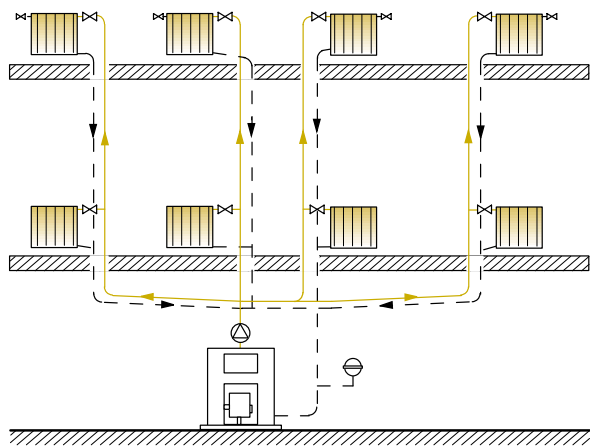
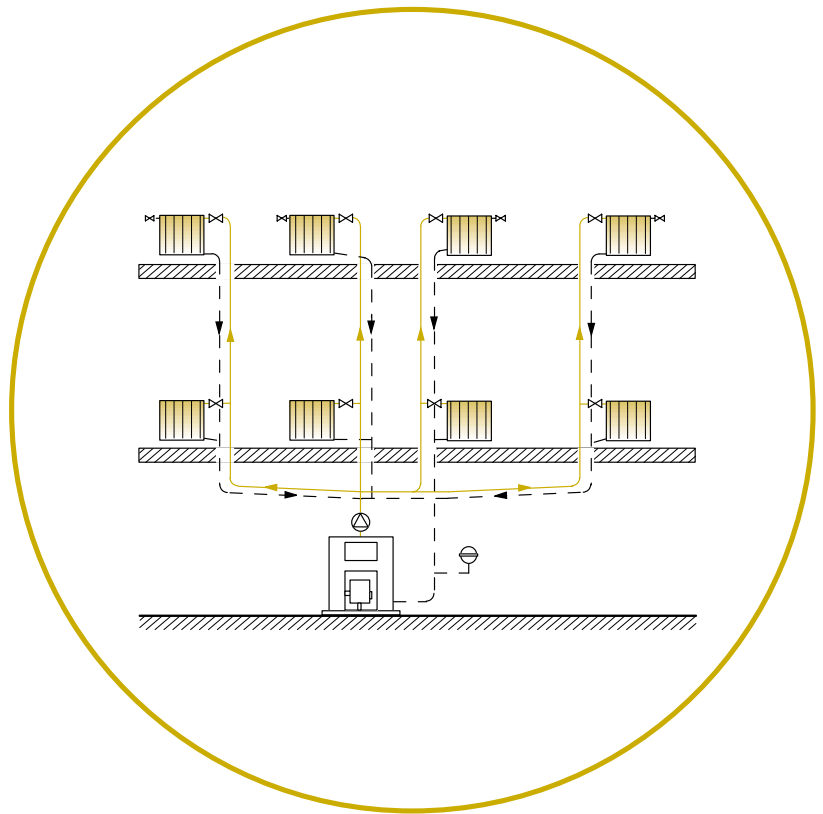


LE CHAUFFAGE CENTRAL DANS LES HABITATIONS



1 9 9 8

LE CHAUFFAGE CENTRAL DANS LES HABITATIONS



Edition 1998

Table des matières

1. Introduction	5	3.4.2 Avantages et inconvénients du chauffage par le sol	17	4.4.2 Optimisation du rendement de distribution thermique	26
2. Sources d'énergie pour le chauffage central dans les habitations	6	3.5 Chauffage central par air chaud	18	4.5 Rendement d'émission de la chaleur	26
2.1 Sources d'énergie disponibles	6	3.5.1 Description du système	18	4.5.1 Pertes à l'émission de la chaleur	26
2.2 Critères influençant le choix de la source d'énergie	6	3.5.2 Avantages et inconvénients	18	4.5.2 Optimisation du rendement d'émission de chaleur	27
2.2.1 Disponibilité et répartition	6	3.6 Comparaison des divers systèmes de chauffage	19	4.6 Rendement de régulation	27
2.2.2 Evolution du prix des combustibles	7	3.7 Cheminées	19	4.6.1 Principes généraux de régulation	27
2.2.3 Aspects environnementaux	8	3.7.1 Conception et réalisation de cheminées	19	4.6.2 Pertes liées à la régulation	27
2.2.4 Aspect sécurité	9	3.7.2 Problématique actuelle des cheminées	20	4.6.3 Optimisation du rendement de régulation	29
2.2.5 Coûts d'investissement et d'exploitation	11	4. Rendement d'une installation de chauffage central	21	5. Comportement des occupants et utilisation rationnelle de l'énergie	30
2.2.6 Coûts d'entretien	11	4.1 Rendement global d'une installation	21	6. Dispositions légales en matière de rendement, fonctionnement, entretien et sécurité des installations de chauffage central	31
3. Le chauffage central dans les habitations	13	4.2 Rendement saisonnier global d'une installation	22	6.1 Nécessité de dispositions légales	31
3.1 Relation bâtiment - installation - occupant	13	4.3 Rendement de production de chaleur	22	6.2 Dispositions relatives à un rendement minima	32
3.2 Caractéristiques des installations de chauffage central	13	4.3.1 Rendement nominal des chaudières	22	6.2.1 Directive européenne 92/42/CEE (1992) et Arrêté Royal du 18 mars 1997	32
3.3 Chauffage central à eau chaude	14	4.3.2 Pertes d'énergie par maintien en température de la chaudière	23	6.2.2 Arrêté Royal du 11 mars 1988	32
3.3.1 Principe de fonctionnement	14	4.3.3 Optimisation du rendement de la production de chaleur	24		
3.3.2 Classification et dimensionnement	15	4.4 Rendement de distribution de la chaleur	26		
3.3.3 Modes de transmission thermique et corps de chauffe	15	4.4.1 Pertes de distribution de la chaleur	26		
3.4 Chauffage par le sol	17				
3.4.1 Principes du chauffage par le sol	17				

Cette brochure s'adresse en priorité aux techniciens du bâtiment et aux particuliers désireux d'établir un dialogue avec un entrepreneur ou un architecte.

Elle concerne uniquement le chauffage central dans le cadre d'une habitation unifamiliale, tant en construction neuve qu'en rénovation.

6.3 Critères relatifs aux caractéristiques de fonctionnement et à l'environnement	32	7. Labels de qualité	36
6.3.1 Directive européenne 93/76/CEE (1993) - SAVE	32	7.1 Chaudières au mazout : label Optimaz	36
6.3.2 Normes européennes	32	7.2 Chaudières au gaz : label AGB-HR, HR +	37
6.3.3 Normes belges	33	Références	38
6.4 Critères relatifs à l'entretien des chaudières	33		
6.4.1 Arrêté Royal du 6 janvier 1978	33		
6.4.2 Réglementation régionale	34		
6.5 Critères relatifs à la ventilation des chaufferies	34		
6.6 Critères relatifs à la sécurité	35		
6.6.1 Installations au gaz naturel	35		
6.6.2 Appareils au gaz naturel	35		
6.6.3 Chaudières	35		
6.7 Critères relatifs au stockage du mazout	35		

1

Introduction

Jusqu'au début des années septante, la problématique de l'énergie dans les bâtiments était peu, voire pas du tout, au centre des préoccupations. L'énergie était en effet bon marché et semblait sans limites mais la crise de l'énergie dans les années septante a fait apparaître le contraire, à savoir que la consommation d'énergie peut être coûteuse et que les sources traditionnelles d'énergie ne sont pas inépuisables.

D'autre part, des scientifiques ont démontré que l'augmentation débridée de la consommation énergétique peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement. En effet, elle est considérée comme une des grandes responsables du réchauffement de la planète par effet de serre, de la diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone, des pluies acides et de la pollution du sol et de l'air.

A la suite des crises énergétiques et des scénarios catastrophes en matière d'environnement, les autorités ont été contraintes de prendre des mesures pour obliger les individus à consommer l'énergie avec modération. De même, l'industrie a été encouragée, par le biais de programmes d'incitation, à développer de nouvelles techniques, de nouveaux appareils ou systèmes permettant d'économiser

l'énergie. Bien que ces mesures n'aient pas toujours été couronnées de succès, elles ont toutefois progressivement fait prendre conscience aux spécialistes ainsi qu'au grand public de la nécessité d'adopter un comportement d'utilisation rationnelle de l'énergie qui contribue non seulement à diminuer la facture énergétique mais également à protéger notre environnement à long terme.

La présente brochure traite du chauffage central des habitations, qui peut être considéré comme le principal poste des dépenses énergétiques des ménages, sans aborder les nouveautés telles que les chaudières à condensation, des tuyauteries en matière synthétique, ...

Elle traite en premier lieu des diverses sources d'énergie possibles pour le chauffage des bâtiments, donne une description des systèmes de chauffage classiques les plus courants et envisage ensuite les possibilités d'optimiser, voire d'accroître, le rendement d'une installation. Elle considère, enfin, les critères légaux, les normes et réglementations auxquelles les installations doivent répondre en matière de rendement, de fonctionnement, d'entretien et de sécurité.

Sources d'énergie pour le chauffage central dans les habitations

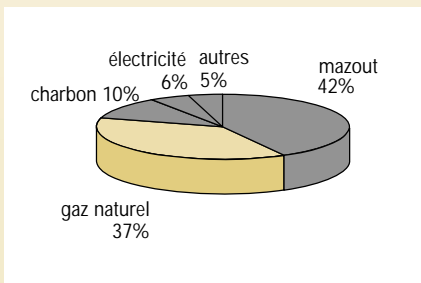


Figure 1 Sources d'énergie pour le chauffage (tous systèmes) des habitations (INS - 1991).

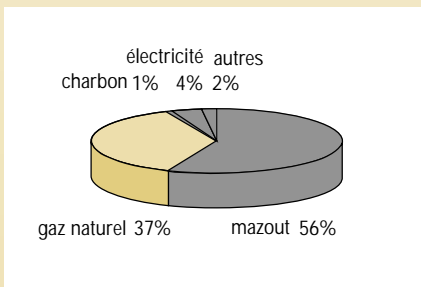


Figure 2 Sources d'énergie utilisées pour le chauffage central des habitations (INS - 1991).

2.1 Sources d'énergie disponibles

Les statistiques montrent que 60% des presque 3,8 millions d'habitations en Belgique étaient équipées en 1991 d'un chauffage central. Les systèmes de chauffage central recourent essentiellement aux combustibles liquides ou gazeux, tels le mazout ou le gaz naturel, pour la production de chaleur. Ces deux types de combustible sont, conjointement avec le bois et le charbon, également utilisés comme source d'énergie pour les appareils de chauffage individuels, comme les poêles, les feux ouverts et les convecteurs. Toutefois il faut noter que le bois et le charbon sont de moins en moins utilisés, surtout à cause de leur manutention plus difficile.

Pour avoir une idée de la répartition réelle des sources énergétiques utilisées dans les habitations, la figure 1 indique qu'en 1991 et pour tous les systèmes de chauffage, près de 80% des habitations étaient soit chauffées au mazout (42%), soit au gaz naturel (37%).

L'utilisation de l'électricité comme source énergétique se limite généralement aux appareils individuels qui procurent soit un chauffage direct au moyen de convecteurs ou d'appareils

à rayonnement, soit un chauffage indirect et retardé par accumulation. Le chauffage électrique par le sol, qui consiste le plus souvent à accumuler la chaleur dans le plancher pendant la nuit et à libérer l'énergie pendant le jour, constitue une autre possibilité qui est toutefois moins utilisée et que nous n'envisagerons donc pas.

Le choix d'un combustible dépend de nombreux facteurs liés aux possibilités pratiques (disponibilité, stockage) ou à des considérations économiques (consommation, entretien et évolution des prix). La préférence individuelle tenant compte des aspects de sécurité ou de la problématique environnementale joue, elle aussi, un rôle important.

2.2 Critères influençant le choix de la source d'énergie

2.2.1 Disponibilité et répartition

La figure 2 indique la répartition des sources d'énergie utilisées dans les installations de chauffage central des habitations. Il ressort que la grande majorité (93%) des installations de chauffage central utilise soit le mazout (56%), soit le gaz naturel (37%).

La part de gaz naturel augmente cependant davantage que celle du mazout, ce qui s'explique notamment par l'expansion continue du réseau de distribution de gaz. Cette évolution peut être illustrée par la figure 3, relatant la vente de chaudières au gaz naturel et au mazout pour la période 1990-1995.

La préférence très marquée du consommateur belge pour les systèmes de chauffage au mazout ou au gaz naturel s'explique non seulement par la fiabilité des chaudières traditionnelles, mais également par les prix relativement stables et concurrentiels de ces deux types de combustible. La concurrence est bénéfique pour le consommateur, non seulement parce qu'elle contribue à maintenir un certain équilibre des prix mais aussi parce que l'approvisionnement et la dépendance énergétiques de notre pays se répartissent ainsi entre différentes sources d'énergie.

2.2.2 Evolution du prix des combustibles

2.2.2.1 Prix des combustibles

La figure 4 retrace l'évolution des prix annuels moyens du gaz naturel, du mazout et de l'électricité (tarif diurne et nocturne), convertis en prix par kWh et pour la période 1982-1997.

Etant donné que depuis une dizaine d'années les prix du gaz naturel et du mazout restent relativement stables et à un niveau raisonnablement bas (environ 1 BEF/kWh), ils ne constituent pas toujours un facteur décisif lors du choix.

Le gaz naturel présente néanmoins l'inconvénient de ne pas être disponible partout, ce qui explique que ce type de combustible est moins utilisé en Wallonie qu'en Flandre comme source de chauffage.

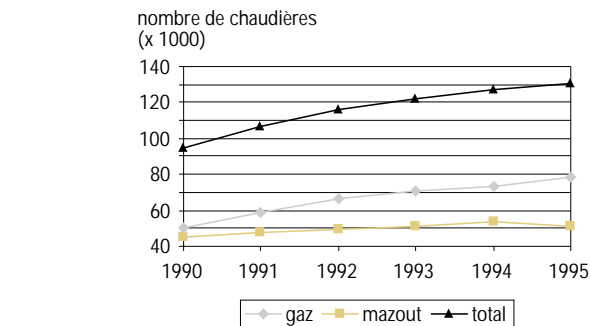


Figure 3 Nombre de chaudières vendues en Belgique (période 1990-1995).

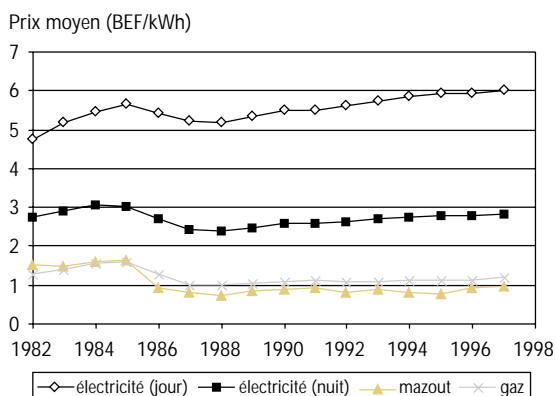


Figure 4 Evolution des prix moyens des combustibles pour la période 1982-1997.

L'électricité est bien plus chère (tarif diurne) et son prix approche actuellement les 6 BEF/kWh, ce qui en fait une source d'énergie très peu concurrentielle pour le chauffage. Le prix de l'électricité (tarif nocturne) demeure encore bien plus élevé que celui du gaz naturel et du mazout (près de 3 BEF/kWh), mais cette source d'énergie est acceptable et utilisable pour le chauffage par accumulation à condition qu'il s'agisse d'un logement bien isolé.

Il convient également de noter que les prix actuels relativement bas de l'énergie n'incitent pas à adopter une consommation modérée de l'énergie. Etant donné l'augmentation constante de la consommation énergétique totale, on peut penser que les prix de l'énergie augmenteront à l'avenir de manière plus significative.

2.2.2.2 Valeurs calorifiques moyennes et conventionnelles

Lors de la conversion des prix moyens des combustibles en une seule et même unité énergétique (kWh), il convient de tenir compte du pouvoir calorifique des divers combustibles (tableau 1).

Les valeurs indicatives moyennes des pouvoirs calorifiques du gaz naturel et du mazout ainsi que la masse volumique sont reprises au tableau 1 (sources : ARGB et Cedicol). A noter que les pouvoirs calorifiques réels tant pour le mazout que pour le gaz naturel varient en fonction du lieu, de la livraison et du moment. Pour les calculs ordinaires, on peut adopter les pouvoirs calorifiques conventionnels des combustibles précités tels que déterminés par le Ministère des Affaires Economiques (voir tableau 1).

