

La réglementation chauffage PEB

→ Contenu technique à l'attention des organismes de formation

Le diagnostic des systèmes de chauffage de type 1

Pour professionnels du chauffage : chauffagistes agréés



Version octobre 2010

Plus d'infos : www.bruxellesenvironnement.be

- professionnels
- Energie
- PEB et climat intérieur
- Installations techniques PEB

Bruxelles Environnement-IBGE

Département PEB

E-mail : chauffagePEB@ibgebim.be

ÉNERGIE



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
IBGE - INSTITUT BRUXELLOIS POUR LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT



LE DIAGNOSTIC DES SYSTEMES DE CHAUFFAGE DE TYPE 1

Les aspects réglementaires et l'utilisation de la règle de calcul

SOMMAIRE

CHAPITRE 1: CONTEXTE GÉNÉRAL	7
1. OBJECTIFS DE CE MANUEL.....	7
2. BREFS RAPPELS RÉGLEMENTAIRES.....	7
2.1 Généralités.....	7
2.2 Quand un diagnostic du système de chauffage doit-il être réalisé?.....	8
3. INTÉRÊTS DU DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE.....	8
CHAPITRE 2: EXPOSÉ GÉNÉRAL DE LA MÉTHODE	11
1. CONTRAINTES DE LA MÉTHODE.....	11
2. SYMBOLES DES GRANDEURS PHYSIQUES INTERVENANTS DANS LA MÉTHODE DE DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DE TYPE 1.....	12
3. LES GRANDES ÉTAPES DU DIAGNOSTIC DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE.....	13
CHAPITRE 3: LE RENDEMENT DE COMBUSTION INSTANTANÉ DE LA CHAUDIÈRE	13
1. PERTES EN CHEMINÉE OU DÉPERDITION DE CHALEUR SENSIBLE.....	13
CHAPITRE 4: ASPECTS THÉORIQUES DU RENDEMENT DE LA CHAUDIÈRE À PLEINE CHARGE	16
1. RENDEMENT UTILE OU THERMIQUE A PLEINE CHARGE (PUISSANCE NOMINALE).....	16
2. PERTE PAR RAYONNEMENT ET PAR CONVECTION.....	16
3. RENDEMENT A CHARGE PARTIELLE.....	16
CHAPITRE 5: ASPECTS THÉORIQUES DU RENDEMENT DE LA CHAUDIÈRE À CHARGE PARTIELLE	18
1. MODÉLISATION D'UNE CHAUDIÈRE À CHARGE PARTIELLE.....	18
1.1 Détermination du rendement annuel de production.....	18
2. SIGNIFICATION PHYSIQUE DES PERTES À L'ARRÊT.....	18
3. LE RENDEMENT DE PRODUCTION DE LA CHAUDIÈRE.....	19
CHAPITRE 6: DÉTERMINATION DU FACTEUR DE CHARGE D'UNE CHAUDIÈRE	20
1. DÉFINITION DU FACTEUR DE CHARGE.....	20
2. DÉTERMINATION DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ÉNERGIE.....	22
2.1 Information préalable.....	22
2.2 Le combustible est du gaz naturel.....	22
2.3 Le combustible est du fioul.....	23
2.4 Le combustible est du propane.....	23
2.5 Traitement en l'absence de données de consommation.....	23
2.6 Exercices de détermination de la consommation annuelle d'énergie.....	23
2.7 Récapitulatif.....	25
3. DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE D'UNE CHAUDIÈRE IN SITU.....	25
3.1 Détermination de la puissance des chaudières au gaz.....	25
3.2 Détermination de la puissance des chaudières au fioul.....	25
3.3 Exercice de détermination de la puissance de la chaudière.....	26
4. EXERCICES DE DÉTERMINATION DU FACTEUR DE CHARGE ANNUEL "B".....	27
CHAPITRE 7: ATTRIBUTION DU COEFFICIENT DE PERTE À L'ARRÊT « A » D'UNE CHAUDIÈRE EXISTANTE	28
1. LES CARACTÉRISTIQUES INFLUENÇANT LES PERTES À L'ARRÊT.....	28
2. LA MÉTHODE D'ATTRIBUTION DU COEFFICIENT DE PERTE À L'ARRÊT « A ».....	29
3. IDENTIFIER L'ANNÉE DE FABRICATION DE LA CHAUDIÈRE D'APRÈS LA PLAQUE SIGNALÉTIQUE.....	29
4. PROCÉDURE EN CAS D'ABSENCE DE LA PLAQUE SIGNALÉTIQUE.....	30
5. CHAUDIÈRES AU FIOUL AVEC CLAPET DE FUMÉE SUR LE BRÛLEUR.....	31
6. IDENTIFICATION DES TYPES DE CHAUDIÈRES FONCTIONNANT AU GAZ.....	32
7. EXERCICES D'ATTRIBUTION DU COEFFICIENT DE PERTES À L'ARRÊT [A] D'UNE CHAUDIÈRE.....	34
8. RÉCAPITULATIF.....	35
CHAPITRE 8: INFLUENCE DU MODE DE RÉGULATION SUR LA TEMPÉRATURE DE LA CHAUDIÈRE	35



1. INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU SUR LES PERTES DE CHALEUR.....	35
2. MODES DE RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU DE LA CHAUDIÈRE.....	36
CHAPITRE 9: INFLUENCE DU RENDEMENT DE COMBUSTION η_{RO}.....	37
1. L'INFLUENCE DU RENDEMENT DE COMBUSTION η_{RO}	37
2. MÉTHODE DE DÉTERMINATION DU RENDEMENT DE COMBUSTION η_{RO}	38
CHAPITRE 10: LA RÈGLE À CALCULER COMME INSTRUMENT DE CALCUL.....	38
1. PORTÉE DE LA RÈGLE À CALCULER.....	38
2. HYPOTHÈSES INCLUSES DANS LA RÈGLE À CALCULER.....	38
3. PRÉSENTATION DE LA RÈGLE À CALCUL	39
4. HYPOTHÈSES DES RENDEMENTS DES NOUVELLES CHAUDIÈRES.....	40
5. UTILISATION DE LA RÈGLE À CALCUL	41
6. EXEMPLE D'UTILISATION DE LA RÈGLE À CALCULER.....	42
7. EXERCICES DE DÉTERMINATION DU FACTEUR DE CHARGE CORRIGÉ BCOR	43
CHAPITRE 11: PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS.....	44
1. LISTE–GUIDE DE PROPOSITIONS D'AMÉLIORATION.....	44
2. LE RENDEMENT DE PRODUCTION APRÈS RÉNOVATION ET POTENTIEL D'ÉCONOMIE.....	46
3. EXERCICES DE DÉTERMINATION D'UN NOUVEAU RENDEMENT DE PRODUCTION.....	46
4. MÉTHODE DE DÉTERMINATION DE L'ÉCONOMIE FINANCIÈRE ESTIMÉE.....	47
4.1 <i>Méthode</i>	47
4.2 <i>Considérations sur les prix des combustibles</i>	47
4.3 <i>Exemple</i>	47
5. EXERCICES DE DÉTERMINATION DE L'ÉCONOMIE ANNUELLE ESTIMÉE EN EUR [€].....	48
CHAPITRE 12: DONNÉES POUR LA CERTIFICATION EN RBC	49
1. OBJECTIF POURSUIVI	49
2. DONNÉES POUR LA CERTIFICATION	49
CHAPITRE 13: RAPPORT DE DIAGNOSTIC ET TÂCHES DU CHAUFFAGISTE AGRÉÉ.....	50
1. LES TÂCHES DU CHAUFFAGISTE AGRÉÉ.....	50
2. RÉDACTION DU RAPPORT DE DIAGNOSTIC.....	50
2.1 <i>Messages à l'attention des RIT</i>	54
2.2 <i>Qu'est-ce qu'un diagnostic ?</i>	54
2.3 <i>Les primes en région bruxelloise concernant le chauffage</i>	54
2.4 <i>Adresse internet utile :</i>	54
CHAPITRE 14: SÉRIE D'EXEMPLES COMPLETS DE DIAGNOSTIC	55
1. EXERCICE 1.....	55
2. EXERCICE 2.....	55
3. EXERCICE 3.....	56
4. EXERCICE 4.....	56
5. EXERCICE 5.....	57
6. EXERCICE 6.....	58
7. EXERCICE 7.....	58
8. EXERCICE 8.....	59
9. EXERCICE 9.....	59
ANNEXE 1: LES LABELS DE CHAUDIÈRES	61
ANNEXE 2: SCHÉMAS DES DIFFÉRENTS TYPES DE CHAUDIÈRES AU GAZ NATUREL	64
ANNEXE 3: LES DIFFÉRENTS RENDEMENTS DANS UN SYSTÈME DE CHAUFFAGE	70
1. RENDEMENT GLOBAL D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE	70
2. RENDEMENT DE PRODUCTION	71
3. RENDEMENT DE DISTRIBUTION	71
4. RENDEMENT D'ÉMISSION	71
5. RENDEMENT DE RÉGULATION	72
ANNEXE 4: LES ÉMISSIONS DES CHAUDIÈRES	73
1. NOX.....	73
2. MONOXYDE DE CARBONE (CO).....	73
3. ÉMISSIONS – TRANSMISSION – IMMISSION	74
4. RÉGLEMENTATION.....	74



ANNEXE 5 : LES CHAUDIÈRES À CONDENSATION.....	75
1. INTRODUCTION	75
2. RENDEMENT D'UNE CHAUDIERE A CONDENSATION	75
3. FACTEURS INFLUENÇANT LE RENDEMENT D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION	75
3.1 <i>Température des produits de la combustion</i>	75
3.2 <i>Excès d'air</i>	75
4. CONCEPT D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION.....	75
5. COMMENT VALORISER LA CHAUDIÈRE À CONDENSATION AU MOYEN DE L'INSTALLATION ?	76



TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1.1: EXEMPLE DE VIEILLE CHAUDIERE A MAZOUT	8
FIGURE 1.2: EXEMPLE DE VIEILLE INSTALLATION.....	8
FIGURE 1.3: EXEMPLE DE NOUVELLE INSTALLATION.....	8
FIGURE 1.4: EXEMPLE DE VIEILLE CHAUDIERE	9
FIGURE 1.5: EXEMPLE DE CHAUDIERE MODERNE	9
FIGURE 1.6: VIEILLE CHAUDIERE → NOX = 7 KG/AN	9
FIGURE 1.7: NOUVELLE CHAUDIERE → NOX = 1,5 KG/AN	9
FIGURE 4.1: SCHEMA D'UN POSTE DE MESURE ACTUEL POUR APPAREILS A GAZ (INFO : TECHNIGAS).....	17
FIGURE 5.1: RENDEMENT DE PRODUCTION D'UNE INSTALLATION ANCIENNE	19
FIGURE 5.2: RENDEMENT DE PRODUCTION D'UNE INSTALLATION NEUVE	19
FIGURE 6.1: EVOLUTION MENSUELLE DE LA CHARGE D'UNE CHAUDIERE.....	21
FIGURE 6.2: EXEMPLE DE PLAQUE SIGNALETIQUE.....	26
FIGURE 6.3: EXEMPLE DE PLAQUE SIGNALETIQUE.....	27
FIGURE 7.1: EXEMPLE EXTREME D'UNE VIEILLE CHAUDIERE NON ISOLEE.....	28
FIGURE 7.2: EXEMPLE D'UNE CHAUDIERE MODERNE AVEC DES PARTIES CHAUDES ISOLEES	28
FIGURE 7.3: PLAQUE SIGNALETIQUE CHAUDIERE FUEL.....	29
FIGURE 7.4: EXEMPLE PLAQUE SIGNALÉTIQUE	29
FIGURE 7.5: PLAQUE SIGNALETIQUE CHAUDIERE FUEL.....	30
FIGURE 7.6: PLAQUE SIGNALETIQUE CHAUDIERE GAZ	30
FIGURE 7.7: PLAQUE SIGNALETIQUE CHAUDIERE GAZ	30
FIGURE 7.8: PLAQUE SIGNALETIQUE CHAUDIERE ATMOSPHERIQUE	30
FIGURE 7.9: BRULEUR AVEC CLAPET D'ECONOMIE AUTOMATIQUE	31
FIGURE 7.9: BRULEUR AVEC CLAPET D'ECONOMIE AUTOMATIQUE	31
FIGURE 7.11: CLAPET AUTOMATIQUE DANS LES CONDUITS DE FUMÉES.....	31
FIGURE 7.12: BRULEUR AVEC CLAPET D'ECONOMIE.....	31
FIGURE 7.13: SCHEMA CONSTRUCTION DE CHAUDIERE ATMOSPHERIQUE GAZ.....	32
FIGURE 7.14: CHAUDIERE AVEC ANTI REFOULEUR/COUPE-TIRAGE	32
FIGURE 7.15: BRULEUR PREMIX D'UNE CHAUDIERE ATMOSPHERIQUE AU GAZ DE TYPE B ₁₁	32
FIGURE 7.16: CHAUDIERE ATMOSPHERIQUE DE TYPE B ₁₁ AVEC EVACUATION DES FUMÉES.....	32
FIGURE 7.17: EVACUATION DES FUMÉES (CHAUDIERE HR+)	33
FIGURE 7.18: CHAUDIERE ATMOSPHERIQUE MURALE AU GAZ DE TYPE B ₁₁	33
FIGURE 7.19: CHAUDIERE A CONDENSATION AU GAZ NATUREL AVEC ARRIVEE D'AIR FERMEE	33
FIGURE 7.20: CHAUDIERE AU GAZ HR+ A EVACUATION FORCEE DES FUMÉES (TYPE C)	33
FIGURE 7.21: CHAUDIERE MURALE AU GAZ (TYPE C)	33
FIGURE 7.22: APPAREIL FERME (TYPE C).....	33
FIGURE 7.23: CHAUDIERE AU GAZ AVEC PETIT VENTILATEUR(BRULEUR PREMIX).....	34
FIGURE 8.1: THERMOSTAT D'AMBIANCE PILOTANT LE CIRCULATEUR	36
FIGURE 8.2: THERMOSTAT D'AMBIANCE PILOTANT LE BRULEUR	36
FIGURE 8.3: REGULATEUR CLIMATIQUE PILOTANT LE BRULEUR.....	37
FIGURE 10.1: REGLE DE CALCUL (RECTO).....	39
FIGURE 10.2: REGLE DE CALCUL (VERSO).....	39
FIGURE 10.3: RESUME DE LA MARCHE A SUIVRE.....	41
FIGURE 10.4: ETAPES 1,2 ET 3	42
FIGURE 10.5: ETAPE 4.....	42
FIGURE 10.6: ETAPES 5 ET 6	42
FIGURE 10.7: ETAPES 7 ET 8	43
FIGURE 10.8: ÉTAPES 10, 11 ET 12.....	43
FIGURE 13.1: RAPPORT DE DIAGNOSTIC DE TYPE 1 / 1ERE PARTIE	51
FIGURE 13.2: RAPPORT DE DIAGNOSTIC DE TYPE 1 / 2EME PARTIE	52
FIGURE 13.3: RAPPORT DE DIAGNOSTIC DE TYPE 1 / FORMULAIRE DONEES DE BASE	53



CONTENU

Ce syllabus présente les dispositions réglementaires relatives au diagnostic des systèmes de chauffage de type 1 tel que prévu par l'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 3 juin 2010 relatif aux exigences PEB applicables aux systèmes de chauffage pour le bâtiment lors de leur installation et pendant leur exploitation.

PUBLIC-CIBLE

Les professionnels du chauffage qui souhaitent obtenir le certificat d'aptitude en tant que chauffagiste agréé.

L'élaboration de ce document est basée sur le manuel "Opleiding docenten verplichte eenmalige verwarmingsaudit voor kleine installaties (≤ 100 kW)" rédigé par le "Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek NV (VITO)" pour le compte de la "Vlaamse Energie Agentschap (VEA)".



CHAPITRE 1: CONTEXTE GENERAL

1. OBJECTIFS DE CE MANUEL

Les objectifs de ce manuel sont:

- expliquer l'intérêt d'une mission de diagnostic ;
- préciser l'étendue des systèmes de chauffage examinés ;
- préciser la méthode suivie ;
- expliquer comment préparer efficacement une visite de diagnostic ;
- expliquer comment utiliser l'outil « règle à calculer ».

Ce manuel ne constitue pas uniquement un mode d'emploi de la règle à calculer.

2. BREFS RAPPELS RÉGLEMENTAIRES

2.1 Généralités

La réglementation chauffage PEB s'appuie sur un ensemble d'interventions sur le terrain qui s'assurent, par le respect des exigences PEB, de la continuité dans le temps des performances des systèmes de chauffage. Le point commun entre toutes ces interventions : elles sont toutes initiées obligatoirement par le **responsable des installations techniques (RIT)** qui est le titulaire ou demandeur du permis d'environnement ou propriétaire du système de chauffage.

Attention : le RIT n'est pas le locataire.

Les actes techniques sont:

- la réception des systèmes de chauffage ;
- le contrôle périodique des chaudières;
- le diagnostic des systèmes de chauffage après 15 ans.

Ces étapes sont balisées dans une feuille de route, qui constitue l'échéancier des actes réglementaires que le RIT est responsable de faire exécuter.

Les actes techniques sont confiés à des professionnels agréés par l'IBGE, et *librement choisis* par le RIT.

On opère une distinction entre les « petits » et les « grands » systèmes de chauffage:

→ Type 1: 1 chaudière de Puissance < 100 kW

→ Type 2: 1 chaudière de Puissance ≥ 100 kW ou plusieurs chaudières

En résumé, le tableau suivant donne, pour chacun des actes, le titre du professionnel agréé habilité en fonction du type de système de chauffage:

Acte réglementaire	Système de chauffage	
	Type 1	Type 2
Réception	Chauffagiste agréé	Conseiller chauffage PEB
Contrôle périodique	Technicien chaudière agréé L, G1, G2	
Diagnostic PEB si chaudière >15 ans	Chauffagiste agréé	Conseiller chauffage PEB



2.2 Quand un diagnostic du système de chauffage doit-il être réalisé?

- a) au plus tôt un an avant et au plus tard un an après que la chaudière la plus âgée d'une puissance supérieure à 20 kW faisant partie du système de chauffage a atteint l'âge de 15 ans, le RIT responsable de la chaudière fait réaliser le diagnostic du système de chauffage
- b) en dérogation au a) ci-avant, le diagnostic est réalisé au plus tard:
 1. 2 ans après l'entrée en vigueur du présent chapitre si l'âge de la chaudière, à la date d'entrée en vigueur du présent chapitre, est inconnu ou supérieur ou égal à 25 ans ;
 2. 2 ans et demi après l'entrée en vigueur du présent chapitre si l'âge de la chaudière, à la date d'entrée en vigueur du présent chapitre, est inférieur à 25 ans mais supérieur ou égal à 20 ans ;
 3. 3 ans après l'entrée en vigueur du présent chapitre si l'âge de la chaudière, à la date d'entrée en vigueur du présent chapitre, est inférieur à 20 ans mais supérieur ou égal à 11 ans.

Le diagnostic PEB est un acte **unique** dans la vie du système de chauffage.

