (coefficient réducteur) entre plusieurs améliorations liées au chauffage. En effet, si deux préconisations liées au chauffage génèrent respectivement 5% et 20% d'économie, le gain réel ne sera pas de 25%, car il y a un coefficient d'interdépendance. Le gain réel se situera plutôt aux alentours de 22%.

Certaines de ces actions (chaudière à condensation, équilibrage et isolation des réseaux, robinets thermostatiques, ...) sont éligibles aux Certificats d'Économies d'Énergie (CEE).



Actions sur la production

• Remplacement des systèmes vétustes : Gain énergétique sur le poste chauffage de 20 à 40 %



Chaudière collective

- chaudière à condensation -> amélioration du rendement, fort gain énergétique
- modèle basse température -> gain énergétique par diminution de la température de chauffe
- modèle avec brûleur modulant -> gain énergétique par optimisation du fonctionnement selon le besoin



Chaudière individuelle

- chaudière à condensation -> amélioration du rendement, fort gain énergétique
- modèle basse température -> gain énergétique par diminution de la température de chauffe
- modèle avec régulation



Convecteurs

- convecteur à meilleur rendement (ventilo-convecteurs, à inertie, avec réflecteur mural...) -> gain énergétique



• Amélioration de la production d'ECS

- opportunité de l'intégration d'ECS solaire
- système thermodynamique



• Révision du réglage du fonctionnement : Gain énergétique sur le poste chauffage de 5 à 10 %

- adaptation de la loi de chauffe (cette loi régit le fonctionnement de la chaudière pour que la température de l'eau chauffée, à destination des équipements, soit suffisante, en fonction de la température extérieure ou de la température d'eau du circuit de retour).
- adaptation de la température de départ ECS



• Adaptation de la puissance : Gain énergétique sur le poste chauffage de 20 à 40 %

- adaptation des équipements de production et de leur dimensionnement aux besoins (équipements existants ou nouvel investissement).



• Réfection/Ajout de calorifuge : Gain énergétique sur le poste chauffage d'environ 5 %

- calorifuge du corps de chauffe des chaudières en local non chauffé



Actions sur la distribution



- Révision de l'équilibrage du réseau : *Gain énergétique sur le poste chauffage de 10 à 20 %*



- Ajout de vannes de régulation pour équilibrage automatique du réseau *Coût : env. 90 € HT / vanne*



- Réfection/Ajout de calorifuge *Gain énergétique sur le poste chauffage de 5 à 10 %*

-> Réfection ou ajout de calorifuge sur les réseaux chauds (*chauffage et ECS*) en local non chauffé et/ou sur les volumes de stockage (*ballon ECS*)



NB : le calorifugeage du réseau avec une résistance thermique R suffisante permet d'accéder au CIDD (valeur 2014 : $R = 1,2 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$)



- Désembouage du réseau

-> diminution des pertes de charge

Coût : de 500 à 3 000 € HT suivant la puissance de la chaudière et la longueur du réseau



- Ajout d'équipements spécifiques *Gain énergétique sur le poste chauffage de 5 à 30 %*

-> optimisation de la durée de vie du système : purge, purgeur automatique, pot à boue pour désembouage, clarificateur-désemboueur, ballon de maintien de pression.

Coût : env. 40 € HT / purge automatique ; env. 40 € HT / régulateur de pression



Actions sur l'émission



- Remplacement des systèmes vétustes -> remplacement des radiateurs ou des convecteurs par des équipements plus adaptés et performants

Coût : entre 500 et 1 000 € HT / émetteur suivant le type

-> remplacement des ballons ECS vétustes



- Désembouage des équipements

-> homogénéisation et augmentation de l'émission de chaleur



Actions sur la régulation

- Création d'un système de régulation ou optimisation de l'existant



- Généralisation des robinets thermostatiques *Gain énergétique sur le poste chauffage de 10 à 15 %* -> régulation de la température au niveau du logement (*régulation complémentaire à la loi d'eau régissant la production*)

Coût : env. 70 € HT / robinet thermostatiques à bulbe



- Ajout d'un thermostat d'ambiance *Gain énergétique sur le poste chauffage de 10 à 15 %*

-> complément à l'installation ;

-> avec affichage de la consigne pour information de l'utilisateur (*attention à sa localisation : éviter les endroits proches de sources de froid, comme les fenêtres sources de courants d'air, et de chaud comme les émetteurs de chaleur*)

Coût : env. 350 € HT / thermostat d'ambiance sans fil