Si des valeurs spécifiques doivent être utilisées (par ex. en cas de tests en laboratoire), il est nécessaire de faire procéder à une analyse du combustible utilisé dans un laboratoire spécialisé.

2.2.3 Aspects environnementaux

2.2.3.1 Pollution de l'environnement due à la combustion

Substances nocives dans les gaz de combustion

Toute combustion génère des fumées qui contiennent certaines substances nocives pour l'environnement, toxiques pour l'homme et nuisibles pour les matériaux de construction. La quantité de substances nocives émises dépend, d'une part, du combustible utilisé et, d'autre part, de la façon dont se déroule la combustion.

Tableau 1 – Pouvoir calorifique et masse volumique des combustibles

Combustible	Pouvoir calorifique inférieur (°)	Pouvoir calorifique supérieur (°)	Masse volumique
Gaz naturel H (Algérie) (°)	10,85 (kWh/Nm³)	12,03 (kWh/Nm³)	0,62 (kg/Nm³)
Gaz naturel H (mer du Nord) (°)	10,25 (kWh/Nm³)	11,36 (kWh/Nm³)	0,63 (kg/Nm³)
Gaz naturel L (Slochteren) (°)	9,32 (kWh/Nm³)	10,33 (kWh/Nm³)	0,64 (kg/Nm³)
<i>Gaz naturel (valeur conventionnelle MAE)</i>	<i>10,50 (kWh/Nm³)</i>	<i>11,64 (kWh/Nm³)</i>	<i>0,81 (kg/Nm³)</i>
Mazout (moyenne)	9,98 (kWh/litre)	10,65 (kWh/litre)	0,85 (kg/litre)
<i>Mazout (valeur conventionnelle MAE)</i>	<i>10,09 (kWh/litre)</i>	<i>10,59 (kWh/litre)</i>	<i>0,85 (kg/litre)</i>

(°) gaz livré dans la région ouest de Belgique à 20 mbar
 (°) gaz livré dans la région est de Belgique à 20 mbar
 (°) gaz livré dans le centre de la Belgique (axe Anvers – Bruxelles) à 25 mbar
 (°) 1 kWh = 3,6 MJ

Il s'agit principalement des substances suivantes :

- les oxydes d'azote (NO_x) responsables des pluies acides et jouant un rôle dans la destruction de la couche d'ozone;
- le dioxyde de carbone (CO₂) qui se répand en haute atmosphère et qui est responsable de l'effet de serre (réchauffement de l'atmosphère); toutefois il est à noter qu'un taux minimal de CO₂ (12,5%) dans les fumées est signe d'une bonne combustion;
- les dioxydes de soufre (SO₂) émis uniquement lors de la combustion de combustibles contenant du soufre (ex. mazout, charbon) mais qui, lors de la condensation de la vapeur d'eau des gaz de combustion, peuvent causer une corrosion

agressive et qui, s'ils se mélangent à l'atmosphère, contribuent au phénomène des pluies acides;

- le monoxyde de carbone (CO) formé lors d'une mauvaise combustion (insuffisance en oxygène) et constituant un gaz très toxique, voire mortel pour l'homme;
- les hydrocarbures ou carbures d'hydrogène (C_xH_y) qui, en cas de combustion incomplète, demeurent à l'état de résidus et dont on sait qu'ils représentent, dans de nombreux cas, un agent cancérigène important pour l'homme;
- poussières et suies, produites lors de la combustion du mazout et du charbon, qui se déposent sur les parois de cheminées ou atterissent dans l'environnement par le biais des cheminées.

Le tableau 2 donne une série de valeurs indicatives de la quantité de certaines substances nocives émises lors de la combustion du gaz naturel, du mazout, du charbon et du bois. Il ressort de ce tableau que, dans des conditions moyennes, la combustion du gaz naturel pollue moins que la combustion du mazout. En outre, les gaz de combustion du gaz naturel contiennent moins de suie et pas de dioxyde de soufre.

Quoi qu'il en soit, il est indispensable d'arriver à une réduction de l'émission de ces substances dangereuses, ce qui peut être réalisé par une utilisation rationnelle de l'énergie.

Il existe d'autre part une série de réglementations et de normes qui limitent l'émission de substances nocives dans les gaz de combustion de toutes les installations de chauffage. Ces aspects contraignants sont abordés au chapitre 6.

Il convient de noter que les fabricants de brûleurs et de chaudières ont également déployé d'importants efforts au cours de ces dernières années pour obtenir des installations fournissant de meilleurs rendements tout en respectant l'environnement. A titre d'exemple, la teneur en NO_x des gaz de combustion peut être sensiblement réduite par la diminution de la température de ces gaz, amélioration qui peut être obtenue par une recirculation des gaz de combustion. Cette technique spéciale est appliquée pour les brûleurs appelés "low-NO_x", qui réduisent la température de flamme.

2.2.3.2 Pollution du sol

En matière de pollution du sol, le stockage du mazout et a fortiori celui réalisé dans les citernes enfouies, constitue un problème étant donné qu'à terme, les réservoirs risquent de fuir suite à la corrosion, à la dégradation des

Tableau 2 – Emission de substances dangereuses lors de la combustion du gaz naturel, du mazout, du bois et du charbon.

Combustible	Valeurs indicatives pour l'émission de substances nocives (mg/kWh)			
	SO ₂	NO _x	CO	poussières
Mazout	... 470 ...	... 180 ...	... 180 ...	0
Gaz naturel	... 10 ...	... 180 ...	... 220 ...	0
Charbon	... 1800 ...	... 180 ...	... 36000 ...	... 900 ...
Bois	... 20 ...	... 100 ...	-	20 ... 2000

matériaux, à la mauvaise qualité des soudures ou à tout autre dommage. Bon nombre de réservoirs existants enfouis dans le sol ne possèdent aucun système de détection des fuites, de sorte qu'aucun contrôle n'est possible. Pour lutter contre cette forme de pollution du sol, la Région Flamande a adopté une directive (VLA-REM), qui établit notamment des critères relatifs à la construction et aux matériaux entrant dans la construction des réservoirs et qui prévoit des contrôles périodiques d'étanchéité tant des nouveaux réservoirs que des réservoirs existants.

Dans les autres régions, aucune réglementation aussi contraignante n'existe pour l'instant. En l'absence de législation ou de contrôle volontaire sur le terrain, la pollution du sol par fuite de combustible peut être évitée en respectant les quatre principes de base suivants :

- utilisation exclusive de réservoirs à double paroi;
 - installation d'un système adapté de détection des fuites;
 - placement d'une protection contre les débordements;
 - exécution d'un contrôle régulier de l'étanchéité et du bon fonctionnement des systèmes de sécurité par un technicien agréé.
- Consultez le chapitre 6 pour plus de détails sur les législations en vigueur.

2.2.4 Aspect sécurité

2.2.4.1 Danger d'incendie et d'explosion

Il est important de savoir que toute installation de chauffage doit, d'une part, se composer de matériaux et d'appareils devant répondre à une série de critères de qualité et que, d'autre part, elle doit être réalisée selon les "règles de bonne pratique" par un installateur en chauffage, condition nécessaire pour garantir la sécurité et l'absence de défaillance de l'installation. Dans le cas d'une installation gaz, sa conformité doit être garantie par une attestation écrite de l'installateur.

L'aspect sécurité est très important dans le cas d'une installation gaz. D'une manière générale, les appareils et les conduites ne sont pas dangereux mais des fuites peuvent se présenter lorsque ces appareils et ces conduites sont mal installés ou mal entretenus.

En d'autres termes, pour prévenir les risques d'incendie et d'explosion, il est essentiel de contrôler régulièrement l'étanchéité des conduites, des robinets et des compteurs et, en cas de moindre odeur suspecte, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'habitation, d'avertir immédiatement le chauffagiste responsable ou la société de distribution.

Le contrôle d'étanchéité peut être effectué par l'habitant lui-même en éteignant tous les appareils (également les veilleuses) et en surveillant pendant une dizaine de minutes le compteur. Si pendant cette courte période, le compteur enregistre une consommation (dernier chiffre du compteur), l'installation intérieure présente une fuite. Dans ce cas, il y a lieu de faire aussitôt appel à un spécialiste.

Ce qu'il faut faire en cas de fuite de gaz importante (plus qu'un litre de gaz en dix minutes) :

- éteindre toutes les flammes (veilleuse comprise), n'actionner aucun interrupteur ou autre appareil électrique;
- fermer le robinet de gaz au niveau du compteur;
- aérer si possible la pièce en ouvrant portes et fenêtres pour créer une ventilation intensive;
- avvertir la société de distribution de gaz, le chauffagiste responsable ou les pompiers.

2.2.4.2 Danger d'intoxication

Intoxication au monoxyde de carbone (CO)

Notre pays enregistre chaque année deux à trois mille cas d'intoxication au CO, une centaine d'entre eux se soldant par le décès de l'occupant. L'intoxication peut résulter du mauvais fonctionnement d'appareils de chauffage à cycle de combustion ouverte, c.-à-d. qui utilisent l'air de combustion de la pièce dans laquelle ils sont installés. Une combustion sûre exige une importante quantité d'air (10 m³ d'air pour la combustion d'un m³ de gaz naturel) ; dans ces conditions, le CO toxique normalement formé est converti en dioxyde de carbone inoffensif (CO₂). En cas d'apport insuffisant d'air, la quantité de plus en plus importante de CO produite ne peut être convertie et présente

donc un danger pour toutes les personnes qui inhalent l'air ambiant.

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore et inodore qui, inhalé, est directement transmis dans le sang et, lentement mais sûrement, empêche l'apport vital en oxygène. Les symptômes de l'intoxication au CO se traduisent tout d'abord par des étourdissements et des maux de tête, ensuite par des vomissements, des troubles respiratoires et cardiaques, et dans les cas les plus graves, par le coma, voire le décès, du sujet.

Le monoxyde de carbone peut être formé ou représenter une menace dans les cas suivants :

- si le combustible (gaz, mazout, bois ou charbon) n'est pas complètement brûlé, en raison d'un manque d'oxygène ou d'air frais suite à une aération insuffisante du local;
- si les gaz de combustion ne sont pas suffisamment évacués par la cheminée ou sont refoulés en raison d'un mauvais tirage de la cheminée ou suite à un fonctionnement d'autres appareils (hotte aspirante, cheminée, ..);
- si les gaz de combustion sont directement libérés dans l'espace vital (pas de raccordement à une cheminée) et qu'il n'existe aucune possibilité d'évacuation de ces gaz vers l'extérieur.

Les statistiques révèlent que la plupart des cas d'intoxication se produisent dans les salles de bains où des chauffe-eaux et chauffe-bains sont souvent installés sans un apport suffisant d'air frais et/ou sans évacuation suffisante des gaz de combustion. La plupart des accidents surviennent entre novembre et avril et les dangers sont plus importants par temps calme, c'est-à-dire lorsque le vent ne peut assurer une aération naturelle suffisante et que le tirage

naturel de la cheminée est très réduit en raison du phénomène d'inversion thermique.

Utilisation d'appareils à combustion ouverte

Malgré les situations dramatiques, les campagnes d'information et les mises en garde réalisées régulièrement par l'Institut royal météorologique et les médias, aucune législation spécifique n'oblige encore les individus à créer des conditions sûres dans les habitations et les appartements. C'est surtout l'utilisation d'appareils à combustion ouverte (poêle, chauffe-eau, ...) qui puisent l'air de combustion nécessaire dans la pièce dans laquelle ils sont installés (figure 5), qui devrait être fortement déconseillée, voire interdite, si aucune sécurité de fonctionnement ne peut être assurée.

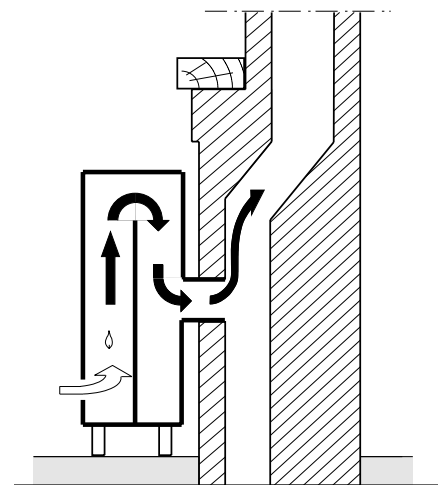


Figure 5 Appareil à combustion ouverte.

Si de tels appareils sont utilisés dans les habitations, il convient d'adopter des mesures de sécurité suffisantes afin de prévenir le risque d'intoxication au CO. A cet égard, nous pouvons donner les conseils suivants :

- utilisez un appareil sûr et agréé avec raccordement à une cheminée et pourvu d'un système de sécurité qui éteint automatiquement l'appareil lorsque la quantité d'oxygène est insuffisante dans l'air ambiant (détection de CO) ou en cas de refoulement des gaz de combustion (coupe-tirage antirefouleur ou protection thermique contre les refoulements);
- faites entretenir régulièrement l'appareil de combustion et la cheminée par un spécialiste
- prêtez attention aux signaux du danger : lors de la combustion du gaz, une flamme bleue est normale ; une flamme jaune-orange, en revanche, indique une mauvaise combustion. Les dépôts de suie indiquent toujours une combustion incomplète, donc dangereuse ; la condensation sur les vitres témoigne d'une aération insuffisante;
- assurez un apport suffisant d'air frais en plaçant une grille d'admission (orifice d'au moins 150 cm² ne pouvant être fermé) dans un mur extérieur ou dans la partie inférieure d'une porte d'accès à un local suffisamment alimenté en air frais (dispositifs de ventilation conformément à la norme NBN D 50-001);
- si l'appareil n'est pas raccordé à une cheminée ou si l'appareil est vétuste et raccordé à une cheminée dépourvue de système de sécurité, installez une grille d'évacuation placée dans la partie haute de la pièce et par laquelle l'air vicié peut s'échapper.

Utilisation d'appareils à combustion fermée

Les appareils à cycle de combustion fermée sont des dispositifs sûrs qui assurent l'apport d'air et l'évacuation des gaz de combustion directement et respectivement en provenance ou en direction de l'extérieur via un circuit hermétiquement fermé (figure 6).

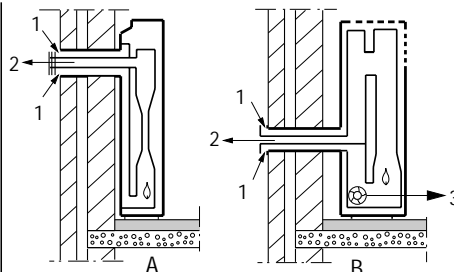


Figure 6 Appareil à combustion fermée avec évacuation murale.

1. apport d'air frais
2. évacuation des gaz de combustion
3. ventilateur

Ces appareils peuvent être placés contre une façade extérieure (sans cheminée) et offrent les avantages suivants :

- l'appareil assure, en toutes circonstances, un fonctionnement sûr et autonome;
- l'appareil fonctionne indépendamment de la ventilation de l'habitation et aucune ouverture spéciale d'aération ne doit être aménagée;
- la combustion et l'évacuation des gaz de combustion ne sont pas sujettes aux variations de pression dans l'habitation (hotte aspirante, par exemple);
- les possibilités d'installation sont plus vastes (pas nécessairement devant une cheminée).

Le chapitre 6 reprend une série de dispositions légales et d'obligations relatives à la ventilation des chaufferies et à l'évacuation des gaz de combustion. La plupart de ces obligations ne s'appliquent malheureusement qu'aux nouvelles constructions et installations. Pour les habitations et installations existantes, on ne peut que se référer aux recommandations citées plus haut pour se prémunir contre tout danger éventuel d'intoxication.

2.2.5 Coûts d'investissement et d'exploitation

Les installations au mazout requièrent un investissement ponctuel pour le réservoir et les raccordements nécessaires ; des frais supplémentaires d'installation sont toutefois nécessaires pour les travaux d'excavation (dans le cas de réservoirs enfouis dans le sol) ou pour l'installation à l'air libre. En ce qui concerne les coûts de consommation, des investissements périodiques doivent être consentis pour le stockage du mazout, donc avant la consommation proprement dite. C'est au consommateur qu'appartient le choix de sélectionner le fournisseur le meilleur marché ainsi que la période de livraison la plus avantageuse. Bien que financièrement moins intéressant, il est également possible de conclure un contrat avec un fournisseur fixe qui livre à des moments déterminés de l'année.