3. INTÉRÊTS DU DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE

En quoi le diagnostic des systèmes de chauffage est-il important ? Le diagnostic est l'outil par excellence pour convaincre l'utilisateur qu'il est possible d'améliorer son installation de chauffage sur le plan énergétique. On parle ici d'augmenter l'efficacité énergétique du système de chauffage c.-à-d. de diminuer la quantité d'énergie consommée pour les mêmes services thermiques rendus. Ceci peut s'exprimer également par le terme usuel de rendement.



Figure 1.1: exemple de vieille chaudière à mazout



Figure 1.2: exemple de vieille installation



Figure 1.3: exemple de nouvelle installation

Consommation: 44.850 kWh

Facture d'énergie : 1.350 € (TVA incl.)

→ Diminution de consommation : 9.900 kWh ou 22 %

→ Economie de frais d'énergie : 380 € /an

Consommation: 34.950 kWh



L'évolution de la technologie met actuellement à disposition sur le marché des systèmes de chauffage de plus en plus performants. Cela se traduit non seulement par une amélioration du rendement énergétique, ayant pour conséquence une diminution de la consommation et des émissions de CO₂, mais aussi par une réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Les systèmes de chauffage sont en effet une des principales sources de gaz à effet de serre et d'autres polluants qui ont une influence importante sur la qualité de l'air. Afin de protéger la santé humaine et l'environnement dans son ensemble, il est particulièrement important de lutter contre les émissions de polluants à la source. Les gaz à effet de serre participent au réchauffement climatique, tandis que les autres polluants, nombreux, ont des effets divers. Parmi ces derniers, on peut citer notamment: les oxydes d'azote, les particules de suie, les composés organiques volatils, les hydrocarbures aromatiques polycycliques, les dioxines et furanes et le monoxyde de carbone. La liste n'est pas complète et certains polluants sont en outre des précurseurs de nouvelles molécules.

Par conséquent, il est important de réglementer les systèmes de chauffage de manière à ce qu'une bonne combustion avec des systèmes performants permette de limiter les émissions atmosphériques afin de protéger la santé humaine et l'environnement dans son ensemble.



Figure 1.4: exemple de vieille chaudière

Emission de CO₂: 13.500 kg/an
→ diminution de 30 % !



Figure 1.5: exemple de chaudière moderne

Emission de CO₂: 9.500 kg/an



Figure 1.6: vieille chaudière → NO_x = 7 kg/an
→ réduction d'émission de 80%.



Figure 1.7: nouvelle chaudière → NO_x = 1,5 kg/an

Ce diagnostic chauffage n'est pas à minimiser ou à mettre en concurrence avec:

- les recommandations portant sur le bâti, par exemple le renforcement de l'isolation thermique, un meilleur contrôle de la ventilation, etc.;
- les recommandations portant sur les comportements des utilisateurs du bâtiment.

Les recommandations émises au terme du diagnostic sont complémentaires à ces autres recommandations.

Les améliorations possibles de l'installation entraînent plusieurs effets bénéfiques, à savoir:

- Réduire la dépense financière de l'utilisateur: Parvenir à diminuer sa consommation d'énergie, c'est bien sûr diminuer sa facture d'énergie et donc ses dépenses. En résulteront autant d'euros engrangés à investir dans d'autres mesures URE.
- Réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES): Les émissions de ces GES en relation avec l'activité humaine est une des causes aujourd'hui avérée intervenant dans le processus de changement climatique à l'échelle de la planète. Ce changement a une influence préjudiciable sur l'environnement naturel, la santé des populations et sur notre économie.
- Limiter le recours aux combustibles fossiles: De nombreuses incertitudes planent quant à la disponibilité de ces ressources - rythme de déclin des gisements de pétrole en fonction de leur maturité, évolution de la demande mondiale de produits pétroliers, contexte politique vis-à-vis des pays producteurs, ... -. Et de la disponibilité dépendra le prix.



CHAPITRE 2: EXPOSE GENERAL DE LA METHODE

1. CONTRAINTES DE LA MÉTHODE

L'utilisateur et/ou le propriétaire d'une installation de chauffage central a, en général, relativement peu d'informations concernant le rendement global de son installation. Puisque le rendement d'un appareil de chauffage n'est pas uniquement dépendant de ses caractéristiques, mais aussi du concept et de l'exécution de l'installation, les utilisateurs ne sont pas du tout conscients du rendement global de leur système de chauffage. L'unique information disponible est en général la facture d'énergie mais elle n'est pas toujours facile à interpréter.

Pour le gaz naturel, la consommation est facilement lisible sur la facture finale, mais cette consommation ne doit pas toujours être considérée dans sa totalité. En effet, si la production d'ECS est prise en charge par un appareil différent de la chaudière, il faut déduire la consommation liée à cette production. Les consommations des cuisinières ou d'autres appareils à gaz de ce type ne sont pas à prendre en considération.

Pour le fuel, la seule solution consiste à sommer les litres de fuel livrés sur les bordereaux de livraisons.

Pour le propane, deux possibilités existent:

- la livraison en vrac : calculer la somme de toutes les livraisons en litres ;
- la livraison en bonbonnes de gaz : multiplier la somme de toutes les bonbonnes avec le poids du gaz par bonbonne.

Un utilisateur peut donc difficilement estimer sa propre consommation et encore moins définir ce qui pourrait être amélioré ou quelles sont les économies possibles. Cette démarche nécessite un technicien en chauffage ou un expert en énergie.

La méthode à suivre doit permettre de réaliser le diagnostic:

- avec une collecte de données simples ;
- avec un outil de calcul simple ;
- dans un laps de temps limité.

Elle doit aussi permettre de fournir au propriétaire (RIT), des informations et un conseil clair sur :

- l'efficacité énergétique de sa chaudière existante et sa régulation ;
- les possibilités d'amélioration de sa situation et les effets financiers de ceux-ci.



2. SYMBOLES DES GRANDEURS PHYSIQUES INTERVENANTS DANS LA MÉTHODE DE DIAGNOSTIC DES SYSTÈMES DE CHAUFFAGE DE TYPE 1

Propriétés du gaz

Gaz PCI	Consommation de gaz naturel en m ³ /an sur base du PCI
Gaz PCS	Consommation de gaz naturel en m ³ /an sur base du PCS
Gaz PCS	Consommation de gaz en kWh/an, (voir facture fournisseur)
G25	Gaz pauvre de Slochteren
G20	Gaz riche, Ekofisk, Algérien
Gaz naturel L	Gaz pauvre G25
Gaz naturel H	Gaz riche G20
m ³ (n)	1 m ³ d'un gaz à 101.325 Pa et 0°C

Rendements

η_{ro}	Rendement de combustion en %
η_k	Rendement de la chaudière ou thermique testé à 80/60°C à pleine charge en %
$\eta_{p,init}$	Rendement de production avec la chaudière existante en %
$\eta_{p,nouveau}$	Rendement de production avec l'installation rénovée en %

Déperditions

a	Facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt en %
V_{vw}	Pertes de chaleur sensible en %
α	Pertes à l'arrêt de l'appareil en %

Fumées

O ₂	Taux d'oxygène en % volume
CO ₂	Taux de dioxyde de carbone en % volume
CO	Taux de monoxyde de carbone en ppm non dilué ou en mg/kWh
NO _x	Taux d'oxyde en mg/kWh
k	Constante de Siegert

Températures

T_{fu}	Température des fumées en °C
T_{vl}	Température air de combustion en °C
T_k	Température eau de chaudière en °C
T_w	Température moyenne de l'eau de chaudière en °C
T_o	Température ambiante en °C
θ	Différence $T_w - T_o$ en °C
θ_n	Valeur nominale de θ , ou pour l'air à 20°C = 50°C
Δ	Différence entre la température de flamme et $T_w - T_o$ en °C
Δ_n	Valeur nominale de Δ , ou $\Delta_n = 950^\circ\text{C}$

Puissance

Q_B	Débit calorifique en kW (charge thermique chaudière)
P_N	Puissance nominale utile en kW (puissance chaudière)
H_i	Puissance calorifique inférieure d'un combustible en MJ/m ³ (n)
H_s	Puissance calorifique supérieure d'un combustible en MJ/m ³ (n)
b	Charge de la chaudière = nombre d'heures de fonctionnement /heures saison de chauffe
b_{min}	Valeur minimale de degré de charge de la chaudière $\geq 5\%$



3. LES GRANDES ÉTAPES DU DIAGNOSTIC DU SYSTÈME DE CHAUFFAGE

La méthode du diagnostic comprend les étapes suivantes:

- 1) détermination du rendement moyen de production de chaleur actuellement c.-à-d. de l'unique chaudière existante en service ;
- 2) détermination du rendement moyen d'une chaudière moderne performante ;
- 3) détermination de la différence de consommation d'énergie et de combustible entre la situation existante et la nouvelle situation projetée, c.-à-d. celle correspondant au renouvellement de la chaudière ;
- 4) détermination du gain financier pour l'utilisateur du chauffage consécutive à la diminution de la consommation de combustible ;
- 5) identification d'améliorations possibles sur l'installation de chauffage autres que le renouvellement de la chaudière ;
- 6) rédaction d'un rapport de diagnostic à l'usage du demandeur ;
- 7) remise de ce rapport de diagnostic au demandeur ;
- 8) expliquer sommairement et oralement les conclusions de ce rapport de diagnostic au demandeur ;
- 9) répondre aux questions du demandeur.