Dans le cas du gaz naturel, il faut consentir un investissement ponctuel pour le raccordement au réseau et l'installation du compteur. La consommation de gaz est en outre imputée périodiquement par le biais de factures intermédiaires dont le montant fixe est établi sur base de la consommation de l'année précédente. La facture annuelle, enfin, tient compte de la consommation annuelle effective et comprend les corrections nécessaires ainsi que, outre la consommation de gaz, des frais fixes (location du compteur, redevance du service de base, ...).

2.2.6 Coûts d'entretien

2.2.6.1 Obligations légales

Conformément à l'Arrêté Royal (A.R.) du 6 janvier 1978, toutes les chaudières utilisant un combustible solide ou liquide doivent être

entretenu par un technicien agréé et ce à des intervalles de 15 mois maximum (voir également chapitre 6). Pour connaître les coûts moyens recommandés, il y a lieu de se référer aux barèmes de l'Union Royale Belge des Installateurs de Chauffage (UBIC).

L'entretien régulier des chaudières présente une série d'avantages évidents :

- cet entretien et le réglage du brûleur permettent d'obtenir un meilleur rendement de combustion et, donc, une économie d'énergie que l'on estime à $\pm 4\%$;
- l'économie d'énergie ainsi enregistrée s'accompagne automatiquement d'une réduction des émissions de substances nocives;
- la longévité de la chaudière s'accroît et le risque de panne diminue;
- l'entretien réduit le risque d'incendie et offre une garantie juridique à l'assurance-incendie.

Signalons enfin que l'entretien et le contrôle des chaudières à gaz ne sont pas obligatoires dans notre pays. Ces inspections, au cours desquelles il convient surtout de surveiller la combustion et l'étanchéité au gaz, sont toutefois recommandées selon une fréquence bis-annuelle. Cette nécessité est encouragée par l'obligation d'entretien des chaudières à gaz prévue dans près de la moitié des Etats membres de l'Union Européenne.

2.2.6.2 Impact de l'entretien des chaudières

Les dispositions de l'A.R. du 6 janvier 1978 relatives à la limitation de la pollution atmosphérique des générateurs de chaleur utilisant des combustibles solides ou liquides au travers notamment de l'indice de noircissement des fumées et du rendement de combustion sont désuètes, si l'on tient compte des caractéristiques des chaudières modernes.

Il ressort cependant d'études et enquêtes que la législation portant sur l'entretien des chaudières de chauffage central n'est, dans de nombreux cas, pas respectée (absence de certificat d'entretien pour la moitié du parc de chaudières) et qu'un nombre important de chaudières est dans un état tel que, même après entretien, elles ne répondent pas aux critères les moins sévères et devraient dès lors être remplacées. Un entretien correct, effectué par un technicien agréé, est précisément une opération efficace et importante pour obtenir une consommation d'énergie moindre et dès lors une protection accrue de l'environnement. Le gain financier ainsi que le sens civique devraient inciter à effectuer des entretiens réguliers de l'installation de chauffage.

Des études ont pu révéler qu'une application efficace de la législation permettrait d'enregistrer une réduction des coûts ménagers de chauffage de 4% environ, qui s'accompagne d'une diminution pratiquement aussi importante des émissions de CO₂.

Le chauffage central dans les habitations

3.1 Relation bâtiment - installation - occupant

L'objectif de l'installation de chauffage dans l'habitation consiste à assurer un confort thermique satisfaisant devant répondre aux exigences et aux besoins des habitants. Dans ce cadre l'utilisation rationnelle de l'énergie représente un paramètre important aussi bien dans le temps que dans l'espace.

Pour atteindre cet objectif :

- la conception et les caractéristiques architecturales de l'habitation (isolation thermique, ventilation, rayonnement solaire incident) doivent conduire à des besoins en énergie réduits à un minimum;
- le dimensionnement de l'installation de chauffage, en d'autres termes la détermination de la puissance thermique installée sur la base des méthodes de calcul normalisées (NBN B 62-003), doit être adaptée aux besoins réels en énergie;
- le rendement global saisonnier de l'installation doit être le plus élevé possible;
- un comportement respectueux de l'utilisation rationnelle de l'énergie doit être adopté.

La relation bâtiment – installation – occupant représente une donnée importante, dans la-

quelle l'architecte, le chauffagiste et le maître de l'ouvrage ont chacun un rôle à jouer pour obtenir un climat intérieur optimal moyennant une consommation énergétique totale minimale.

3.2 Caractéristiques des installations de chauffage central

Les statistiques de 1991 montrent que le chauffage central est installé dans 60% des habitations. La chaleur est produite par un appareil centralisé (la chaudière) et est ensuite distribuée par un réseau de canalisations et acheminée dans les locaux à chauffer via un fluide caloporteur (eau ou air).

Par rapport au chauffage individuel, le chauffage central offre les avantages suivants :

- la production centrale de chaleur présente un meilleur rendement et est globalement moins polluante;
- le chauffage central peut également servir à chauffer l'eau des installations sanitaires;
- les corps de chauffe prennent moins de place que les appareils individuels;
- le chauffage central requiert moins d'entretien et offre un confort accru.

Le chauffage central présente toutefois l'inconvénient de pertes d'énergie lors de la dis-

tribution de la chaleur vers les différents locaux et de coûts plus élevés d'investissement et d'exploitation. Toutefois, à confort identique, les coûts sont du même ordre de grandeur.

3.3 Chauffage central à eau chaude

3.3.1 Principe de fonctionnement

Traditionnellement, dans le cas du chauffage central par circulation d'eau chaude, l'eau est chauffée dans la chaudière à une température maximale de 90 °C environ. L'eau chaude est envoyée au moyen d'une pompe ou circulateur via un réseau de canalisations vers les corps de chauffe qui assurent à leur tour la transmission thermique nécessaire dans les pièces où ils sont installés. L'eau refroidie retourne à la chaudière par le même réseau de tuyaux (installation monotube) ou par un réseau parallèle (installation bitube), où le cycle recommence. La figure 7 montre un schéma de principe d'une installation de chauffage central à eau chaude (installation bitube).

La figure 8 montre un schéma de principe d'une installation de chauffage central à eau chaude (installation monotube).

Actuellement, les habitations sont aussi et de plus en plus équipées d'installations de chauffage à distribution centralisée, c.-à-d. où chaque radiateur est individuellement alimenté à partir de collecteurs communs (aller et retour) via des tuyauteries de faible diamètre en matière plastique. L'utilisation de matériel spécifiquement développé pour ce type d'installation (robinetterie intégrée, raccords préfabriqués, tubes en polyéthylène réticulé sous fourreaux encastrés) permet un montage facile et rapide et réduit les coûts d'investissement. La figure 9 montre le principe d'une telle installation.

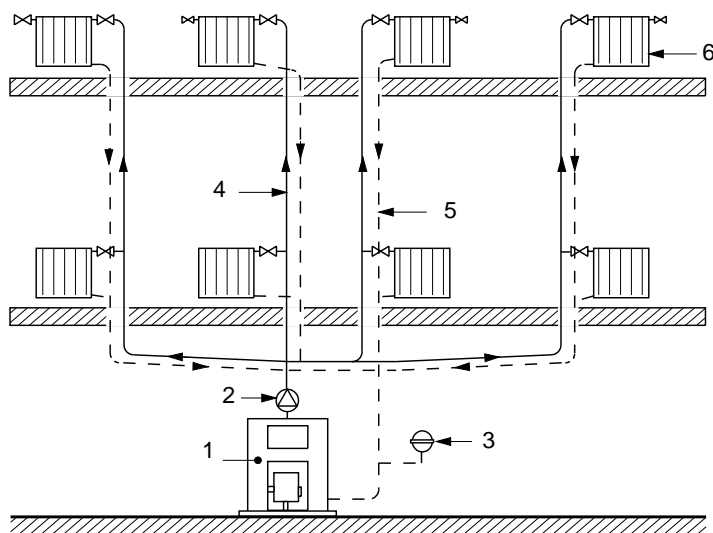


Figure 7 Principe d'une installation de chauffage central à eau chaude (bitube).
 1. chaudière
 2. circulateur
 3. vase d'expansion
 4,5. circuits départ et retour
 6. corps de chauffe

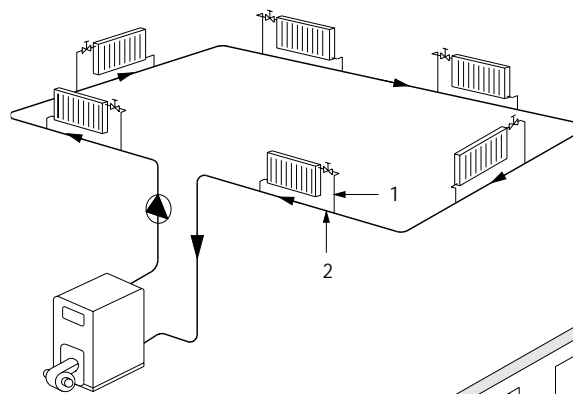


Figure 8 Principe d'une installation de chauffage central à eau chaude (monotube).
 1. alimentation radiateur
 2. boucle monotube et tuyau by-pass

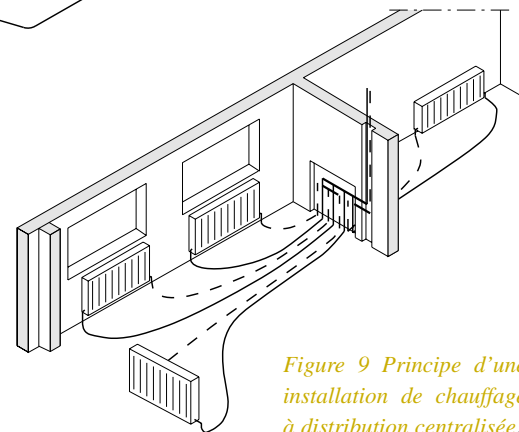


Figure 9 Principe d'une installation de chauffage à distribution centralisée.

Pour les habitations, c'est le système classique de chauffage à eau chaude avec radiateurs qui remporte le plus grand succès car il offre les principaux avantages d'un système simple, fiable, facile à régler, confortable et présentant une longévité acceptable. Il n'est cependant en aucun cas le système idéal car il présente aussi les inconvénients d'une inertie thermique à la relance et d'une sensibilité au gel.

La régulation du chauffage s'effectue à plusieurs niveaux. En fonction de la saison, la température maximale de l'eau de l'installation peut être adaptée à la température extérieure moyenne. Cet ajustement s'effectue simplement par le réglage du thermostat de la chaudière (aquastat) mais peut être également plus sophistiqué et recourir à un réglage automatique combiné à une sonde extérieure. La chaleur peut être en outre réglée dans chaque pièce, au niveau des corps de chauffe, en adaptant le débit d'eau. Pour ce faire, le robinet du radiateur est positionné manuellement ou le débit d'eau est adapté automatiquement par un robinet à tête thermostatique.

Enfin, il est conseillé de mettre l'ensemble de l'installation en "état de veille" chaque fois que l'habitation n'est pas occupée et lorsqu'il n'est pas nécessaire de maintenir la température de confort, comme pendant la nuit. Un thermostat d'ambiance pourvu d'une horloge permet de programmer le mode de chauffage tout en tenant compte des régimes journaliers, hebdomadaires et de week-end.

3.3.2 Classification et dimensionnement

En fonction de la nature de l'installation, on distingue plusieurs catégories selon :

- le type de distribution : installation à 1 tuyau (monotube) ou à 2 tuyaux (bitube),

centralisée à partir de collecteurs;

- le mode d'émission : radiateurs, convecteurs, chauffage par le sol, par les murs et par le plafond;
- la source d'énergie : gaz, mazout, ...

Signalons enfin que la conception et le dimensionnement correct des composants (corps de chauffe, tuyaux, circulateurs, vases d'expansion, ...) de tous les types d'installation sont importants pour son bon fonctionnement.

3.3.3 Modes de transmission thermique et corps de chauffe

3.3.3.1 Modes de transmission thermique

La transmission de la chaleur dans la pièce par les corps de chauffe peut s'effectuer par convection et/ou par rayonnement (figure 10). La convection signifie que la chaleur est directement transmise à l'air froid au voisinage du corps de chauffe. Cet air réchauffé, plus léger que l'air froid, s'élève et est remplacé par de l'air froid aspiré dans la partie basse du corps de chauffe. On assiste ainsi à un mouvement

circulatoire naturel qui finit par réchauffer l'ensemble de l'air de la pièce. Dans le cas du rayonnement, la chaleur de la surface chaude est émise dans toutes les directions et transmise à toutes les surfaces plus froides directement apparentes.

La plupart des corps de chauffe émettent la chaleur par convection et par rayonnement. La part convection/rayonnement dépend de la nature du corps de chauffe : dans le cas des convecteurs, la transmission thermique s'effectue surtout par convection tandis qu'en cas de chauffage par le sol ou le plafond, la transmission s'effectue surtout par rayonnement. Les radiateurs, en revanche, associent les deux modes de transmission, bien que la convection reste en général plus importante que le rayonnement.

En fonction du type de radiateur, la part de rayonnement varie par exemple de 10% (radiateur comprenant plus de 3 panneaux et pourvu d'ailettes de convection) à 50% (radiateur à panneau unique).

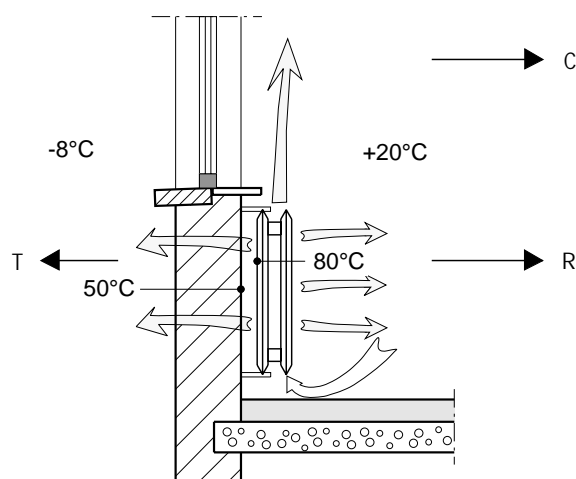


Figure 10 Transmission de chaleur par rayonnement et par convection.
C. convection
R. rayonnement
T. transmission (conduction)

3.3.3.2 Radiateurs

Sur le plan du matériau, de la forme et de l'apparence, les radiateurs peuvent être très différents. Ils peuvent être en acier, en fonte ou en aluminium et se présenter sous la forme de radiateurs à panneaux (pourvus ou non d'ailettes de convection), de radiateurs à éléments ou de radiateurs décoratifs. Ces derniers se rencontrent principalement dans les salles de bains et cuisines et connaissent actuellement un franc succès, en particulier en raison de leurs propriétés esthétiques et pratiques (séchage des essuie-mains).

Les radiateurs sont de préférence installés contre un mur extérieur et sous une tablette de fenêtre. Grâce à cette position le rayonnement des surfaces froides (mur ou fenêtre) est efficacement compensé par l'émission du radiateur. Toutefois, il faut veiller à ce que la transmission thermique ne soit pas entravée par des tentures, caches, écrans ou tout autre mobilier. L'installation d'un radiateur devant une fenêtre ou, en général, devant une allège ou un mur non isolé est pourtant à proscrire parce que une très grande partie de la chaleur émise par le radiateur est directement perdue par cette paroi non isolée.

Par rapport aux convecteurs, l'effet de rayonnement des radiateurs présente un avantage car l'énergie rayonnée procure une agréable sensation de chaleur. En revanche, ils sont plus lents à se mettre en température en raison de leur contenance plus importante en eau.

3.3.3.3 Convecteurs

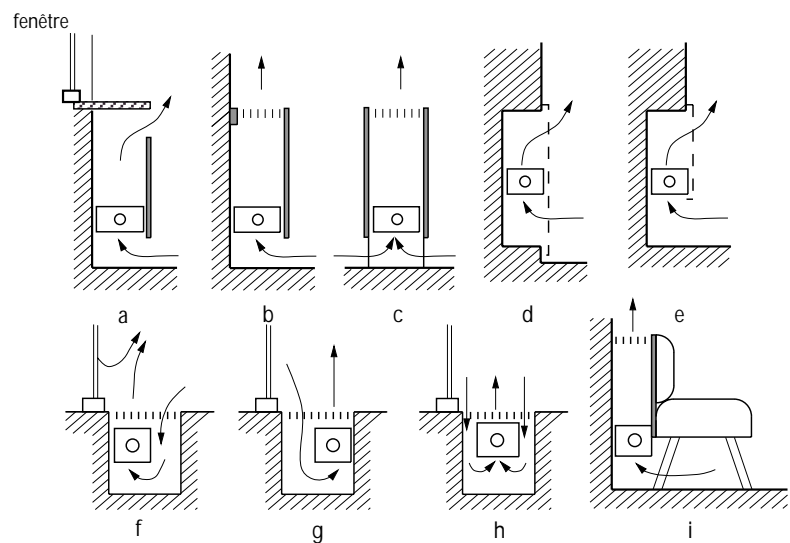
Les convecteurs se composent de tubes à ailettes dissimulés par un écran ou une plinthe ou placés dans une niche ou en fosse. Comme nous l'avons déjà expliqué, la transmission

thermique s'effectue presque exclusivement par convection : l'appareil attire l'air froid situé sous lui, le réchauffe et libère l'air chaud par le haut. La hauteur du cache convecteur est primordiale pour la création d'un effet de cheminée et joue un rôle important dans la transmission thermique. Le flux d'air chaud augmente d'autant plus rapidement que le cache convecteur est haut ; la puissance de l'appareil augmente dans les mêmes proportions.

La figure 11 montre plusieurs emplacements possibles pour les convecteurs. Il faut noter que la transmission thermique des convecteurs peut être sensiblement influencée par la présence de mobilier ou d'objets placés sur, sous ou à proximité de l'appareil, ceux-ci empêchant la circulation naturelle de l'air. Etant donné leur faible capacité en eau, les

convecteurs atteignent rapidement leur température de régime de chauffe et conviennent donc bien au chauffage rapide des locaux. En revanche, il faut signaler que par rapport aux radiateurs, l'émission thermique d'un convecteur est plus sensible à une variation de température d'eau et sera dès lors alimenté en moyenne avec de l'eau plus chaude.

Les convecteurs peuvent également être placés dans des fosses (fig. 11 - f, g, h), ce qui peut s'avérer intéressant notamment dans le cas de portes-fenêtres devant lesquelles aucun radiateur ne devrait être placé, compte tenu du mauvais rendement résultant d'une telle situation. Dans ce cas, la conception de la fosse et le placement du convecteur dans celle-ci revêtent une importance capitale pour garantir un bon fonctionnement et la transmission thermique souhaitée.



*Figure 11 Emplacements possibles pour convecteurs.
a. en allège
b. contre mur
c. libre
d, e. en niche
f, g, h. en fosse
i. derrière un meuble*

3.4 Chauffage par le sol

3.4.1 Principes du chauffage par le sol

Comme son nom l'indique, le chauffage par le sol consiste à chauffer le plancher par le biais d'un réseau de tuyaux encastrés dans ce dernier et dans lesquels circule de l'eau chaude en circuit fermé (figure 12). La transmission thermique dépend en grande partie de la température de l'eau, de la distance entre les tuyaux et de la résistance thermique de toutes les couches du complexe plancher situées au-dessus des tuyaux.

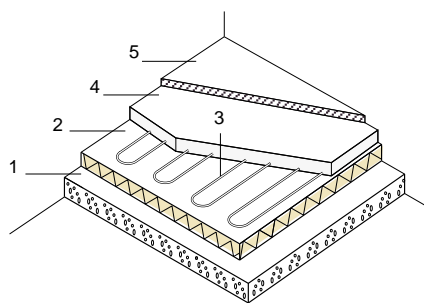


Figure 12 Chauffage par le sol.

1. dalle porteuse
2. isolation thermique
3. tuyaux de chauffage
4. chape
5. revêtement de sol

Le chauffage par le sol est un système de chauffage à réaction lente vu sa grande inertie thermique. L'utilisation du chauffage par le sol est donc déconseillée dans les habitations où les occupants ont un rythme de vie varié ou sont souvent absents.

Une autre différence par rapport aux systèmes classiques de chauffage par radiateurs réside dans le fait que la température moyenne de

l'eau est limitée à des valeurs situées entre 45 et 50°C maximum car, pour des questions de confort et des raisons médicales, la température de la surface du sol ne peut dépasser $\pm 29^\circ\text{C}$ dans les zones habitables.

Si les habitations ne sont pas bien isolées, le chauffage par le sol ne sert que de chauffage de base et doit être complété par un chauffage d'appoint (radiateurs à eau chaude ou électriques, par exemple). Ce chauffage d'appoint est d'ailleurs souvent prévu dans les pièces dont les surfaces nettes de plancher sont insuffisantes à cause du mobilier ou des équipements, telles les cuisines et les salles de bains.

Parfois certaines habitations sont équipées de deux systèmes de chauffage : un chauffage par le sol à basse température au rez-de-chaussée et des radiateurs à haute température à l'étage. Cette combinaison requiert souvent une régulation supplémentaire, ce qui rend l'installation plus complexe et augmente les coûts. D'autre part, il faut également éviter la combinaison d'un chauffage par le sol et de grandes baies vitrées par lesquelles un rayonnement solaire très important peut entrer, car cette situation peut vite mener à des surchauffes incontrôlables.

Le chauffage par le sol doit être prévu lors de la conception de l'habitation parce que le plancher chauffant présente une plus grande épaisseur et doit être très bien isolé, ce qui n'est pas réalisable en rénovation. Ce type de chauffage est également très souvent présenté sous forme de systèmes préfabriqués qui ont recours à des tuyaux en matière plastique fixés sur des plaques isolantes pourvues d'encoches aménagées à cet effet. De plus, on constate que le dimensionnement de l'installation est généralement réalisé par le fournisseur

du système, ce qui entrave l'indépendance du chauffagiste. Les méthodes correctes de calcul valables pour tous les systèmes sont reprises dans les NIT 170 et 181 du CSTC.

3.4.2 Avantages et inconvénients du chauffage par le sol

Parmi les avantages typiques, citons :

- utilisation d'une chaudière à haut rendement, à basse température ou à condensation;
- chauffage très agréable si les critères de confort sont respectés;
- absence de corps de chauffe apparent.

Les inconvénients sont les suivants :

- régulation difficile en raison de la grande inertie thermique du système;
- ce système doit être prévu dès la conception et, une fois installé, ne peut être modifié au niveau espace et transmission thermique;
- des fuites éventuelles sont difficiles à détecter et à réparer;
- les revêtements de sol isolants, tels que la moquette et, dans une moindre mesure, le parquet, sont déconseillés ; les meubles ne reposant pas sur des pieds réduisent la surface de sol utile et empêchent la transmission thermique;
- les coûts d'installation sont élevés;
- le chauffage par le sol est possible en tant que chauffage principal uniquement dans les habitations bien isolées et non équipées de grandes baies vitrées; le chauffage d'appoint est plus souvent la règle que l'exception.

3.5 Chauffage central par air chaud

3.5.1 Description du système

Ce mode de chauffage utilise l'air comme fluide caloporteur. L'air est chauffé dans un générateur d'air chaud à environ 40°C et est amené vers les pièces à chauffer au moyen d'un ventilateur et d'un réseau de conduites d'air (figure 13).

En règle générale, l'air chaud est insufflé au niveau du sol par des bouches de soufflage tandis qu'une partie de l'air est évacuée par un système d'aspiration central (généralement placé dans un hall) et redirigée vers le générateur d'air chaud. Pour des raisons d'hygiène, une partie de l'air vicié est évacuée vers l'extérieur via les pièces "humides" (salle de bain, cuisine, WC) tandis qu'un pourcentage ajustable d'air frais est mélangé à de l'air recyclé à l'entrée du générateur d'air chaud.

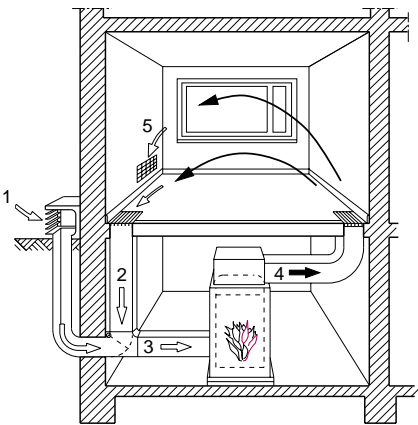


Figure 13 Chauffage à air chaud.

1. prise d'air frais
2. air recyclé
3. air mélangé
4. air soufflé
5. air rejeté à l'extérieur

Le bon fonctionnement d'un système de chauffage par circulation d'air chaud dépend fortement de l'étanchéité à l'air de l'habitation. Si celle-ci n'est pas suffisamment étanche, les débits d'air insufflé et aspiré ne correspondront pas aux valeurs calculées ou seront moins bien répartis, entraînant ainsi des problèmes pour l'obtention des températures de confort souhaitées.

Ce système requiert également le placement adéquat et soigné des conduites d'air, non seulement pour limiter les fuites mais également pour prévenir un refroidissement trop important de l'air chauffé. Il est donc indispensable d'isoler minutieusement toutes les conduites d'air et certainement dans les zones froides en dehors du volume protégé (par exemple le vide ventilé).

Pour obtenir un confort thermique satisfaisant, dépourvu de courants d'air, la position des bouches d'air, la température du flux d'air et la vitesse d'insufflation représentent les principaux facteurs.

3.5.2 Avantages et inconvénients

Le principal avantage d'un système de chauffage par circulation d'air chaud réside dans la possibilité d'obtenir un réchauffement très rapide des différentes pièces. Ce système offre en outre la possibilité de coupler la ventilation de l'habitation au chauffage tandis qu'en période estivale, le système peut parfaitement fonctionner comme système de ventilation mécanique ou même de rafraîchissement.

Parmi les inconvénients, citons :

- le réseau de conduites d'air prend beaucoup de place, doit être prévu à la conception de l'habitation et ne peut être que difficilement installé en rénovation;

- vu le moindre réchauffement des parois et donc d'inertie thermique, le refroidissement des locaux se produit rapidement après chaque arrêt;
- la pollution des conduites d'air peut entraîner des problèmes de santé;
- la circulation de l'air dans les conduites et la vitesse d'insufflation au niveau des bouches de soufflage peuvent entraîner des courants d'air et des nuisances sonores;
- le bruit du ventilateur risque de se transmettre à l'ensemble de l'installation;
- une grande consommation d'énergie dans les habitations non étanches et mal isolées thermiquement; une grande partie de l'air chaud est également directement évacuée à l'extérieur via la ventilation des locaux humides.

3.6 Comparaison des divers systèmes de chauffage

Tableau 3 – Comparaison des divers systèmes de chauffage

Critères	Chauffage individuel (poêles)	Chauffage central (rad./conv.)	Chauffage par le sol	Chauffage par air chaud
Aptitude : • habitation mal isolée • habitation bien isolée	oui oui	oui oui	non oui	non oui
Faisabilité : • nouvelle construction • construction existante	oui possible	oui possible	possible difficile	possible très difficile
Confort thermique : • type de chaleur • répartition thermique • points faibles	ray. + conv. irrégulière surchauffe	ray. + conv. homogène -	ray. + conv. homogène -	convection homogène courants d'air
Caractéristiques : • temps de relance • intermittence • sensible au gel • nuisance sonore	rapide bien adaptée non aucune (dilatation)	normal adaptée oui parfois (dilatation)	très lent peu adaptée oui aucune	très rapide bien adaptée non parfois (air+ventilo)
Rendements saisonniers : • production thermique • pertes de distribution • pertes d'émission	50-70 % aucune aucune	70-90 % jusque 5 % jusque 5 %	70-90 % 5-10 % pertes vers le bas → 10 %	70-90 % 5-10 % aucune
Régulation : • centralisée • par pièce • horaire	possible bonne possible	bonne moyenne bonne	bonne très mauvaise difficile	bonne mauvaise moyenne
Coûts : • investissement • consommation • entretien	\$ \$ \$	\$\$\$ \$\$ \$	\$\$\$\$ \$\$ \$	\$\$\$\$ \$\$\$ \$\$

Le tableau 3 fait état d'une comparaison relative la plus objective possible des divers systèmes de chauffage les plus couramment utili-

sés dans les habitations. Les critères qui entrent en ligne de compte sont l'aptitude du système, la faisabilité, le confort thermique,

les caractéristiques de fonctionnement, le rendement, la possibilité de régulation et les coûts. Ce tableau a pour but d'aider à faire un choix entre les différents systèmes de chauffage, et ce sur la base de ces critères.

3.7 Cheminées

3.7.1 Conception et réalisation de cheminées

Les gaz de combustion libérés lors de la production de chaleur doivent, dans tous les cas, être évacués vers l'extérieur. La cheminée constitue le meilleur moyen d'évacuation. Toute cheminée doit être étanche et être construite en matériaux incombustibles qui isolent parfaitement le canal de fumée de toutes les pièces intérieures.

La conception et la réalisation de la cheminée sont très importants et doivent répondre à une série de critères garantissant le fonctionnement optimal de la cheminée. En d'autres termes :

- le tirage naturel doit pouvoir être garanti en toutes circonstances en évitant le refoulement des gaz de combustion dangereux pour les habitants;
- le refroidissement des gaz de combustion ne doit pas être trop important pour éviter la condensation de la vapeur d'eau contenue dans ces derniers et qui, dans le cas du mazout, par exemple, peut causer une dégradation du conduit.

Les dispositions relatives à la construction des cheminées sont reprises dans la norme NBN B 61-001 (1986) qui n'est toutefois d'application que pour les puissances de plus de 70 kW, et qui tombe donc en dehors du champ d'appli-

tion de la plupart des habitations. Pour ces dernières, des règles de bonne pratique ont été élaborées, mais elles font actuellement l'objet d'une révision dans le cadre de la normalisation.

3.7.2 Problématique actuelle des cheminées

Lors de la conception et de la réalisation des cheminées, les règles générales suivantes doivent être prises en compte (figure 14) :

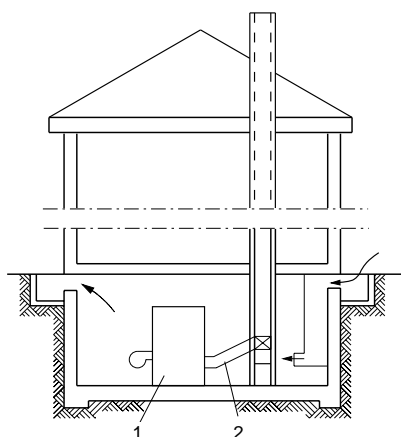


Figure 14 Conception des cheminées.

1. chaudière

2. conduit de raccordement

- le diamètre du conduit d'évacuation des fumées doit être suffisamment grand et adapté à la puissance de la chaudière installée;
- le conduit de la cheminée doit être aussi vertical, rectiligne et lisse que possible;

- le débouché de la cheminée doit être situé dans une zone de la toiture, normalement exempte de pression susceptible de refouler les gaz de combustion ; l'emplacement idéal se situe près du faite du toit ou, dans le cas d'une toiture plate, un demi mètre au-dessus du niveau supérieur de la toiture plate;
- les gaz de fumées ne doivent pas se refroidir trop vite afin d'éviter la condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées; il est donc conseillé de placer la cheminée vers le centre de l'habitation et éventuellement d'isoler thermiquement la cheminée de l'ambiance extérieure ou de locaux non-chauffés;
- la cheminée doit être régulièrement ramonée et son étanchéité contrôlée.

A l'heure actuelle, les nombreux problèmes relatifs aux cheminées sont liés au fait que la conception et la technologie des chaudières ont progressé tandis que les cheminées n'ont pas évolué. Les chaudières modernes sont, en effet, équipées d'échangeurs de chaleur plus performants ainsi que d'un meilleur système de combustion du combustible, ce qui entraîne une réduction de la température et du débit des gaz de combustion.

Si ces chaudières sont reliées à une cheminée inadaptée, ce qui est souvent le cas lors du remplacement d'une vieille chaudière, on constate après un certain temps des problèmes de condensation suite à un tirage insuffisant et à un refroidissement trop important des gaz de combustion. Pour l'adaptation de la cheminée, la meilleure solution consiste à insérer dans cette dernière un conduit dis-

tinct et adapté sous forme de gaines métalliques. Ces systèmes doivent répondre à certaines exigences et ne sont fiables que s'ils sont dotés d'un agrément technique. Une autre solution consiste à assurer une évacuation mécanique des gaz de combustion en installant un extracteur adapté ou une hotte faisant office d'aspirateur statique.