CHAPITRE 3: LE RENDEMENT DE COMBUSTION INSTANTANÉ DE LA CHAUDIÈRE

1. PERTES EN CHEMINÉE OU DÉPERDITION DE CHALEUR SENSIBLE

On peut déterminer les déperditions de chaleur sensible en appliquant la formule de Siegert.

$$\text{Formule de Siegert : } D_{cs} = k [(T_g - T_a) / \% \text{ CO}_2]$$

où :

- D_{cs} = déperdition de chaleur sensible ;
- K = constante de Siegert (dépend du combustible et de la teneur en CO_2 en %) ;
- T_g = température des gaz de fumée à la sortie de la chaudière en $^{\circ}\text{C}$;
- T_a = température de l'air comburant à l'entrée de l'appareil en $^{\circ}\text{C}$;
- CO_2 = valeur de la teneur de CO_2 dans les gaz de fumée en % CO_2 .

Exemple:

Après l'entretien d'une chaudière au mazout, on a mesuré les valeurs suivantes:

- température de l'eau dans la chaudière : $T_c = 60^{\circ}\text{C}$;
- température à la sortie de la chaudière : $T_g = 180^{\circ}\text{C}$;
- température de l'air comburant : $T_a = 15^{\circ}\text{C}$;
- quantité de dioxyde de carbone (CO_2) = 12,0 %.

Les déperditions de chaleur sensible sont égales à:

- a) détermination de la constante de Siegert $k = [(0,008 \times \% \text{ CO}_2) + 0,48]$ soit = 0,576

$$\begin{aligned} D_{cs} &= 0,576 (180 - 15) / 12,0 ; \\ &= 0,576 (175 / 12,0) ; \\ &= 0,576 * 14,5833 ; \\ &= 8,4 \% . \end{aligned}$$



Si nous fixons le pouvoir calorifique inférieur H_i du combustible égal à 100 %, le rendement de combustion est égal à :

$$\eta_{ro} = 100 - D_{cs} = k [(T_g - T_a) / \% CO_2], \text{ ce qui donne dans l'exemple : } 100 - 8,4 = 91,6 \%$$

Le rendement de combustion est égal à l'apport d'énergie utile diminué du pouvoir calorifique encore présent dans les gaz de fumée.

Le rendement de combustion se mesure au moyen d'un appareil électronique ou d'un appareil de mesure analogique de Bacharach.

Quand on emploie un appareil de mesure électronique, η_{ro} est déterminé par la formule ci-dessous :

$$\eta_{ro} = (T_g - T_a) [A2 / (21 - O_2) + B]$$

où A2 et B sont des facteurs spécifiques du combustible.

Tableau 3.1: Valeur des paramètres A2 et B en fonction du combustible

	A2	B
Mazout	0,68	0,007
Gaz naturel	0,65	0,009
Propane	0,63	0,008

Pour les combustibles gazeux, on utilise la formule :

$$\eta_{ro} = 100 - ((39 / CO_2) + 0,86) \times ((T_g - T_a) / 100)$$

Les concentrations maximales en CO_2 en cas de combustion stœchiométrique des combustibles suivants sont égales à (exprimées en %) :

gaz naturel L : 11,5 ;
 gaz naturel H : 11,7 ;
 mazout : 15,7 ;
 propane : 13,6.

Si le rendement de combustion est déterminé en fonction de l'excès d'air dans les gaz de fumée, c'est la formule suivante qui s'applique pour déterminer la teneur en CO_2 :

$$CO_2 \% = 21 - O_2 / 21 \times \% \text{ max. de } CO_2 \text{ combustible}$$

En plus de celle du rendement de combustion, on a besoin des mesures suivantes pour évaluer la qualité de la combustion :

- mesure du CO (en mg/kWh) ;
- indice fumée pour les combustibles liquides.

La mesure de la teneur en CO s'effectue en ppm. Les appareils de mesure récents convertiront directement la valeur mesurée en mg/kWh.

Pour convertir les ppm en mg/kWh, on utilise les valeurs suivantes :

- Pour 0 % O_2 ou des gaz de fumée non dilués : $CO \text{ mg/kWh} = CO \text{ non dilué en ppm} \times \text{facteur de conversion en mg/kWh/ppm}$

Facteurs de conversion

Gaz naturel H – G20 1 ppm = 1,074 mg/kWh
 Gaz naturel L – G25 1 ppm = 1,095 mg/kWh
 GPL – G30 1 ppm = 1,091 mg/kWh
 Mazout 1 ppm = 1,101 mg/kWh



Comment peut-on déterminer la valeur du CO en mg/kWh ?

- a) en mesurant l'oxygène résiduel dans les gaz de fumée et en calculant la valeur des niveaux d'émission pour 0 % O₂, ou en mesurant le taux de CO non dilué en ppm ;
- b) conversion en mg/kWh de la valeur non diluée en ppm, par application du facteur de conversion selon le type de combustible.

Exemple:

Mesures effectuées sur une installation de 1986 avec chaudière à gaz à brûleur pulsé:

- taux de CO : 120 ppm ;
- taux d'O₂ : 4,5 % ;
- type de gaz : G25 ou gaz L.

Détermination du taux de CO pour 0 % d'O₂ ou à l'état non dilué:

$$W (\text{g}\% \text{O}_2) = [(21 - g)/(21 - \gamma) * M]$$

où

W = valeur d'émission voulue pour un excès d'air voulu g (pour 0 % O₂) ;

M = valeur d'émission mesurée pour l'excès d'air mesuré γ ;

γ = excès d'air mesuré ;

g = excès d'air voulu (dans ce cas, 0 % d'O₂).

$$\begin{aligned} \text{Résultat: } W &= [(21-0)/(21 - 4,5) * 120] \\ &= [(21/16,5) * 120] \\ &= 1,2727 * 120 \\ &= 153 \text{ ppm pour } 0 \% \text{ d'O}_2 \end{aligned}$$

Conversion en mg/kWh:

$$\begin{aligned} W &= 153 \text{ ppm} * 1,095 \text{ mg/kWh/ppm} \\ &= 167 \text{ mg/kWh} \end{aligned}$$

Pour info: dans cet exemple, la valeur maximale autorisée est de 270 mg/kWh.

Détermination du taux de CO₂ en %:

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{ en } \% &= [((21 - \% \text{O}_2)/21) * \% \text{ max. de CO}_2 \text{ dans le combustible}] \\ &= [((21 - 4,5)/21) * 11,8] \\ &= (16,5/21) * 11,8 \\ &= 0,7857 * 11,8 \\ &= 9,27 \end{aligned}$$



CHAPITRE 4: ASPECTS THEORIQUES DU RENDEMENT DE LA CHAUDIERE A PLEINE CHARGE

1. RENDEMENT UTILE OU THERMIQUE A PLEINE CHARGE (PUISSANCE NOMINALE)

Puissance utile P (ou plage de puissance): c'est la quantité de chaleur transmise au fluide caloporteur ou à l'eau par unité de temps.

La plage de puissance est une plage définie par le fabricant, sous le nom de plage de puissance utile, dans laquelle la chaudière peut être réglée en totale conformité avec la norme s'appliquant à l'appareil conçu. Lorsque le fabricant ne reproduit que la puissance utile nominale sur la plaque signalétique, le technicien vérifiera si le débit calorifique de la chaudière n'a pas été réglé sous les 85 %.

Si l'on règle le débit calorifique d'une chaudière trop bas, il est possible que du calcin s'y forme (entartrage). Par ailleurs, le risque existe aussi que des phénomènes de condensation apparaissent dans des « espaces morts » du conduit d'évacuation des gaz de fumée et endommagent la chaudière prématurément.

Puissance utile nominale P_N : c'est la puissance utile nominale selon le fabricant qui correspond au maximum de chaleur utile transmise à l'eau.

Débit calorifique Q_B : c'est la quantité d'énergie fournie par le combustible au brûleur par unité de temps, exprimée par rapport au pouvoir calorifique inférieur H_i (= Pci).

Concernant les valeurs calorifiques, on retrouve deux définitions, à savoir:

Pouvoir calorifique supérieur (H_S ou Pcs): c'est la quantité de chaleur libérée par la combustion stœchiométrique quand les produits de la combustion sont refroidis à 0 °C à une pression atmosphérique de 1013 mbar. L'eau formée lors de la combustion se condense alors et la chaleur dite de condensation est entièrement récupérée. Soit on mesure le HS avec une bombe calorimétrique ou calorimètre de Berthelot-Mahler, soit on le calcule en se basant sur la composition moléculaire du combustible.

Pouvoir calorifique inférieur (H_i ou Pci): c'est la quantité de chaleur déterminée sans tenir compte de la quantité d'eau qui est évacuée sous forme de vapeur avec les produits de la combustion. Comme auparavant, les chaudières ne pouvaient qu'échanger la quantité de chaleur libérée par les combustibles à l'exclusion de la vapeur d'eau, les instances internationales ont convenu que le rendement utile serait toujours exprimé sur la base du pouvoir calorifique inférieur (H_i). Cette situation conduit à des rendements supérieurs à 100 % pour les chaudières à condensation.