Si une cheminée présente un mauvais tirage pour l'une ou l'autre raison, un refoulement des gaz de combustion est toujours possible. Dans le cas de chaudières à gaz, il est alors conseillé de n'utiliser que des appareils pourvus d'un coupe-tirage antirefouleur ou d'une protection automatique, qui interrompt le fonctionnement de l'appareil en cas de refoulement. Cette protection est obligatoire pour toutes les chaudières à gaz mises sur le marché depuis le 01/01/1995 (garantie par le marquage CE sur l'appareil). Toutefois, la situation reste dangereuse pour toutes les chaudières existantes ne présentant pas la dite protection. Dans toutes les circonstances, il est donc prudent le cas échéant de remédier au problème du mauvais tirage de la cheminée.

La problématique des cheminées, qui connaît encore de nombreux autres aspects, tels que le raccordement de plusieurs chaudières à un seul conduit et la combinaison de l'évacuation des fumées et de l'apport d'air de combustion, sera examinée plus en détail dans une future publication.

4

Rendement d'une installation de chauffage central

4.1 Rendement global d'une installation

L'objectif du système de chauffage d'un bâtiment consiste à diffuser dans chaque local et à chaque moment exactement la quantité de chaleur nécessaire pour atteindre et maintenir la température de confort au niveau souhaité. On constate cependant que toute installation transmet ou consomme plus d'énergie (chaleur) que ce qui est strictement nécessaire; en d'autres termes, on assiste à des pertes d'énergie.

L'étalon utilisé pour évaluer cette perte d'énergie est appelé "rendement". Le rendement peut être défini comme le rapport entre l'énergie strictement nécessaire dans chaque local et l'énergie réellement utilisée. En raison des pertes qui se produisent, ce rapport est toujours inférieur à 1 (ou inférieur à 100%).

Dans une installation de chauffage central la chaleur est d'abord produite dans le générateur de chaleur, puis elle est distribuée vers les corps de chauffe via un réseau de tuyauteries et elle est finalement émise par les corps de chauffe dans les locaux (figure 15). La gestion de cette chaleur est contrôlée et dirigée par le système de régulation. L'installation de chauffage est donc composée de 4 parties différentes qui fonctionnent toutes avec leur propre rendement :

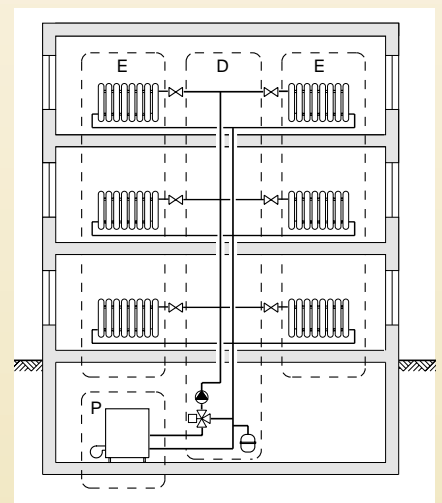


Figure 15 Composants d'une installation de chauffage central.

P. production de chaleur
D. distribution de chaleur
E. émission de chaleur

- le rendement de la production de chaleur (η_p) = le rapport entre la quantité d'énergie transmise par la chaudière au fluide caloporteur (eau, air) et l'énergie utilisée par le brûleur :

$$\eta_p = \frac{\text{énergie transmise par la chaudière}}{\text{énergie utilisée par le brûleur}};$$

- le rendement de distribution (η_d) = le rapport entre la quantité d'énergie transmise

aux corps de chauffe et l'énergie transmise par la chaudière au fluide caloporteur :

$$\eta_d = \frac{\text{énergie transmise aux corps de chauffe}}{\text{énergie transmise par la chaudière au fluide caloporteur}};$$

- le rendement d'émission (η_e) = le rapport entre la quantité d'énergie émise dans la pièce et l'énergie transmise aux corps de chauffe :

$$\eta_e = \frac{\text{énergie émise utilement dans le local}}{\text{énergie transmise aux corps de chauffe}};$$

- le rendement de régulation (η_r) = le rapport entre la quantité d'énergie strictement nécessaire dans le temps et dans l'espace pour satisfaire à la consigne de régulation, et la quantité réelle d'énergie émise utilement dans les locaux :

$$\eta_r = \frac{\text{énergie nécessaire dans le temps et dans l'espace}}{\text{énergie émise utilement dans le local}};$$

Le produit de ces quatre rendements partiels détermine le rendement global de l'installation de chauffage central (η_{ins}) :

$$\eta_{ins} = \eta_p \cdot \eta_d \cdot \eta_e \cdot \eta_r$$

4.2 Rendement saisonnier global d'une installation

Les rendements mentionnés ci-dessus sont des rendements nominaux déterminés quand l'installation fonctionne en permanence. En réalité, pendant la saison de chauffe l'installation ne fonctionne pas en continu et on admet que, dans le cas d'un dimensionnement correct de la chaudière, celle-ci fonctionne environ 30% du temps.

Pendant les périodes d'arrêt (70% de la saison de chauffe), dont la durée et la fréquence

dépendent de la conception, du dimensionnement, de la nature et de l'utilisation de l'installation, on enregistre des pertes supplémentaires. Par rapport au rendement (nominal) global, le rendement global saisonnier de l'installation est dès lors encore inférieur.

Le rendement saisonnier global représente un paramètre important qui détermine la consommation réelle d'énergie de l'installation. Pour avoir une idée de l'ordre de grandeur des rendements saisonniers pour divers types d'installation, le tableau 4 donne des valeurs extrêmes et indicatives.

Les chapitres ci-après donnent, pour chaque rendement partiel, de plus amples détails sur ce qu'ils représentent et donnent une série de conseils pour l'optimisation de ces rende-

ments dans le cadre d'une utilisation rationnelle d'énergie.

4.3 Rendement de production de chaleur

4.3.1 Rendement nominal des chaudières

Une chaudière a pour fonction de transmettre, avec le moins de perte possible, la chaleur produite par la combustion du combustible au fluide caloporteur (eau ou air). Cet échange de chaleur, même en marche continue de la chaudière, s'accompagne toujours d'une perte inévitable d'une partie de la chaleur produite (figure 16) :

Tableau 4 – Valeurs indicatives (en %) des rendements saisonniers de diverses installations de chauffage

Production (chaudière)	Distribution (réseau de conduites)	Emission (radiateurs)	Régulation	Total (installat.)
55-60 surdimensionnée	80-85 étendu et mal isolé	90-95 trop grands, mauvais placement	85-90 marche/arrêt	34-44
65-70 bien dimensionnée	90-95 restreint	95 trop grands, bon placement	90 + jour/nuit	50-57
75-85 haut rendement	95 restreint + isolé	95-98 corrects	90-95 + vannes thermostatiques	61-71
85-95 chaudière à condensation	95 restreint + isolé	95-98 corrects	95 + sonde extérieure	73-84

- pertes par combustion incomplète du combustible;
- pertes via les parois de la chaudière suite à la transmission de chaleur à l'environnement par convection et rayonnement;
- pertes par évacuation des gaz de combustion chauds vers l'extérieur (via la cheminée).

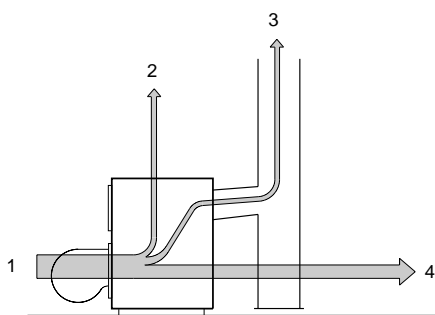


Figure 16 Pertes d'énergie dans la chaudière.

1. énergie fournie par la combustion du combustible
2. pertes par convection et par rayonnement
3. pertes par la cheminée
4. énergie restante livrée à l'installation

L'ampleur de ces pertes peut être déterminée de la même manière pour chaque chaudière par un essai normalisé, exécuté par un laboratoire indépendant et agréé.

On en détermine ainsi ce que l'on appelle le "rendement nominal" ou "rendement de production" de la chaudière.

Le rendement nominal est mesuré en régime permanent de la chaudière et à une température d'eau de chaudière moyenne de 70 °C, et équivaut à :

$$\eta_p = \frac{\text{énergie fournie au fluide caloporteur}}{\text{consommation d'énergie du brûleur en régime permanent}}$$

Les rendements nominaux des chaudières actuelles se situent environ entre 86 et 93 %. A noter que ce rendement est déterminé pour l'ensemble chaudière et brûleur, pour lequel ce dernier doit être adapté à la puissance de la chaudière et à la forme du foyer. Il est dès lors conseillé de choisir un ensemble chaudière/brûleur agréé.

4.3.2 Pertes d'énergie par maintien en température de la chaudière

Le rendement nominal d'une chaudière, obtenu en régime permanent, représente un rendement théorique, non conforme à la réalité, parce que la chaudière ne fonctionne généralement pas en continu.

En réalité, la puissance installée de la chaudière doit compenser les besoins thermiques maxima du bâtiment, calculés pour les déperditions calorifiques maximales survenant en moyenne une seule fois par an. Théoriquement, la chaudière est donc capable de fournir en permanence la quantité de chaleur nécessaire, même si la température extérieure reste égale à sa valeur conventionnelle minimale (- 8 °C pour Uccle).

Dans des conditions normales, la puissance de la chaudière n'est utilisée que partiellement. On admet, en effet, que dans le cas d'une chaudière bien dimensionnée, le brûleur ne fonctionne en moyenne que 30% du temps. Au cours d'une saison de chauffe moyenne (environ 250 jours ou 6000 heures), le brûleur d'une chaudière bien dimensionnée fonctionne donc 1800 heures environ. La durée de fonctionnement du brûleur d'une chaudière existante peut être

aisément déterminée en divisant la consommation de combustible (en litre de mazout ou m³ de gaz) au cours de la saison de chauffe par le débit de combustible du pulvérisateur ou de l'injecteur (en l/h ou m³/h).

La connaissance de la durée de fonctionnement permet de contrôler le degré de surdimensionnement d'une chaudière et de déterminer la puissance réellement requise lors du remplacement d'une vieille chaudière. Le tableau 5 reprend quelques valeurs indicatives pour l'évaluation de la puissance d'une chaudière existante sur la base de la durée de fonctionnement du brûleur pendant la saison de chauffe.

Tableau 5 – Evaluation de la puissance de la chaudière installée

Evaluation de la puissance de la chaudière	Durée de fonctionnement du brûleur (en heures par saison de chauffe)
• bien dimensionnée	1500 – 2000
• surdimensionnée	1000 – 1500
• fortement surdimensionnée	< 1000

Pendant les périodes d'arrêt, il n'y a pas d'appel de chaleur mais la chaudière est néanmoins généralement maintenue en température. Ceci provoque des pertes supplémentaires de chaleur par ses parois et par la cheminée (l'air de la chaufferie passe à l'extérieur via la chaudière et la cheminée) et ces pertes doivent être compensées par une consommation supplémentaire de combustible. Le maintien en température n'est pas nécessaire si la chaudière n'assure pas la production d'eau chaude sanitaire et si elle est cataloguée constructivement comme chaudière "basse température"

ou "à condensation". Mais même si la chaudière n'est pas maintenue en température, elle connaît des pertes d'énergie chaque fois qu'elle se refroidit après une interruption.

Le rendement de production saisonnier varie en outre dans le temps parce que la vétusté, l'utilisation et l'entretien jouent également un rôle. Rappelons que le tableau 4, p. 22, reprend quelques valeurs indicatives du rendement de production saisonnier de divers types de chaudière.

4.3.3 Optimisation du rendement de la production de chaleur

4.3.3.1 Choix d'une chaudière adaptée

Dans le cadre de l'utilisation rationnelle d'énergie, deux facteurs doivent être pris en compte lors du choix d'une chaudière, à savoir son rendement et sa puissance nominale.

En ce qui concerne le rendement, on peut dire qu'une chaudière dotée d'un label de qualité (Optimaz ou HR+) offre une première garantie d'obtenir une consommation minimale d'énergie.

D'autre part, le rendement d'une chaudière ne peut être optimal que si la puissance de la chaudière installée est adaptée aux besoins thermiques du bâtiment à chauffer. Il est dès lors primordial de déterminer correctement la puissance de la chaudière, c'est-à-dire sur la base d'un calcul des déperditions calorifiques selon la méthode de calcul normalisée (NBN B 62-003) et non sur la base de la puissance totale installée des corps de chauffe.

Une étude a montré que le surdimensionnement moyen des chaudières installées dans un échantillon représentatif de 200 habitations

récentes (permis de bâtir entre 1990 et 1995) approche les 200%.

En d'autres termes, la chaudière moyenne dans une habitation est donc deux fois supérieure à ce qui est nécessaire. Il va de soi que le fonctionnement d'une telle chaudière ne peut être optimal parce que de brèves périodes de fonctionnement alternent avec de longues périodes d'arrêt du brûleur, ce qui entraîne une augmentation des pertes à l'arrêt et une diminution du rendement de la chaudière.

Une autre étude, portant sur 100 installations de chauffage domestiques (âge des chaudières entre 2 et 25 ans), a mené à des conclusions analogues en indiquant que le fonctionnement moyen des brûleurs examinés ne durait que 10% du temps (facteur de charge $f = 0,1$) alors que l'on considère 30% comme valeur optimale ($f = 0,3$).

La figure 17 montre le facteur de diminution du rendement de production saisonnier d'une chaudière (facteur à appliquer au rendement nominal de la chaudière) en fonction du facteur de charge (f) et du facteur de perte à l'arrêt (une chaudière moderne bien isolée présente un facteur de perte à l'arrêt inférieur à 0,01).

Le problème du surdimensionnement se pose également lorsque la rénovation d'une habitation s'accompagne de la pose d'une isolation thermique supplémentaire du bâtiment, ce qui réduit les besoins thermiques. Il est dès lors conseillé, lors du remplacement d'une chaudière, de déterminer la puissance de la nouvelle chaudière par un calcul des déperditions thermiques tenant compte de la nouvelle situation. Une solution temporaire consiste à réduire la puissance de la chaudière en choisissant un gicleur de mazout plus petit ou en diminuant le débit de gaz.

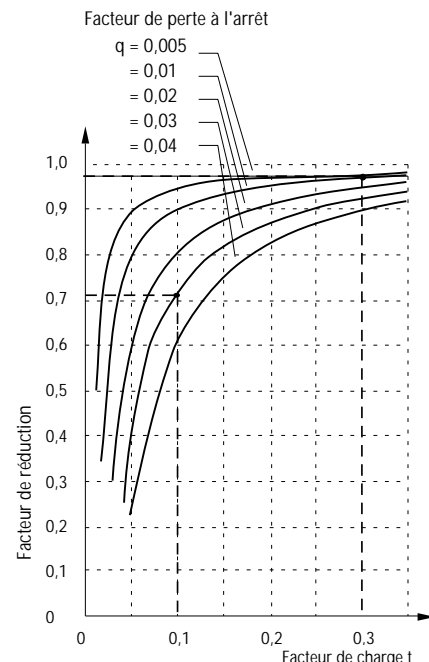


Figure 17 Facteur de réduction du rendement de production saisonnier en fonction du facteur de charge.

4.3.3.2 Réglage de la température de l'eau

En général la température de l'eau est limitée à une valeur maximale de 80 à 90 °C afin d'éviter l'ébullition dans la chaudière. Toutefois, cette température maximale n'est nécessaire que pendant les périodes de grand froid tandis qu'une température de l'ordre de 60 à 70 °C suffit amplement pendant l'intersaison.

La limitation de la température de l'eau de la chaudière en fonction de la température extérieure est aisément réalisable par le réglage manuel de l'aquastat de la chaudière ou de la vanne qui mélange dans un rapport donné l'eau de départ avec l'eau de retour. Le réglage

de la température de l'eau peut être aussi réalisé automatiquement par un système électronique combiné à une sonde de température extérieure, une vanne mélangeuse motorisée et une sonde de température de l'eau de départ.

En limitant la température de l'eau en sortie de chaudière, on réduit également celle des gaz de combustion, de sorte que la perte d'énergie par la cheminée est moindre. Un exemple de courbe de chauffe possible est donné à la figure 18 pour une chaudière classique et une chaudière "basse température".

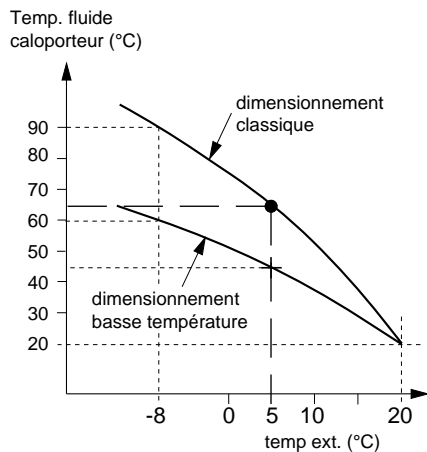


Figure 18 Courbe de chauffe.

Dans le cas d'une chaudière au mazout, le refroidissement du fluide caloporteur à des températures inférieures à 55 à 60 °C n'est possible que si la chaudière est conçue pour résister à la corrosion (chaudières basse température). Si la chaudière (gaz/mazout) sert également à préparer l'eau chaude sanitaire, la température de l'eau ne peut trop être réduite, tandis que la chaudière doit également rester opérationnelle en dehors de la saison de chauffe. Nous rencontrons là une situation énergéti-

quement moins favorable en raison du faible rendement de la chaudière au cours de cette période.

4.3.3.3 Réduction des pertes à l'arrêt

Au cours des périodes d'arrêt, la chaudière enregistre des pertes de chaleur par les parois, tandis qu'une perte supplémentaire peut se produire par aspiration et passage de l'air ambiant de la chaufferie, qui est ensuite réchauffé et qui s'échappe finalement par la cheminée suite au tirage thermique.

Pour limiter ces pertes, les parois ou le corps des chaudières actuelles sont mieux isolés et, dans le cas des chaudières au mazout, le brûleur est pourvu d'un clapet empêchant le passage de l'air de la chaufferie et son échappement par la cheminée chaque fois que le brûleur ne fonctionne pas. Pour rappel, signalons que le fonctionnement à basse température contribue une fois de plus à réduire les pertes à l'arrêt.

Dans le cas des chaudières à gaz, une veilleuse est généralement utilisée pour l'allumage lorsque le brûleur se déclenche. La consommation de gaz naturel causée par la veilleuse pendant les périodes d'arrêt (en moyenne 150 m³/an) peut être évitée par l'utilisation d'une chaudière à allumage électronique.

4.3.3.4 Optimisation de la combustion

Les chaudières modernes sont équipées de brûleurs sophistiqués, tant sur le plan de la technologie que de la régulation, de sorte que la combustion s'effectue de façon optimale. Pour certaines chaudières gaz, la puissance s'adapte même automatiquement à la charge en fonctionnant au 1/3, 2/3 ou 3/3 de la puissance nominale. La plupart des brûleurs

modernes atteignent rapidement un rendement de combustion supérieure à 90 %.

Pour obtenir un rendement de combustion optimal, il faut que le brûleur soit adapté à la puissance et à la forme du foyer de la chaudière (couple chaudière-brûleur adapté) et le brûleur doit être réglé de façon à ce que l'excès d'air, nécessaire à une combustion complète des gaz de combustion, soit optimal. De cette manière, il est également possible d'enregistrer une réduction du volume des gaz de combustion qui s'accompagne automatiquement d'une réduction de la chaleur s'échappant par la cheminée, ce qui constitue dès lors une économie supplémentaire d'énergie.

Pour le maintien d'un rendement de combustion optimal, il importe de procéder régulièrement à l'entretien et au réglage du brûleur qui, dans le cas des brûleurs au mazout, peut se faire lors de l'inspection annuelle. Les brûleurs au gaz n'exigent aucun entretien et sont réglés et scellés en usine pour une combustion optimale. La combustion optimale permet, dans une large mesure, la réduction des émissions de gaz nocifs (CO, CO₂, NO_x) essentielle à la protection de l'environnement.

4.3.3.5 Températures plus basses des gaz de combustion

Les fabricants de chaudières modernes consacrent une attention particulière au transfert de chaleur entre les gaz de combustion et le fluide caloporteur. Le chemin que suivent les gaz de combustion et la forme des surfaces sont étudiés de telle façon qu'un transfert maximum de chaleur s'effectue. Il en résulte une réduction sensible de la température des gaz de combustion s'échappant de la chaudière par la cheminée, entraînant ainsi une économie d'énergie.

Les concepteurs doivent également se pencher sur le problème de la prévention de la condensation des gaz de combustion contre les parois de cheminées. Dans le cas du mazout, les condensats contribuent en effet à des détériorations importantes de matériaux de construction.

4.4 Rendement de distribution de la chaleur

4.4.1 Pertes de distribution de la chaleur

Les pertes de distribution consistent en des pertes au niveau des canalisations transportant la chaleur produite par la chaudière vers les corps de chauffe.

Ces pertes dépendent de la longueur, du diamètre et de l'isolation des conduites ainsi que de la température du fluide caloporteur (eau ou air) et de la température ambiante. La NBN D 30-041 (1992) indique les conduites devant être isolées et propose une méthode de calcul pour déterminer et choisir la valeur optimale de l'épaisseur de l'isolant du point de vue économique. Le tableau 6 reprend à titre d'exemple les déperditions thermiques linéaires "opti-

males" et les épaisseurs minimales correspondantes de l'isolant pour conduites en acier bleu dans le cas d'un chauffage à eau chaude.

Les pertes de distribution sont uniquement considérées comme pertes si elles se produisent dans les pièces situées hors du volume protégé du bâtiment (vide sanitaire, cave, ...). Dans tous les autres cas, ces pertes peuvent être considérées comme gains thermiques internes et contribuent au chauffage de l'habitation.

4.4.2 Optimisation du rendement de distribution thermique :

- lors de la conception de l'installation, la chaudière doit occuper une place la plus centrale possible pour que la longueur totale du réseau de conduites soit minimale;
- les diamètres des conduites sélectionnées ne doivent pas être inutilement grands;
- toutes les conduites placées dans les endroits non chauffés n'appartenant pas au volume protégé du bâtiment doivent être correctement isolées, c'est-à-dire avec la bonne épaisseur et la mise en oeuvre doit être soignée;

- la température du fluide caloporteur (eau ou air) doit être adaptée à la température extérieure;
- s'il n'y a pas d'appel de chaleur, le système de régulation doit assurer l'interruption de la circulation d'eau ou d'air.

4.5 Rendement d'émission de la chaleur

4.5.1 Pertes à l'émission de la chaleur

L'émission thermique des corps de chauffe s'accompagne, elle aussi, de pertes qui ont pour conséquence qu'une partie de la chaleur émise n'est pas utilisée utilement pour le chauffage de la zone de confort.

Ces pertes sont liées aux phénomènes suivants :

- en raison de la stratification thermique, la température de l'air sera plus élevée au niveau du plafond, ce qui n'apporte rien au confort thermique des occupants, mais qui entraîne des pertes de chaleur supplémentaires par le plafond ; ces pertes seront d'autant plus importantes en fonction de sa hauteur (ex. mezzanine) ou qu'il est en contact avec de l'air extérieur. D'autre part le confort thermique dans la zone de séjour diminue;
- l'émission de chaleur par rayonnement assure le réchauffement de toutes les surfaces adjacentes plus froides et directement "vues" par le corps de chauffe ; si ces surfaces (mur extérieur, fenêtre, allège, ...) transmettent à leur tour la chaleur accumulée à l'environnement extérieur ou

Tableau 6 – Déperditions thermiques linéaires optimales et épaisseurs minimales correspondantes de l'isolant suivant NBN D 30-041 (*)

Perte linéaire optimale et épaisseur optimale correspondante de l'isolant	Diamètres nominaux						
	DN10 (3/8")	DN15 (1/2")	DN20 (3/4")	DN25 (1")	DN32 (5/4")	DN40 (6/4")	DN50 (2")
$k_{i\text{opt}}$ (W/m.K)	0.151	0.163	0.176	0.191	0.209	0.220	0.240
e_{opt} (mm)	31.4	33.8	37.2	40.4	43.8	45.8	50.0

(*) Conditions : eau chaude : 80 °C - température ambiante : 0 °C - conductibilité thermique isolant : 0.04 W/m.K.

à une pièce extérieure au volume protégé, on enregistre une perte de rendement au niveau du corps de chauffe;

- l'émission de chaleur peut être entravée par des facteurs externes tels que dépôt de poussière, caches ou niches pour radiateurs, rideaux mal placés ou par un emplacement inadapté contre un mur ou dans un caniveau;
- en cas de chauffage par le sol, la part de la transmission thermique des conduites dirigée vers le bas constitue une perte d'énergie si le local en-dessous du plancher ne fait pas partie du volume protégé (par exemple cave, terre-plein, vide sanitaire).

4.5.2 Optimisation du rendement d'émission de chaleur :

- l'emplacement idéal et normalisé pour un radiateur se situe contre un mur extérieur bien isolé et sous une fenêtre, avec respect des distances suivantes : 5 cm du mur, 10 cm au dessus du sol et au moins 10 cm sous la tablette de fenêtre;
- ne pas placer de corps de chauffe directement devant une porte-fenêtre, ni contre un mur extérieur non isolé, ni contre une fenêtre;
- poser une feuille d'aluminium réfléchissant sur un mur non-isolé situé derrière le radiateur;
- ne pas placer de meuble ni pendre de tenture devant un corps de chauffe;
- éviter les caches et l'aménagement dans une niche;

- ne pas faire sécher du linge sur un radiateur;
- purger régulièrement les radiateurs;
- dépoussiérer régulièrement les corps de chauffe ou les grilles;
- dans le cas de convecteurs placés en caniveau, les parois de celui-ci doivent être isolées et étanches ; les dimensions du caniveau et le placement des convecteurs doivent répondre aux instructions du fabricant afin de permettre un écoulement d'air correct au travers des convecteurs;
- dans le cas du chauffage par le sol, l'épaisseur de la couche isolante posée sous les conduites doit tenir compte de la température de l'espace sous-jacent; la pose de couches de finition isolantes au dessus des conduites (ex. moquette, parquet) est déconseillée ou doivent être intégrées au dimensionnement de l'installation.

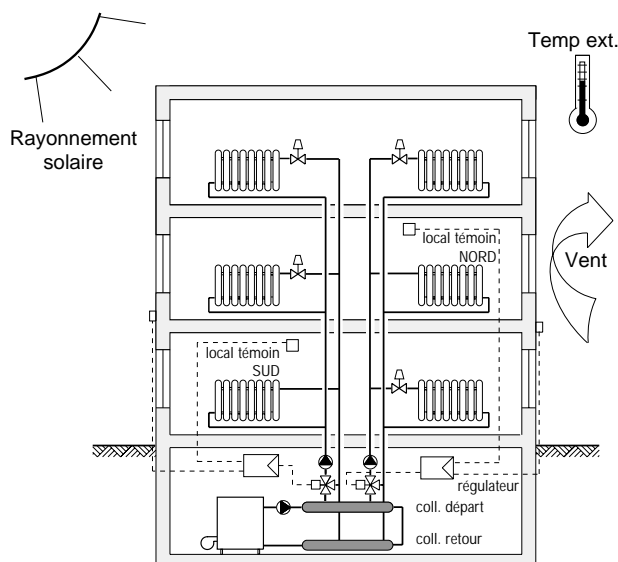


Figure 19 Principes de régulation centrale et locale.

4.6 Rendement de régulation

4.6.1 Principes généraux de régulation

La régulation d'une installation de chauffage en constitue un élément important; elle doit veiller à ce que la température adéquate soit maintenue au bon moment et au bon endroit dans l'habitation. Une régulation correcte n'est possible que si l'installation de chauffage est adaptée aux caractéristiques (besoins énergétiques) de l'habitation et si le système de régulation et l'installation sont suffisamment souples pour répondre aux souhaits des occupants. Des possibilités très diversifiées existent pour la régulation thermique. Celle-ci doit assurer une régulation tant centrale que locale, comme le montre la figure 19. Ces deux types de régulations doivent en outre être programmables dans le temps pour tenir compte du mode de vie des occupants.

La régulation centrale concerne l'adaptation de la température de l'eau qui s'effectue par le

réglage de l'aquastat de la chaudière ou de la vanne mélangeuse, et ce manuellement ou automatiquement en combinaison avec une sonde extérieure.

La régulation locale concerne l'ajustement de la température de l'air dans chaque local. Elle s'effectue généralement par le réglage du débit d'eau au moyen d'un robinet situé au niveau du corps de chauffe, et ce manuellement ou automatiquement à l'aide d'un robinet thermostatique. Le contrôle de la température intérieure est assuré par un thermostat d'ambiance placé dans une pièce de référence (généralement la salle de séjour). Ce thermostat coupe le chauffage (arrêt du brûleur ou du circulateur) chaque fois que la température désirée dans la pièce de référence est atteinte, ce qui peut s'avérer gênant s'il y a encore un appel de chaleur dans d'autres pièces. C'est pourquoi le thermostat d'ambiance doit être confiné dans le rôle de limite haute de température.

La régulation temporelle, enfin, permet de programmer le chauffage suivant les régimes diurne et nocturne, éventuellement en combinaison avec un régime de semaine et de week-end. Pour chacune de ces possibilités de régulation, il existe des appareils ou des systèmes de régulation sophistiqués qui garantissent le confort et la convivialité aux occupants.

Pour le réglage des températures intérieures et des périodes de démarrage et d'arrêt, il faut tenir compte du degré d'isolation, de la ventilation et de l'inertie thermique du bâtiment, facteurs déterminants pour la diminution de la température au cours des interruptions et de la durée de fonctionnement du chauffage. Il est important que la température intérieure ne puisse chuter de façon trop importante afin que la période de relance, grande consommatrice d'énergie, ne dure pas trop longtemps.

Pour les habitations répondant aux critères du règlement thermique (niveau K inférieur à K 55 suivant NBN B 62-301), la diminution de la température intérieure pendant la nuit sera normalement limitée à quelques degrés seulement, ce qui implique une période de relance relativement courte.

4.6.2 Pertes liées à la régulation

Une régulation incorrecte ou inadaptée entraîne, d'une part, un confort thermique insuffisant (trop froid ou trop chaud) et, d'autre part, un gaspillage d'énergie.

On parle de pertes de régulation lorsque dans un local, le système génère des températures réelles qui sont à certains moments supérieures aux températures souhaitées. Une part de ces pertes sont inévitables et proviennent de l'inertie du bâtiment et du système de chauffe qui ne permettent pas un refroidissement ou un réchauffage instantané lorsque la température de consigne varie instantanément. C'est ce qui se passe lorsqu'on passe d'une consigne de jour à une consigne de nuit (voir figure 20).

Par contre, une régulation qui permet difficilement une modification de la température de

consigne ou qui évalue mal la durée de la période de relance, provoque un gaspillage d'énergie. Il ne s'agit plus ici strictement d'un problème de régulation, mais aussi d'une question de programmation.

Une bonne régulation ne s'efforce plus uniquement de faire correspondre au mieux la température du local à la température de consigne, mais elle s'efforce aussi de réaliser cet objectif en faisant fonctionner l'ensemble de l'installation dans les meilleures conditions d'économie d'énergie. Par exemple, elle évitera de faire circuler de l'eau trop chaude dans les canalisations.

Les pertes liées à la régulation sont dues soit à un mauvais fonctionnement du système de régulation (défauts, imprécision), soit en une utilisation erronée ou inadaptée. On constate d'ailleurs que dans de nombreux cas, l'installateur en chauffage donne trop peu, voire aucune explication sur l'utilisation du système de régulation tandis que l'occupant s'intéresse très peu aux possibilités que ce système offre. Bon nombre d'habitants sont en outre peu enclins à adapter la régulation au climat extérieur ou à des changements de mode de vie, à plus forte raison si l'appareil est complexe.

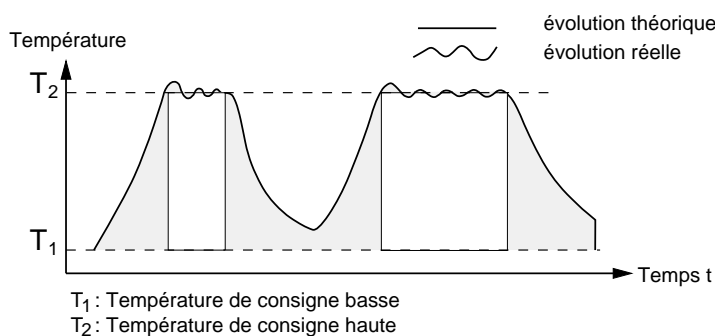


Figure 20 Evolution de la température dans un local.

Une attention particulière doit être apportée aux problèmes de surchauffe. Ceux-ci sont en effet de plus en plus souvent rencontrés dans les habitations actuelles bien isolées et qui sont en outre pourvues de grandes surfaces vitrées bien orientées et/ou d'une serre ou d'une véranda.