Rendement de la chaudière η_p : puissance utile transmise au fluide caloporteur (P), divisée par le débit calorifique Q_B .

$$\eta_p = P/Q_B \times 100 (\%)$$

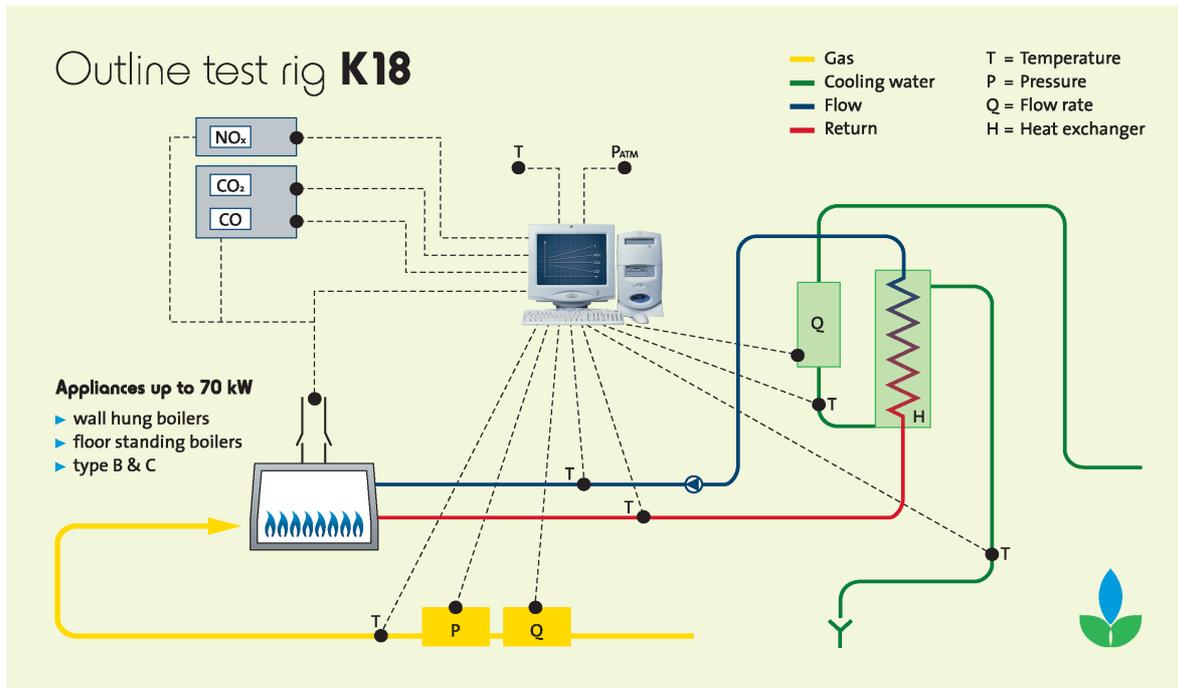
2. PERTE PAR RAYONNEMENT ET PAR CONVECTION

Les déperditions de chaleur par rayonnement dépendent dans une mesure importante de la température de service de la chaudière et de son état de fonctionnement, c.-à-d. « brûleur allumé ». Pendant le fonctionnement du brûleur, les surfaces de la chaudière qui ne guident pas l'eau, telles que la porte du brûleur ou la boîte de fumée, sont exposées à des gaz chauds. Il en résulte des pertes par rayonnement et par convection.

3. RENDEMENT A CHARGE PARTIELLE

Le rendement à charge partielle est le rapport entre la puissance utile d'une chaudière dont le fonctionnement est intermittent ou qui tourne à une puissance inférieure à sa puissance utile nominale et cette puissance utile nominale.





LEGENDE

Appliances up to 70 kW	= Appareils jusqu'à 70 kW
Wall hung boilers	= Chaudières murales
Floor standing boilers	= Chaudières au sol
Gas	= Amenée de gaz
Cooling water	= Eau de refroidissement
Flow	= Départ ou arrivée du fluide caloporteur
Return	= Retour du fluide caloporteur
Temperature	= Points de mesure des températures
Pressure	= Pression du gaz
Flow rate	= Débitmètre de l'eau
Heat exchanger	= Echangeur thermique

Figure 4.1: schéma d'un poste de mesure actuel pour appareils à gaz (info : Technigas)

CHAPITRE 5: ASPECTS THEORIQUES DU RENDEMENT DE LA CHAUDIERE A CHARGE PARTIELLE

1. MODELISATION D'UNE CHAUDIERE A CHARGE PARTIELLE

1.1 Détermination du rendement annuel de production

Le rendement de production est le rapport entre la chaleur utile cédée par la chaudière au circuit d'eau/d'air et l'énergie qui a été consommée à cette fin au niveau du brûleur.

Le rendement de production des chaudières au mazout ou au gaz sans condensation se calcule selon la formule de Renaud.

$$\eta_p = \eta_k * (1 + \alpha * \theta/\theta_n) (\Delta/\Delta_n) R/(R + (\alpha * \theta/\theta_n))$$

où :

η_p : le rendement de production annuel ;

η_k : le rendement thermique de l'appareil ;

α : les pertes par arrêt de l'appareil ;

θ : la différence entre la température moyenne de l'eau et la température ambiante ;

θ_n : la valeur nominale de θ ;

Δ : la différence entre la température de la flamme et la température moyenne de l'eau en fonction de la température ambiante ;

Δ_n : la valeur nominale de Δ ;

R : la charge de l'appareil = heures de fonctionnement du brûleur divisées par le nombre d'heures par saison de chauffe.

Dans cette formule, on tient compte:

- du type de chaudière/ du brûleur ;
- de l'isolation de la chaudière/du brûleur ;
- du rendement de combustion → dépend de l'âge et du type de chaudière ;
- des pertes à l'arrêt → dépendent de l'âge et du type de la chaudière ;
- de la température moyenne de l'eau de la chaudière pendant la saison de chauffe → dépend de la régulation de la chaudière ;
- de la température moyenne dans le local de chauffe pendant la saison de chauffe ;
- du degré de charge annuelle → dépend de la puissance nominale du brûleur et de la combinaison ou non de la préparation d'eau chaude sanitaire par la chaudière.

2. SIGNIFICATION PHYSIQUE DES PERTES A L'ARRET

La consommation d'entretien est la quantité de chaleur nécessaire pour garder la chaudière à température quand il n'y a pas de production d'eau chaude de chauffage.

Cette consommation est directement liée au facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt « a ».

Pour mesurer toutes les pertes de la chaudière, on la maintient à une température moyenne de 30 ± 5 K au-dessus de la température ambiante.

Pendant cet essai, on coupe la pompe de circulation qui pulse dans l'échangeur de chaleur du poste de mesure.

Toutes les conduites partant de la chaudière et y retournant sont isolées. On compte également les pertes de chaleur du poste de mesure.

La température de l'eau dans la chaudière est maintenue à un niveau constant avec une tolérance de 5 K. La température dans le local de chauffe peut augmenter de 2 K par heure au maximum.



On détermine la consommation d'entretien à l'aide de trois tests, à savoir:

- test n°1 : sans l'alimentation électrique de la chaudière ;
- test n°2 : en faisant tourner la chaudière pour atteindre une température ($T_e - T_a$) de 40 ± 5 K ;
- test n°3 : en faisant tourner la chaudière pour atteindre une température ($T_e - T_a$) de 60 ± 5 K.

où :

T_e = la température moyenne de l'eau entre le départ et le retour ;

T_a = la température ambiante.

3. LE RENDEMENT DE PRODUCTION DE LA CHAUDIERE

- est une mesure de l'énergie qui est utilement transmise par la chaudière à l'eau comparé à l'énergie développée par le brûleur ;
- dans ce cas, c'est un rendement moyen d'une saison de chauffe ;
- tient compte de toutes les pertes aussi bien à l'arrêt que pendant le fonctionnement du brûleur.

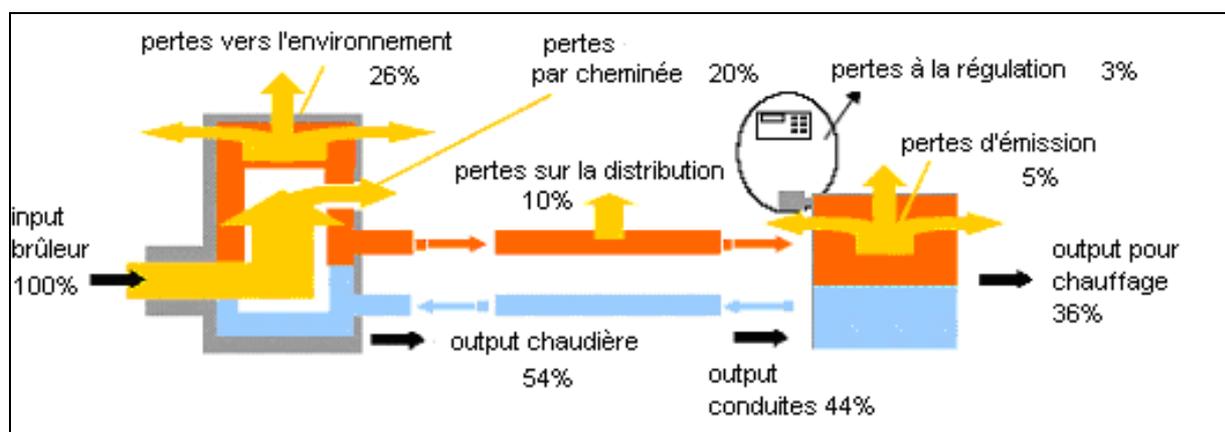


Figure 5.1: rendement de production d'une installation ancienne

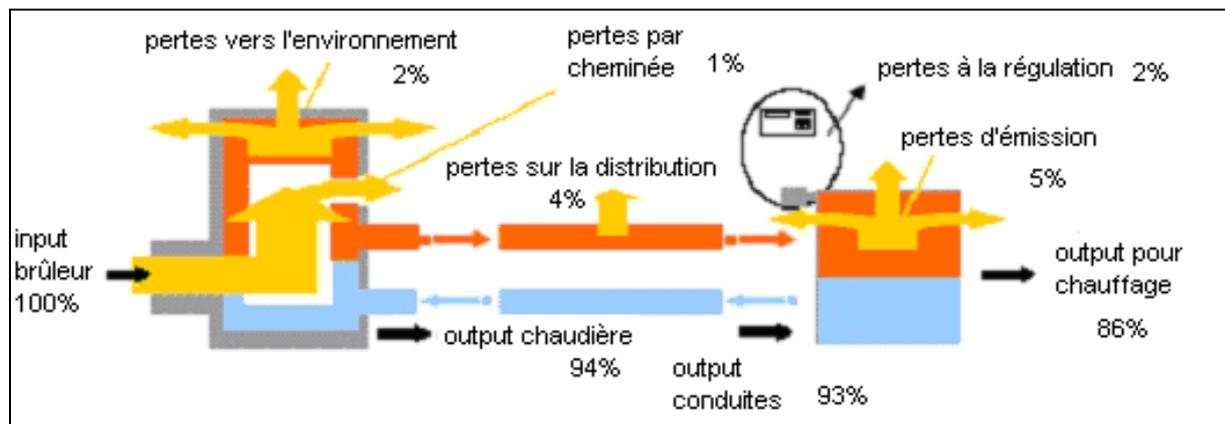


Figure 5.2: rendement de production d'une installation neuve

Quels sont les facteurs influençant le rendement moyen de production:

- **le facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt:** plus ce facteur est grand, plus les pertes à l'arrêt sont importantes et moins bon est le rendement de production ;
- **le facteur de charge:** plus ce facteur est grand, plus courte est la période d'arrêt et les pertes qui lui sont liées ;
- **la température moyenne de l'eau de la chaudière:** plus haute est la température, plus grandes sont les pertes de chaleur et moins bon est le rendement de production
- **Le rendement de combustion: meilleur est le rendement de combustion, moindres sont les pertes par la cheminée pendant le fonctionnement et donc meilleur est le rendement de production.**

Facteurs d'influence	Rendement de production annuel
Le facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt ↑	↓
Facteur de charge ↑	↑
Température moyenne de l'eau de chaudière ↑	↓
Rendement de combustion ↑	↑

CHAPITRE 6: DETERMINATION DU FACTEUR DE CHARGE D'UNE CHAUDIERE

1. DEFINITION DU FACTEUR DE CHARGE

Le facteur de charge annuel « b » d'une chaudière indique:

- combien de temps le brûleur fonctionne effectivement pendant la saison de chauffe : plus longtemps le brûleur fonctionne, plus grand est le facteur de charge annuel « b » ;
- le surdimensionnement de la puissance de la chaudière ou du brûleur : plus la chaudière ou le brûleur est surdimensionné, plus petit est le facteur de charge annuel « b ».

Si le facteur de charge annuel « b » indique les heures de fonctionnement, le reste du temps la chaudière est en « arrêt », durée pendant laquelle la chaudière subit des pertes (voir facteur de pertes à l'arrêt « a »). Il est donc important de limiter le nombre d'heures à l'arrêt et de privilégier un grand nombre d'heures de fonctionnement de la chaudière afin de favoriser un facteur de charge annuel élevé. L'optimum est un facteur de charge annuel « b » au-delà de 20%.

Exemple:

Installation de l'année 2006
Heures de fonctionnement: 799 heures
Facteur de charge moyen = 9,1 %



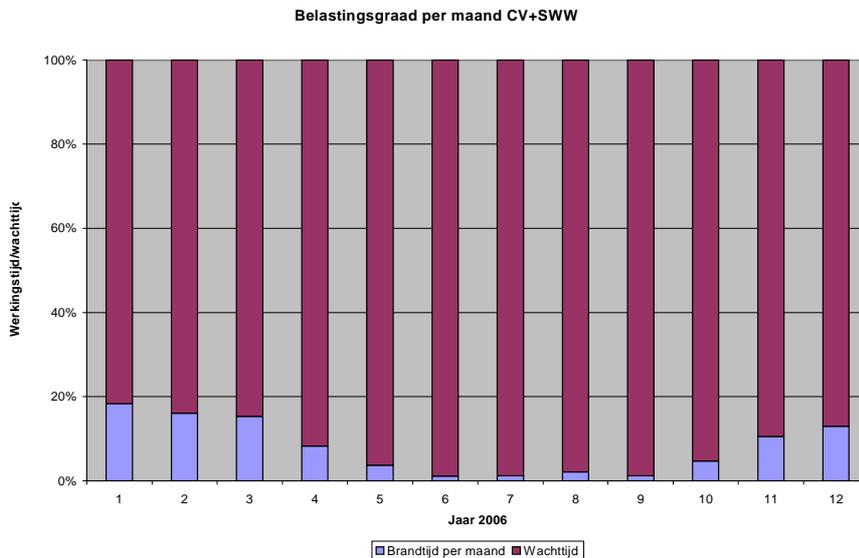


Figure 6.1: évolution mensuelle de la charge d'une chaudière

Le facteur de charge annuel « b » dépend de:

- **la puissance installée chaudière/brûleur** : plus grande est la puissance, moins doit fonctionner le brûleur pour la même production de chaleur et donc plus petit est le facteur de charge ;
- **la consommation d'énergie de la maison** : plus grande est la consommation d'énergie, plus longtemps doit fonctionner le brûleur et donc, plus grand est le facteur de charge ;
- **la saison de chauffe** : garder la chaudière allumée même pendant très peu d'heures de fonctionnement pour la production d'eau chaude en été fait baisser le facteur annuel moyen de charge.

$$b = 100x \frac{\text{nombreheuresfonctionnementbrûleur}}{\text{nombreheureschaudièresallumées}}$$

$$b = 100x \frac{Nb}{Nch}$$

$$Nb = \frac{\text{ConsommationkWh}}{\text{PuissancekW}}$$

Nch= 8760 h si chaudière allumée toute l'année

Nch= 6600 h si chaudière allumée que pour la saison de chauffe =~1 septembre au 1 juin 275 jours

Exemples:

Chaudière 1:

Puissance chaudière gaz : 30 kW
 Consommation d'énergie : 40.000 kWh/an
 Allumé été et hiver ou 8.760 heures/an
 Facteur de charge =13,70 %
 Nombre d'heures brûleur par an = 1.200 h
 Nombre d'heures à l'arrêt par an = 7.560 h



Chaudière 2:

Puissance chaudière gaz : 60 kW
Consommation d'énergie kWh/an
Allumé été et hiver ou 8.760 heures/an
Facteur de charge = 6,85 %
Nombre d'heures brûleur par an = 600 h
Nombre d'heures à l'arrêt par an = 8.160 h

Chaudière 3:

Puissance chaudière 28 kW
Consommation d'énergie: 10.000 kWh/an
Facteur de charge = 3,67 %, cette valeur est très basse et apparaît dans des appartements
Comme valeur la plus basse $b_{\min} = 5\%$ est prise.
Allumé été et hiver ou 8.760 heures/an
Nombre d'heures brûleur par an = 321 h
Nombre d'heures à l'arrêt par an = 8.439 h

Le facteur de charge annuel « b » est déterminé avec la règle à calculer en déplaçant correctement :

- la consommation annuelle d'énergie
- la puissance de la chaudière

→ il convient de lire ainsi le facteur de charge **b**, **en tenant compte des traits de rappel** verticaux « sans production d'ECS » et « avec production d'ECS ».

Si l'on trouve b en dessous de 5% avec l'aide de la règle à calculer, on utilise la valeur minimale $b_{\min} = 5\%$.

Un facteur de charge en dessous de 5% peut se rencontrer dans le cas d'appartements.

2. DETERMINATION DE LA CONSOMMATION ANNUELLE D'ENERGIE

2.1 Information préalable

Il est important que le client mette les factures d'énergie à disposition du chauffagiste agréé avant l'établissement de son diagnostic.

2.2 Le combustible est du gaz naturel

A l'aide de la facture, la consommation en kWh peut être retrouvée.

- noter la consommation de gaz en kWh pour une période de 12 mois consécutifs, sommer éventuellement plusieurs factures, s'il y a plusieurs fournisseurs ;
- si l'eau chaude sanitaire est produite par un appareil à gaz séparé de la chaudière (un chauffe-eau ou un boiler avec son propre brûleur), on déduit de cette consommation "brute", une estimation de la consommation liée à la production d'ECS, en fonction du nombre d'utilisateurs (voir tableau, ci-dessous).
Exemple: une consommation annuelle de gaz de 20.000 kWh et la chaudière ne produit pas de l'eau chaude sanitaire pour 2 personnes → 20.000 – 2.500 kWh/an = 17.500 kWh/an
- les consommations des cuisinières ou d'autres appareils à gaz de ce type ne sont pas à déduire.



Tableau 6.1: diminution de la consommation d'énergie liée à la production d'ECS par un appareil séparé en fonction du nombre d'habitants

Nombre d'habitants	CONS ecc/apart (exprimé en kWh/an)
< 3 habitants	2.500
3 – 4 habitants	4.200
> 4 habitants	5.500

2.3 Le combustible est du fioul

Une consommation moyenne peut être obtenue à partir de la consommation des 3 dernières années.

Exemple: données de facture

- livraison le 20.01.2003 : 2.500 l
- livraison le 15.06.2004 : 3.500 l
- livraison le 30.02.2005 : 2.000 l
- livraison le 01.12.2005 : 2.200 l
- nombre arrondi de mois entre 20.01.2003 et 01.12.2005 = 34

Moyenne annuelle = $(3.500 + 2.000 + 2.200) / 34 * 12 = 2.718$ l

2.4 Le combustible est du propane

Comme pour le fioul, une consommation moyenne peut être obtenue à partir de la consommation des 3 dernières années.

- si l'ECS est produite indépendamment de la chaudière (par exemple via un chauffe-eau indépendant ou un boiler avec son propre brûleur) : déduire de cette consommation, en fonction du nombre d'utilisateurs, une valeur présente dans le tableau présenté ci-dessous ;
Exemple: pour une famille de 2 personnes, on déduit 345 litres.
- pour une consommation annuelle de gaz de 2.750 l/an → $2.750 \text{ l} - 345 \text{ l/an} = 2.405 \text{ l/an}$;
- si l'on connaît la consommation en litre/an, déterminer la consommation en kWh/an en multipliant la consommation par 7,28 kWh/litre propane.