A chaque apparition du soleil, son rayonnement apporte souvent un réchauffement considérable qui fait monter la température de certaines pièces de l'habitation au dessus de la température de confort souhaitée. Toute période de surchauffe entraîne non seulement un gaspillage d'énergie si le système de chauffage continue à fonctionner pendant cette période, mais conduit également à ouvrir les fenêtres pour évacuer la chaleur excessive.

Pour éviter ces problèmes de surchauffe, il est conseillé de limiter les surfaces vitrées, d'installer des protections solaires efficaces et de s'assurer que, dans de telles circonstances, le chauffage puisse être coupé localement et rapidement, par exemple au moyen de robinets thermostatiques installés sur les corps de chauffe.

Signalons enfin qu'une bonne conception du bâtiment est importante afin de pouvoir réaliser un bon confort d'hiver et d'été. A cet effet, l'architecte doit trouver un équilibre judicieux entre la surface des vitrages, leur orientation, le type de vitrage (par exemple anti-solaire) et

une éventuelle protection solaire. Dans le cas d'une serre (ou véranda) accolée au bâtiment, il faut tenir compte du fait que la température intérieure de cet espace peut devenir excessivement basse (en hiver) ou élevée (en été) et qu'il est dès lors fortement conseillé de pouvoir isoler cet espace du volume protégé.

Le chauffage d'une véranda non-obturable est particulièrement couteux en période hivernale et pose en plus des problèmes de confort thermique à cause des grandes parois (vitrées) froides.

4.6.3 Optimisation du rendement de régulation :

- placer le thermostat d'ambiance à un endroit judicieux, c'est-à-dire dans une pièce représentative (généralement la salle de séjour), contre un mur intérieur, à 1,5 m du sol et à l'abri d'une source de chaleur (radiateur, rayonnement solaire) et de l'humidité;
- régler le régime horaire (jour, nuit, semaine et week-end) en fonction du mode de vie réel de tous les occupants de l'habitation et le modifier (en cas de changements) et tenir compte de l'inertie thermique du bâtiment pour déterminer correctement le moment de démarrage et d'arrêt;

- régler les températures diurne et nocturne souhaitées à des valeurs ni trop élevées ni trop basses (dans la salle de séjour, maximum 20 °C le jour et minimum 16 °C la nuit);
- adapter la température de l'eau de la chaudière en fonction de la température extérieure;
- régler les robinets thermostatiques des radiateurs sur la position appropriée en fonction de l'utilisation et de l'occupation des pièces ; pour les locaux rarement chauffés (garage, buanderie, débarras, ...) un chauffage occasionnel suffit pour mettre le dit local à l'abri du gel;
- ne pas choisir un système de chauffage à temps de réaction lent (ex. chauffage par le sol) si l'habitation est occupée de manière irrégulière ou si la superficie des fenêtres est importante;
- prévoir des protections solaires extérieures efficaces si l'habitation présente de grandes surfaces vitrées ou prévoir des vitrages adoptés (anti-solaires ou sélectifs).

Comportement des occupants et utilisation rationnelle de l'énergie

Les chapitres précédents donnent de nombreux conseils permettant d'obtenir un fonctionnement optimal de l'installation de chauffage. Le comportement de l'occupant est tout aussi important pour ne pas anéantir les économies réalisées grâce au bon fonctionnement de l'installation. L'utilisation rationnelle de l'énergie doit, en d'autres termes, faire partie des habitudes de vie de tous les membres de la famille qui doivent, d'une part, tenter de limiter les besoins énergétiques et, d'autre part, utiliser l'installation de manière intelligente.

Les besoins énergétiques du bâtiment peuvent être réduits en adoptant les mesures suivantes :

- choisissez, renovez ou construisez une habitation qui répond aux critères du règlement thermique (niveau global d'isolation thermique K55 ou mieux), pourvue des dispositifs ou des systèmes de ventilation nécessaires pour assurer un climat intérieur sain;
- limitez les surfaces vitrées, lesquelles doivent être bien orientées (sud) pour profiter gratuitement des bienfaits de l'énergie solaire;
- tentez d'éviter la surchauffe en prévoyant des protections solaires naturelles

(arbres, plantes, broussailles) ou en équipant l'habitation de protections solaires extérieures adéquates (volets, écrans, ...); évitez d'évacuer toute chaleur excessive mais redirigez-la plutôt vers les pièces adjacentes (moins chaudes);

- évitez autant que possible l'aération intensive (ouverture des portes et fenêtres) et limitez-la à la durée strictement nécessaire;
- fermez tentures, volets et/ou stores à la tombée de la nuit;
- fermez les portes qui donnent accès à des pièces non chauffées.

En ce qui concerne l'utilisation de l'installation de chauffage, les conseils suivants peuvent être prodigués :

- notez la consommation annuelle ou mensuelle d'énergie consacrée au chauffage afin de pouvoir détecter, en cas d'augmentation anormale, la cause de la consommation supplémentaire;
- prévoyez à temps l'entretien et le réglage de la chaudière et du brûleur par un technicien agréé (contrôle annuel dans le cas du mazout et bisannuel dans le cas du gaz naturel);

- contrôlez régulièrement l'indication du manomètre de l'installation; une perte de pression et/ou l'ajout régulier d'eau indiquent probablement une fuite ou un mauvais fonctionnement du vase d'expansion;
- limitez le chauffage aux pièces effectivement occupées et diminuez ou coupez le chauffage dans les autres pièces;
- programmez le thermostat d'ambiance de façon optimale en réglant la température en régime de jour, de nuit, de semaine et de week-end correspondant aux activités et aux besoins de tous les habitants;
- évitez de régler la température ambiante à des valeurs trop élevées;
- coupez le chauffage dans les pièces aérées de manière intensive;
- évitez le recours au chauffage électrique d'appoint, généralement très coûteux;
- réglez la température de l'eau de la chaudière en fonction de la température extérieure;
- prévoyez une interruption de la circulation d'eau en cas d'absence d'appel de chaleur.

6

Dispositions légales en matière de rendement, fonctionnement, entretien et sécurité des installations de chauffage central

6.1 Nécessité de dispositions légales

Sous l'influence des rapports alarmants dressés par les scientifiques, qui prévoient des conséquences catastrophiques pour l'environnement suite à la consommation croissante d'énergie, toutes les autorités sont depuis des années déjà contraintes d'élaborer des lois, réglementations et normes visant à réduire la consommation d'énergie et à enrayer la pollution de l'environnement.

En ce qui concerne les normes, il convient de noter que leur recours ou le respect de leurs exigences n'est pas légalement obligatoire sauf si elles sont explicitement mentionnées dans un texte de loi ou une réglementation. Il est cependant conseillé de les respecter en toutes circonstances car, en vertu des A.R. du 30/07/1976 et du 23/10/1986, elles doivent être considérées comme "règles de bonne conduite" ce qui, en d'autres termes, implique une protection juridique.

En 1996, 26% de la consommation finale totale d'énergie en Wallonie est imputée aux ménages (chauffage, électricité, activités de

cuisson et de lavage, eau chaude, ...). Dans cette consommation, la part du chauffage est estimée à 75%. Il est donc tout à fait indiqué d'encourager une utilisation rationnelle de l'énergie consacrée au chauffage.

Il va de soi que ce problème ne peut être résolu que si les mesures proposées sont adoptées en commun et à l'échelon international. A cet égard, l'Union Européenne déploie d'importants efforts par l'élaboration de directives qui visent à harmoniser l'ensemble des réglementations de tous les Etats membres de manière à pouvoir aborder les problèmes de façon coordonnée.

La limitation de la consommation d'énergie représente l'un des principaux objectifs pour lutter contre l'effet de serre, la destruction de la couche d'ozone, les pluies acides, ... Pour atteindre cet objectif, il faut d'une part concevoir des appareils et systèmes plus économiques et, d'autre part, inciter le consommateur à utiliser l'énergie de manière rationnelle.

En ce qui concerne le chauffage des bâtiments, les normes et réglementations portent essentiellement sur la production de chaleur, sur

l'obtention d'un rendement minima pour les chaudières, la limitation des substances nocives dans les gaz de combustion, ainsi que sur l'entretien des chaudières, le réglage des brûleurs et le stockage des combustibles.

6.2 Dispositions relatives à un rendement minima

6.2.1 Directive européenne 92/42/CEE (1992) et Arrêté Royal du 18 mars 1997

Cette directive européenne définit des critères de rendement pour toutes les nouvelles chaudières commercialisées fonctionnant à l'eau chaude et alimentées par des combustibles liquides ou gazeux, dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kW. La transposition en droit belge s'est concrétisée par l'arrêté royal du 18 mars 1997 (Moniteur Belge du 20 juin 1997).

Concrètement, tout ensemble chaudière-brûleur introduit sur le marché intérieur européen doit être soumis à une série d'essais dans un laboratoire indépendant et agréé afin de tester les caractéristiques de fonctionnement. Les critères relatifs aux rendements minima pour un régime permanent à pleine charge et pour un régime à une charge partielle de 30% sont représentés à la figure 21.

6.2.2 Arrêté Royal du 11 mars 1988

Etant donné que l'A.R. du 18 mars 1997 s'applique uniquement aux chaudières présentant une puissance de 400 kW maximum, l'ancien A.R. du 11 mars 1988 portant sur les chaudières d'une capacité supérieure à 400 kW, reste d'application.

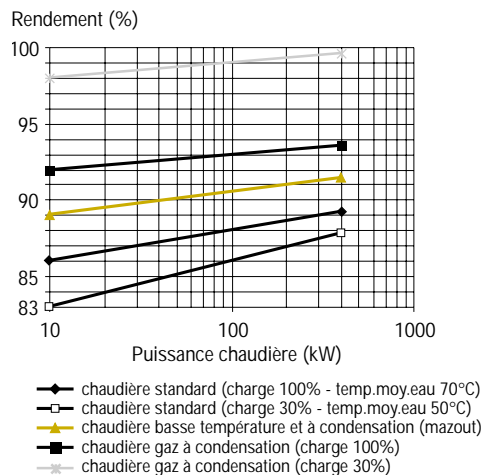


Figure 21 Critères de rendement des chaudières conformément à la directive européenne 92/42/CEE (A.R. du 18/03/1997).

6.3 Critères relatifs aux caractéristiques de fonctionnement et à l'environnement

6.3.1 Directive européenne 93/76/CEE (1993) - SAVE

Cette directive a pour objectif de réduire les émissions de CO₂ par l'adoption de mesures d'économie d'énergie. Elle oblige les Etats membres à adopter des mesures adéquates visant une utilisation rationnelle de l'énergie et propose les six objectifs suivants :

1. Une réglementation doit rendre obligatoire l'isolation thermique des bâtiments;
2. La répartition et la facturation des coûts d'énergie (chauffage, climatisation, eau chaude) doivent s'effectuer sur base de la consommation effective;
3. L'entretien périodique des chaudières doit être prévu;
4. Une certification énergétique doit être

introduite, dont le but est d'évaluer la consommation énergétique totale d'un bâtiment;

5. Dans le secteur publique un financement doit être prévu pour les investissements qui améliorent la rentabilité énergétique;
6. Un audit énergétique doit être établi pour les entreprises présentant une forte consommation d'énergie.

Dans notre pays, l'ensemble de ces directives ne s'est pas encore traduit dans des textes de loi.

6.3.2 Normes européennes

En principe, toutes les normes européennes sont automatiquement adaptées aux critères et exigences établis par les directives européennes. Elles sont éventuellement complétées ou élargies par des critères ou exigences qui tombent en dehors du champ d'application de la directive concernée.

Le tableau 7 indique à titre d'information des critères déterminés pour les rendements des chaudières (correspondant aux courbes "chaudière standard" – figure 21) et le tableau 8 montre les valeurs de seuil d'émission de substances nocives dans les gaz de combustion, tels qu'ils se présentent actuellement dans les (projets) de normes européennes.

6.3.3 Normes belges

Les caractéristiques de fonctionnement de toutes les chaudières doivent répondre aux critères de la NBN D 30-001 (1991), qui établit des valeurs de seuil pour la teneur en substances nocives des gaz de combustion. Ces teneurs doivent être mesurées sur le terrain au cours d'un essai à pleine charge, c'est-à-dire pendant le régime permanent du brûleur.

En outre, la différence de température entre les gaz de combustion et l'air ambiant doit être limitée afin de réduire les pertes d'énergie causées par l'évacuation vers l'extérieur de la chaleur par la cheminée. Ces critères sont résumés au tableau 9.

6.4 Critères relatifs à l'entretien des chaudières

6.4.1 Arrêté Royal du 6 janvier 1978

Il porte sur la prévention de la pollution atmosphérique par le chauffage des habitations à l'aide de chaudières alimentées par des combustibles solides ou liquides et oblige tous les utilisateurs de ces chaudières à :

- utiliser exclusivement le combustible approprié pour la chaudière installée;
- maintenir l'installation en bon état de

Tableau 7 – Critères de rendement des chaudières conformément à EN 303 et EN 297

Type de chaudière (référence norme EN)	Puissance nominale P _n (kW)	Critère de rendement à la puissance nominale (pleine charge)		Critère de rendement à charge partielle (0,3 P _n)	
		Temp. eau chaudière (°C)	Rendement minimum (%)	Temp. eau chaudière (°C)	Rendement minimum (%)
Chaudière au mazout (prEN 303-2)	4 – 400	70	84 + 2 log P _n	50	80 + 3 log P _n
Chaudière au gaz (EN 297)	≤ 70	70	84 + 2 log P _n	50	80 + 3 log P _n

Tableau 8 – Valeurs de seuil d'émission de substances nocives dans les gaz de combustion

Type de chaudière (référence EN)	Valeurs de seuil pour les substances nocives dans les gaz de combustion			
	NO _x (mg/kWh)	CO (mg/kWh)	index Bacharach	C _x H _y (ppm)
Mazout (prEN 303-2)	< 250	< 110	< 1	< 10
Gaz (EN 297)	-	< 0,10 %	-	-

Tableau 9 – Critères relatifs aux caractéristiques de fonctionnement (NBN D 30-001)

Combustible	Puissance (kW)	Min. CO ₂ (%)	Max. CO (%)	Teneur en suie max. (°)	ΔT _{max.} (K) (°)	ΔT _{min.} (K) (°)
Mazout	P ≤ 100	10	0,2	1	260	130
Gaz naturel	toutes puissances	-	0,1	-	260	130

(°) Echelle Bacharach.
 (°) Ecart maximum entre les températures des gaz de combustion et de l'air.
 (°) Ecart maximum entre les températures des gaz de combustion et de l'air (uniquement pour les chaudières non protégées contre la corrosion des condensats et/ou sans évacuation des gaz de combustion).

fonctionnement, c'est-à-dire à avoir une teneur en suie inférieure à 3 (indice Bacharach) et un rendement de combustion supérieur à 82%;

- procéder chaque année à l'entretien de l'installation, avec un intervalle maximum de 15 mois entre deux inspections.

Le contrôle consiste à évaluer, après entretien de la chaudière et réglage du brûleur, le fonctionnement de la chaudière en mesurant la teneur en suie et en déterminant le rendement de combustion sur la base de la température et de la teneur en CO₂ des gaz de combustion. L'entretien de la chaudière a pour objectif de régler la combustion de manière optimale et de nettoyer les surfaces internes du foyer de sorte à ce que le transfert de chaleur entre la flamme et les gaz de combustion, d'une part, et le fluide caloporteur, d'autre part, s'effectue correctement. L'entretien doit également comporter le ramonage de la cheminée, un aspect juridique important en matière de protection contre l'incendie.

L'entretien ne peut être réalisé que par un technicien agréé qui a suivi une formation spéciale et qui est légalement tenu de transmettre à l'utilisateur un certificat d'entretien attestant le bon fonctionnement de l'installation.

6.4.2 Réglementation régionale

En Région wallonne il est possible d'avertir la police de l'environnement :

- elle assure le contrôle de toutes les pollutions dans le domaine des eaux de surface, de l'air (y compris le bruit), des déchets et du sol; elle a donc pour mission de rechercher et de poursuivre les délits environnementaux en mettant en

oeuvre les procédures judiciaires et administratives prévues;

- elle prend en charge le service "SOS Pollutions", dont la mission consiste à intervenir d'urgence, à tout moment, en cas de pollution constituant une menace grave pour un écosystème.

6.5 Critères relatifs à la ventilation des chaufferies

Dans les logements pourvus du chauffage central, la chaudière est placée de préférence dans un local distinct, une cave ou un garage, situé en dehors du volume protégé. De cette manière, la chaufferie peut être isolée de tous les espaces habitables adjacents et l'apport d'air frais, l'évacuation de l'air vicié ainsi que l'évacuation des gaz de combustion peuvent s'effectuer plus aisément sans porter préjudice à la ventilation de l'habitation ni au fonctionnement des autres appareils (hotte aspirante, feu ouvert, ...)

Si une chaudière ou un appareil de chauffage est installé dans un local situé dans le volume protégé de l'habitation (ex. débarras, cuisine, salle de bains, ...), il est recommandé d'utiliser un appareil à circuit de combustion étanche, qui garantit, en toutes circonstances, un bon fonctionnement en toute sécurité. Dans ce cas, il ne faut prévoir aucun dispositif d'amenée d'air de combustion dans le local abritant l'appareil.

Si une habitation devait être pourvue d'une chaudière ou d'un appareil de chauffage à cycle de combustion ouvert, des dispositifs spécifiques de ventilation doivent être prévus pour garantir la sécurité de fonctionnement du système.

Dans le cadre de la nouvelle réglementation sur l'isolation et la ventilation en vigueur depuis le 01/12/1996, les recommandations de la norme NBN D 50-001 s'appliquent aux logements neufs et à rénover, lors de l'introduction d'une demande de permis de bâtir. Le respect de ces recommandations est obligatoire en Wallonie, tant pour les nouvelles constructions que pour les rénovations importantes, c.-à-d. avec changement de fonction du bâtiment.

Dans les habitations, la ventilation de la chaufferie s'effectue généralement de manière naturelle ; il convient toutefois de tenir compte des règles suivantes :

- la chaufferie doit être pourvue d'une bouche d'aération ouverte en continu et non obturable, de préférence dans la partie inférieure d'un mur extérieur, porte ou fenêtre ; cette bouche doit présenter une section déterminée en fonction de la surface du sol ou, dans le cas du chauffage au gaz (NBN D 51-003), de la puissance installée (section minimale de 150 cm²);
- la chaufferie doit comporter une bouche d'évacuation d'air vicié non fermée au dessus de l'échappement des gaz de combustion et connecté à une canalisation verticale débouchant au dessus de la toiture ; pour les installations au gaz, l'évacuation peut être combinée à l'évacuation des gaz de combustion à condition que le système soit pourvu d'une protection qui éteint l'appareil en cas de refoulement des gaz de combustion (appelée sécurité TTB).

Si la chaufferie comporte un apport et/ou une évacuation mécanique de l'air de ventilation, éventuellement en combinaison avec une évacuation mécanique des gaz de combustion, les

débits minima (voir NBN D 50-001) doivent être garantis. Si ces débits sont insuffisants ou si, pour une raison quelconque, la ventilation mécanique est interrompue, un système de protection doit pouvoir interrompre le fonctionnement de la chaudière. Cette interruption doit en outre avoir lieu chaque fois que l'aspiration mécanique de l'air de ventilation provoque un refoulement des gaz de combustion.

Pour plus de détails, reportez-vous à la norme NBN D 50-001.

6.6 Critères relatifs à la sécurité

6.6.1 Installations au gaz naturel

Les installations intérieures au gaz naturel doivent être réalisées par un installateur agréé et répondre aux critères repris à la norme NBN D 51-003.

Les critères portent essentiellement sur les matériaux autorisés pour les conduites, raccords et robinets ainsi que sur les règles relatives au placement de ces éléments. Tout placement doit assurer une parfaite étanchéité des conduites de gaz sous pression qui doit par ailleurs être régulièrement contrôlée. Le professionnel qui réalise l'installation doit remettre un certificat et est tenu responsable de l'installation effectuée par ses soins.

6.6.2 Appareils au gaz naturel

En matière de sécurité, tous les appareils au gaz naturel (poêles, chaudières, chauffe-eau) doivent répondre aux critères de la directive européenne 90/396/CEE (1990), traduite dans la législation belge par l'A.R. du 03/07/1992 portant sur la sécurité des appareils au gaz et par l'A.M. du 14/03/1994 qui définit les prescriptions fondamentales auxquelles les appareils au gaz doivent répondre.

Concrètement, cette législation signifie que tous les appareils au gaz présents sur le marché belge doivent être agréés par l'Association Royale des Gaziers Belges (ARGB) qui décerne à chaque appareil agréé un label AGB ou CE. A noter que, depuis le 01/01/1995, le label CE doit obligatoirement figurer sur tout appareil au gaz.

6.6.3 Chaudières

Sur le plan de la conception, les chaudières doivent répondre à une série de critères et être pourvues des dispositifs nécessaires pour assurer un fonctionnement sûr et fiable. Ces critères sont repris dans les normes NBN-EN 297 (chaudières au gaz) et NBN-EN 303 (chaudières au mazout).

Pour garantir la qualité des produits fournis, les fabricants de chaudières sont également tenus d'instaurer un système de qualité au sein de leur entreprise.

6.7 Critères relatifs au stockage du mazout

Pour les installations existantes, il n'existe en Région wallonne aucune législation spécifique pour le stockage du mazout quand il s'agit d'un réservoir en dessous de 3000 litres.

Dans le cas des nouvelles installations, un nouveau règlement est d'application, qui fait distinction entre un placement en zone protégée (territoire à captage d'eau) et un placement en zone non-protégées :

- en zone protégée il faut demander l'autorisation à la commune et il faut installer un réservoir à double paroi équipé d'un système anti-débordement; si le réservoir est placé dans une cave ou en fosse étanche, un réservoir à simple paroi est autorisé;
- hors zone protégée il faut uniquement demander l'autorisation à la commune pour les réservoirs de plus de 3000 litres.

Pour connaître la définition des zones, contactez la Société wallonne de distribution d'eau (SWDE).

Labels de qualité

7.1 Chaudières au mazout : label Optimaz



Dans le cadre de la promotion d'une utilisation rationnelle de l'énergie et du mazout comme source d'énergie pour le chauffage des habitations, un label de qualité (OPTIMAZ) est décerné à toute combinaison chaudière-brûleur répondant à une série de critères spécifiques relatifs au rendement de la chaudière, au rendement de combustion, aux pertes à l'arrêt et à la teneur en substances nocives des gaz de combustion.

Ces critères étant plus vastes et plus sévères que ceux prévus par l'A.R. du 18/03/1997, toutes les chaudières frappées du label OPTIMAZ représentent donc pour l'utilisateur une solution intéressante pour l'obtention d'une utilisation rationnelle d'énergie.

Le label OPTIMAZ est décerné par une commission neutre d'experts en collaboration avec le Secrétaire d'Etat à l'énergie, sur la base d'essais effectués dans un laboratoire indépendant et agréé.

Les critères du label OPTIMAZ, sont repris au tableau 10.

Tableau 10 – Critères d'obtention du label Optimaz à partir du 01/01/1998

Critère	Min Max	Unité	Puissance nominale (P) en kW		
			P≤20	20<P≤60	60<P≤400
Rendement de combustion					
• 1 allure	min	%	91	91	91
• 2 allures	min	%	91	91	91
• modulation	min	%	-	-	91
Gaz de combustion					
• teneur en suie (Bacharach)	max	-	1	1	1
• teneur en CO ₂	min	%	12,5	12,5	12,5
• teneur en CO (*)	max	mg/kWh	-	-	155
• teneur en NO _x (*)	max	mg/kWh	-	-	222
• poussières (*)	max	mg/Nm ³	-	-	150
• teneur en SO ₂ (*)	max	mg/kWh	-	-	311
Rendement utile					
• rendement utile nominal (100% de charge - eau 70 °C)	min	%	87	87 + 1,5 log P	
• rendement à charge partielle (30% de charge - eau 50 °C)	min	%	86	85,5 + 1,5 log P	
Pertes à l'arrêt					
• chaudière sans ECS	max	%	1	0,8	0,6
• chaudière avec boiler intégré	max	W	450	1,5 P	
• chaudière avec boiler séparé	max	°C	maximum 14 °C par 24 h (*)		
(*) Critères de VLAREM II pour la puissance nominale entre 100 kW et 2 MW; valeurs de seuil en mg/kWh ou en mg/Nm ³ déterminées pour 3% d'oxygène.					
(**) Diminution de la température d'eau dans le boiler de maximum 14 °C par 24 h pour un écart de température entre l'eau et l'ambiance de 35 °C.					

7.2 Chaudières au gaz : label AGB-HR, HR+

HR +

A l'instar des chaudières au mazout, les chaudières au gaz possèdent un label de qualité analogue relatif aux caractéristiques de fonctionnement et de sécurité. Si elles répondent aux critères spécifiques de rendement, repris au tableau 11, le label HR leur est attribué. La représentation graphique est donnée à la figure 22, qui reprend également les critères du label Optimaz.

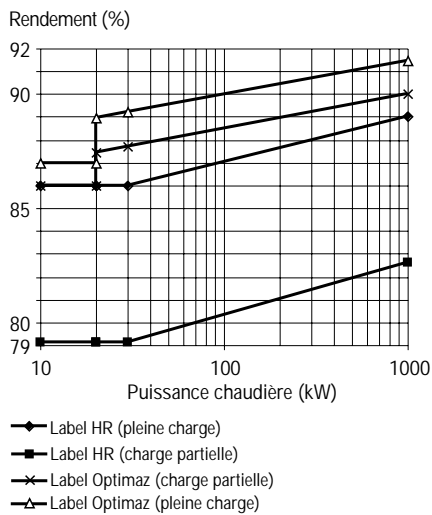


Figure 22 Critères de rendement pour l'obtention du label Optimaz (mazout) et HR (gaz).

Le label HR s'applique aux chaudières au gaz naturel de toutes puissances. La combustion doit être complète et sans formation de suie. Tous les labels sont décernés par le laboratoire agréé de l'ARGB (Association Royale des Gaziers Belges).

L'ARGB a également décidé d'introduire un nouveau label HR+ qui, outre les critères susmentionnés, prévoit également que l'ARGB est responsable du contrôle permanent de la conformité de ces appareils avec le label CE.

Tableau 11 – Critères de rendement pour l'obtention du label de qualité HR

Critère de fonctionnement	P < 30 kW	30 < P < 1000
Pleine charge et eau 70 °C	0,86	$0,83 + 0,02 \log P$
Charge partielle (30%) et eau 70 °C	$0,92 \cdot \eta$	$(0,88 + 0,027 \log P) \cdot \eta$
Charge partielle (30%) et eau 50 °C	$0,97 \cdot \eta$	-

Références

- [1] IBN
NBN D50-001 Dispositifs de ventilation dans les bâtiments d'habitation. Bruxelles, 3^{ème} édition, 1993.
- [2] IBN
NBN D 51-003 Installations alimentées en gaz combustible plus léger que l'air, distribuées par canalisations. Bruxelles, 1993.
- [3] IBN
NBN D 30-001 Chauffage central, ventilation et conditionnement d'air. Conditions communes à tous les systèmes. Générateurs de chaleur et brûleurs. Bruxelles, 1991.
- [4] IBN
NBN D 30-041 Chauffage central, ventilation et conditionnement d'air. Conditions communes à tous les systèmes. Calorigène. Bruxelles, 1992.
- [5] IBN
NBN-EN 304 Chaudières de chauffage. Règles d'essai pour les chaudières pour brûleurs à fioul à pulvérisation. Bruxelles, 1993.
- [6] IBN
NBN-EN 297 Chaudières de chauffage central utilisant les combustibles gazeux. Chaudières équipées de brûleurs atmosphériques dont le débit calorifique nominal est inférieur ou égal à 70 kW. Bruxelles, 1994.
- [7] IBN
NBN B 61-001 Chaufferies et cheminées. Bruxelles, 1986.
- [8] IBN
NBN B 62-003 Calcul des déperditions calorifiques des bâtiments. Bruxelles, 1986.
- [9] IBN
NBN B 62-301 Isolation thermique. Niveau de l'isolation thermique globale. Bruxelles, 1989.
- [10] CEN
prEN 303-2 Chaudières de chauffage. Partie 2 : Chaudières avec brûleurs à air soufflé. Prescriptions spéciales pour chaudières avec brûleurs à fioul à pulvérisation. Bruxelles, 1997.
- [11] Communauté Européenne
90/396/CEE Directive du Conseil relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant les appareils à gaz. Bruxelles, 1990.
- [12] Communauté Européenne
92/42/CEE Directive du Conseil concernant les exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées en combustibles liquides ou gazeux. Bruxelles, 1992.
- [13] Communauté Européenne
93/76/CEE Directive du Conseil visant à limiter les émissions de dioxyde de carbone par une amélioration de l'efficacité énergétique (SAVE). Bruxelles, 1993.
- [14] Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement
Arrêté Royal du 06/01/1978 tendant à prévenir la pollution atmosphérique lors du chauffage de bâtiments à l'aide de combustible solide ou liquide. Bruxelles, M.B. du 09/03/1978.
- [15] Ministère des Affaires Economiques
Arrêté Royal du 03/07/1992 relatif à la sécurité des appareils à gaz. Bruxelles, M.B. du 11/08/1992.
- Arrêté Ministériel du 14/03/1994 définissant les prescriptions relatives à la sécurité des appareils à gaz. Bruxelles, M.B. du 16/04/1994.
- [16] Ministère des Affaires Economiques
Arrêté Royal du 11/03/1988 relatif aux exigences en matière d'utilisation rationnelle de l'énergie auxquelles doivent satisfaire les générateurs de chaleur. Bruxelles, M.B. du 25/03/1988.
- [17] Ministère des Affaires Economiques
Arrêté Royal du 18/03/1997 concernant les exigences de rendement pour les nouvelles chaudières à eau chaude alimentées

en combustibles liquides ou gazeux. Bruxelles, M.B. du 20/06/1997.

[18] Gouvernement Wallon

Arrêté Ministériel du 15/02/1996 modifiant, en ce qui concerne l'isolation thermique et la ventilation des bâtiments, le Code Wallon de l'Aménagement du territoire, de l'Urbanisme et du Patrimoine. Namur, M.B 30/04/1996.

[19] CSTC

NIT 192 La ventilation des habitations. 1ère partie : principes généraux. Bruxelles, juin 1994.

[20] CSTC

NIT 203 La ventilation des habitations. 2^{ème} partie : mise en oeuvre et performances des systèmes de ventilation. Bruxelles, mars 1997.

[21] CSTC

Rapport n°1 Dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude. Bruxelles, 1992.

[22] CSTC

NIT 170 Emission de chaleur et dimensionnement des installations de chauffage par le sol. Bruxelles, 1987.

[23] CSTC

NIT 181 Méthode de calcul simplifiée d'un système de chauffage par le sol. Bruxelles, 1990.

[24] CSTC

Systèmes de chauffage. Bruxelles, CSTC-Revue n° 2, 1989.

[25] CSTC

L'économie d'énergie dans les habitations. Bruxelles, CSTC-Revue n° 4, 1979.

[26] Recknagel, Sprenger, Hönnmann,

Schramek

Le Recknagel. Manuel pratique du génie climatique. Paris, Pyc Edition Livres, 1995 (Tome 1) et 1996 (Tome 2).

[26] Ministère de la Région Wallonne,

UCL, Institut Wallon

Le manuel du responsable énergie. Utilisation rationnelle de l'énergie dans le tertiaire. Namur, 1992.

La réalisation de cette brochure a été confiée au

Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC)
Etablissement reconnu en application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947
21-23, rue de la Violette
B-1000 Bruxelles.

Rédaction : J. Schietecat.

Dessins techniques : Serge Peeters et Walter Verbesselt

Réalisation graphique et mise en pages : Robert Roodenburg

Comité de lecture et supervision :

- Myriam Hay, consultante au Guichet de l'Energie d'Ottignies
- Lutgarde Neirinckx, ingénieur, Styfabel (auteur de la version précédente);
- J.M. Guillemeau - CIFFUL;
- J. Uyttenbroeck - directeur scientifique au CSTC
- la Division de l'Energie du Ministère de la Région Wallonne.

Brochure disponible sur simple demande au :

Ministère de la Région Wallonne
DGTRE - Division de l'Energie
Avenue prince de Liège, 7
B-5100 Namur

ou aux Guichets de l'Energie de votre région.

Le téléphone vert du Ministère de la Région Wallonne (08001-1901, appel gratuit)
vous informera de leurs coordonnées.

Dépôt légal : D/1998/5322/13

*Ministère de la Région Wallonne,
Direction générale des Technologies, de la Recherche et de l'Energie.
Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC).
Centre interdisciplinaire de formation de formateurs de l'Université de Liège.*



DIRECTION GENERALE
DES TECHNOLOGIES
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENERGIE

Avenue Prince de Liège 7 - B-5100 Namur



Tél. 081-32.15.69 - Fax 081-30.66.00