Exemple: $2.405 \text{ l/an} \times 7,28 \text{ kWh/l} = \sim 17.510 \text{ kWh/an}$.

Tableau 6.2: diminution de la consommation d'énergie liée à la production d'ECS par un appareil séparé en fonction du nombre d'habitants

Nombre d'habitants	CONS ecc/apart exprimé en l/an ou en kWh/an
< 3 habitants	345 litre/an ou 2500 kWh/an
3 – 4 habitants	580 litre/an ou 4200 kWh/an
> 4 habitants	755 litre/an ou 5500 kWh/an

2.5 Traitement en l'absence de données de consommation

Que faire s'il n'y a pas de données de facture ou de livraisons ?

S'il n'y a pas de factures de la consommation d'énergie ou si celles-ci ne contiennent pas assez d'informations pour déterminer la consommation d'énergie, un facteur de charge "b" de 10% peut être estimé.

2.6 Exercices de détermination de la consommation annuelle d'énergie

Exercice1: déterminer la consommation annuelle d'énergie d'une chaudière gaz avec les données suivantes :

- consommation de 20.06/2006-20.12/2006 : 15.000 kWh ;
- consommation de 20.12/2006-20.03/2007 : 7.000 kWh ;
- consommation de 20.03/2007-20.06/2007 : 3.000 kWh ;
- il y a un boiler pour l'eau sanitaire raccordé à la chaudière.



Exercice 2: déterminer la consommation annuelle d'énergie d'une chaudière gaz propane avec les données suivantes:

1. Données de facturation:
 - livraison le 10.02.2004 :1.750 l
 - livraison le 15.10.2004 :1.500 l
 - livraison le 30.08.2005 :1.400 l
 - livraison le 15.12.2005 :1.550 l
 - livraison le 01.03.2006 :1.450 l
 - livraison le 01.09.2006 : 800 l
 - livraison le 08.02.2007 :2.000 l
2. La famille compte 4 personnes et le boiler n'est pas lié à la chaudière.
3. Nombre de mois (arrondi) entre les 2 dates suivantes, 10.02.2004 et 08.02.2007 = 36 mois.
4. Moyenne annuelle = $[(1.500 + 1.400 + 1.550 + 1.450 + 800 + 2.000) / 36 * 12] - 580 = 2.320$ litre/an

Réponses:

1. consommation totale : $15.000 + 7.000 + 3.000 = 25.000$ kWh
2. la consommation en kWh devient : 2.320 (l) x $7,28$ (kWh/l) = 16.890 kWh



2.7 Récapitulatif:

**Rechercher la consommation annuelle d'énergie dans les factures d'énergie.
La chaudière produit-elle l'eau chaude sanitaire ?**

3. DETERMINATION DE LA PUISSANCE D'UNE CHAUDIERE IN SITU

3.1 Détermination de la puissance des chaudières au gaz

La puissance de la chaudière se trouve sur la plaque signalétique (voir ci-dessous) et est convertie en kW (kiloWatt).

Conversion de kcal/h vers kW se fait au moyen de la formule suivante:

$$Q_B [W] = Q_B [kcal/h] \times 1,163 [Watt/kcal/h]$$

Exemple: 25.000 kcal/h = 25.000 x 1,163 = 29.075 Watt ou 29.1 kW

Vieilles chaudières:

Pour les vieilles chaudières, la puissance est exprimée en kcal/h. La conversion en Kw est nécessaire.

Chaudières gaz modernes:

Généralement on distingue:

- **la charge nominale de la chaudière** : c'est la puissance maximale fournie par le brûleur à la chaudière. La plage de fonctionnement peut être mentionnée. Cette puissance est utilisée préférentiellement comme puissance chaudière ;
- **une puissance nominale utile** : c'est la puissance utile livrée par la chaudière au circuit de chauffage (PU). Elle est plus petite que la charge nominale de la chaudière.

Dans le cas de chaudières avec brûleur modulant, une puissance minimum est souvent indiquée (typiquement 10 à 50% de la puissance nominale). Si la charge de la chaudière n'est pas mentionnée, la puissance nominale est utilisée par défaut. La valeur est parfois mentionnée en **puissance calorifique inférieure (Hi) et supérieure (Hs)**, voir page suivante. Pour la méthode de calcul la valeur inférieure est utilisée.

Dans certains cas, la **puissance pour la production d'eau chaude sanitaire** est également mentionnée. On n'en tient pas compte dans l'évaluation.

3.2 Détermination de la puissance des chaudières au fioul

Méthode prioritaire:

Pour les chaudières fonctionnant au fioul, le chauffagiste agréé détermine la charge de la chaudière (QB) par la lecture du débit du gicleur et la mesure de la pression de la pompe. La puissance de charge peut en être déterminée au moyen de la formule suivante:

$$\text{Formule : } Q_B = F \times Q1 \times \sqrt{P2/P1} \times PCI \text{ combustible}$$

Avec:

Q_B	: Charge de la chaudière en kW
F	: → brûleur avec préchauffage, F = 0.9 → brûleur sans préchauffage, F = 1
$Q1$: Débit gicleur en l/h
P1	: Pression de référence de la pompe (7 bar)
P2	: Pression mesurée de la pompe
PCI combustible	: 10 kWh/l

Ces données se trouvent aussi sur l'attestation d'entretien.



Exemple 1:

Un brûleur sans préchauffage, avec un gicleur de 1 gallon/h et une pression de pompe de 14 bar a une puissance de charge de:

$$P = 1 \times 3,78 \times \sqrt{14/7} \times 10 = 1 \times 3,78 \times 1,4142 \times 10 = \sim 53,0 \text{ kW}$$

Exemple 2:

Un brûleur avec préchauffage, avec un gicleur de 1 gallon/h et une pression de pompe de 14 bar a une puissance de charge de:

$$P = 0,9 \times 3,78 \times \sqrt{14/7} \times 10 = 0,9 \times 3,78 \times 1,4142 \times 10 = \sim 47,7 \text{ kW}$$

Méthode d'ultime recours:

Si les données de pression de pompe et de débit mentionnées ci-dessus ne sont pas disponibles, la puissance est lue sur la plaque signalétique.

La puissance mentionnée sur la plaque signalétique est l'output (donc la puissance utile nominale). Il y a toutefois un intervalle indiqué dans lequel le technicien peut régler la puissance dépendant du concept de l'installation.

Le chauffagiste agréé prendra donc dans ce cas la moyenne des 2 valeurs.

3.3 Exercice de détermination de la puissance de la chaudière

Exemple 1:

De la plaque signalétique (avec puissance en kcal/h), on déduit la puissance en Kw.

→ Puissance en kW = 35.000 kcal/h x 1.163 = 40.705 Watt ou 40.7 kW

Dans ce cas, une seule puissance est mentionnée sur la plaque signalétique.



Figure 6.2: exemple de plaque signalétique

Exemple 2:

Dans le cas d'une chaudière au fioul, avec un intervalle de puissances mentionnées sur la plaque signalétique, il convient de prendre la valeur moyenne de cet intervalle pour déterminer la puissance de la chaudière.

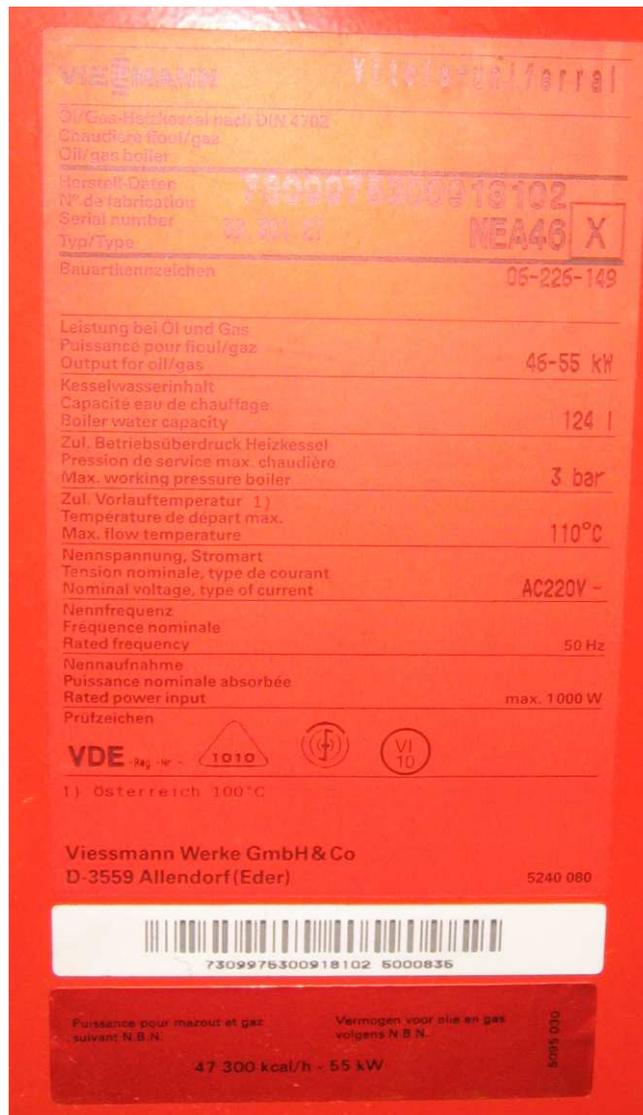


Figure 6.3: exemple de plaque signalétique

4. EXERCICES DE DETERMINATION DU FACTEUR DE CHARGE ANNUEL "B"

Exercice 1:

Puissance installée = 40 kW,
 Consommation annuelle d'énergie (fioul) : 2.000 l.

Réponse 1:

- avec production d'ECS : facteur de charge b = ~ 5,7 %
- sans production d'ECS : facteur de charge b = ~ 7,5 %

Exercice 2:

Puissance installée = 20 kW,
 Consommation annuelle d'énergie (gaz) : 20.000 kWh

Réponse 2:

- avec production d'ECS : facteur de charge b = ~ 10,3 %
- sans production d'ECS : facteur de charge b = ~ 13,6 %



Exercice 3:

Puissance installée = 80 kW,
Consommation annuelle d'énergie (gaz propane) : 12.500 l.

Réponse 3:

- détermination de la consommation en kWh/an : $12500 \times 7,28 = 91.000$ kWh
- avec production d'ECS : facteur de charge $b = 13 \%$
- sans production d'ECS : facteur de charge $b = 15,5 \%$

CHAPITRE 7: ATTRIBUTION DU COEFFICIENT DE PERTE A L'ARRET « a » D'UNE CHAUDIERE EXISTANTE

1. LES CARACTERISTIQUES INFLUENCANT LES PERTES A L'ARRET

Les caractéristiques principales de la chaudière et du brûleur déterminent les pertes de chaleur de la chaudière, exprimées par "a", c.-à-d. le coefficient de perte à l'arrêt.

Le coefficient de pertes à l'arrêt "a" indique la quantité de chaleur perdue lorsque la chaudière est maintenue à température (par ex. 70°C). Plus ce coefficient est grand, plus grandes sont les pertes et moins bon est le rendement.

Ces pertes de chaleur proviennent de:

- pertes à travers les parois de la chaudière ;
- pertes par balayage du foyer de la chaudière à l'arrêt.

Les influences les plus importantes:

- **L'année de fabrication de la chaudière:**

Les chaudières anciennes, moins bien isolées que les chaudières modernes se caractérisent par un coefficient de pertes à l'arrêt plus grand. Certaines valeurs de ce coefficient sont indiquées ci-dessous, pour diverses années de fabrication. Une analyse plus détaillée du type d'isolant recouvrant la chaudière et son mode de placement permettrait, bien entendu d'établir des valeurs plus précises. Cela ne s'avère cependant pas nécessaire dans le cadre de notre approche simplifiée.

- **Clapets automatiques sur le brûleur ou dans les conduits de fumées:**

Ces clapets empêcheront une perte par tirage en se fermant à l'arrêt et en empêchant ainsi le transit d'air dans la chaudière (voir ci-dessous)

- **Le type de chaudière:**

Certaines chaudières atmosphériques sont constructivement très ouvertes et ont des pertes par tirage plus grandes que des chaudières fermées (voir ci-dessous).



Figure 7.1: exemple extrême d'une vieille chaudière non isolée



Figure 7.2: exemple d'une chaudière moderne avec des parties chaudes isolées

2. LA METHODE D'ATTRIBUTION DU COEFFICIENT DE PERTE A L'ARRET « A »

L'approche consiste à:

- identifier l'année de fabrication de la chaudière ;
- ou déterminer le label de la chaudière ;
- ou déterminer le type chaudière et en déduire le facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt.

Pour appliquer cette formule à la règle à calculer, et compte tenu d'une série de mesures effectuées sur des installations dont les chaudières étaient représentatives du marché belge, on a pris les paramètres du tableau suivant et qui apparaissent aussi au verso de la règle à calcul.

→ lire le facteur de correction du coefficient de pertes à l'arrêt a [%] sur la règle à calculer.

Tableau 7.1: facteur de pertes à l'arrêt des chaudières		
Evaluation du facteur de pertes à l'arrêt des chaudières au mazout a [%]		
Année de fabrication	Sans clapet sur le brûleur ou de fumée	Avec clapet sur le brûleur ou de fumée
≤ 1969	3,3	3,1
1970 - 1979	2,3	2,1
1980 - 1989	1,5	1,3
> 1990 ou OPTIMAZ	1,1	0,9
Evaluation du facteur de pertes à l'arrêt des chaudières au gaz a [%]		
≤ 1969	3,8	3
1970 - 1979	2,8	2
1980 - 1989	2,2	1,4
> 1990 ou HR ou HR+	1,5	0,7

3. IDENTIFIER L'ANNEE DE FABRICATION DE LA CHAUDIERE D'APRES LA PLAQUE SIGNALÉTIQUE

Des plaques signalétiques "standard" existent depuis quelques années. Il se peut que cette plaque manque sur des chaudières à brûleur UNIT ou sur d'anciennes chaudières. D'autre part, il arrive que la plaque soit posée sous le manteau de la chaudière et qu'elle n'apparaît donc que si le manteau est enlevé.

→ noter l'année de fabrication de la chaudière.

Ci-dessous, quelques exemples de plaques signalétiques de chaudières:

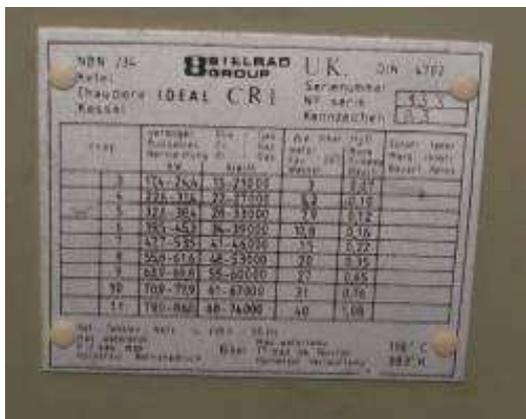


Figure 7.3: plaque signalétique chaudière fuel



Figure 7.4: exemple plaque signalétique

Exemple:

Les labels Optimaz et Optimaz Elite répondent aux exigences de la dernière norme sur le rendement (AR de 1997), et les émissions indésirées (AR de 2004).

De plus, ce label exige que le fabricant ait un service après-vente et garantisse la livraison des pièces de rechanges durant 10 ans après la fin de la production.

Comment des labels aident-ils à déterminer l'année de fabrication de la chaudière ou la catégorie d'année de fabrication ?

Tableau 7.2: relation label / année de fabrication	
Label/marque de qualité	Catégorie d'année de fabrication
BGV	1970 -1980 (si pas de plaque signalétique)
BGV-HR	>=1990 (si pas de plaque signalétique)
HR+ en HR-TOP	>=1990 (si pas de plaque signalétique)
Optimaz (3 versies)	>=1990 (si pas de plaque signalétique)

Dans l'annexe 1, sont repris des informations supplémentaires concernant des labels ou marques de qualité.

5. CHAUDIERES AU FIOUL AVEC CLAPET DE FUMEE SUR LE BRULEUR

Parmi les chaudières au fioul, on distingue les chaudières:

- avec clapet de fumée sur le brûleur
- sans clapet de fumée sur le brûleur

Seuls les clapets automatiques sont pris en considération.



Figure 7.9: brûleur avec clapet d'économie automatique



Figure 7.9: brûleur avec clapet d'économie automatique



Figure 7.11: clapet automatique dans les conduits de fumées



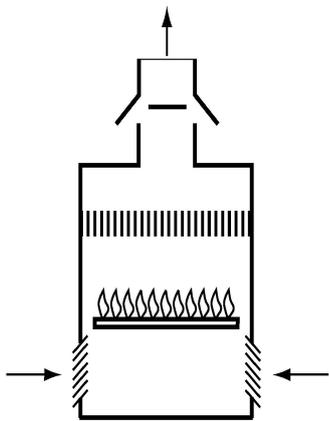
Figure 7.12: brûleur avec clapet d'économie

6. IDENTIFICATION DES TYPES DE CHAUDIERES FONCTIONNANT AU GAZ

Parmi les chaudières au gaz, on distingue les chaudières:

- atmosphériques:
 - avec coupe-tirage
 - de type B₁₁ indiqué sur la plaque signalétique
 - de construction ouverte
- fermées et/ou avec ventilateur:
 - avec brûleur à air pulsé (monté sur la chaudière)
 - avec petit ventilateur intégré pour une circulation d'air forcée
 - avec conduit d'amenée d'air étanche (venant de l'extérieur) de type C

Le label prouve que l'appareil est conforme à certaines exigences de rendement et de sécurité.



Type B₁₁



Figure 7.14: chaudière avec anti refouleur/coupe-tirage

Figure 7.13: schéma construction de chaudière atmosphérique gaz



Figure 7.15: brûleur prémix d'une chaudière atmosphérique au gaz de type B₁₁



Figure 7.16: chaudière atmosphérique de type B₁₁ avec évacuation des fumées



Figure 7.17: évacuation des fumées (chaudière HR+)



Figure 7.18: chaudière atmosphérique murale au gaz de type B₁₁



Figure 7.19: chaudière à condensation au gaz naturel avec arrivée d'air fermée



Figure 7.20: chaudière au gaz HR+ à évacuation forcée des fumées (type C)



Figure 7.21: chaudière murale au gaz (type C)



Figure 7.22: appareil fermé (type C)



Figure 7.23: chaudière au gaz avec petit ventilateur(brûleur premix)

7. EXERCICES D'ATTRIBUTION DU COEFFICIENT DE PERTES A L'ARRET [A] D'UNE CHAUDIERE

1. chaudière atmosphérique au gaz, pas de ventilateur, pas de plaque signalétique, label BGV présent ;
2. chaudière gaz, type C sur la plaque signalétique, année de fabrication 1989 ;
3. chaudière fuel, clapet automatique fumées présent, pas de plaque signalétique ;
4. chaudière fuel, incertain si clapet de fumées/brûleur présent, année de fabrication 1990.

Un tableau d'évaluation du « facteur de pertes à l'arrêt des chaudières » se trouve au dos de la règle à calculer. Voir le « Tableau 7.1 » p 28.

Réponses:

1. pour une chaudière atmosphérique sans aucune caractéristique mais avec un label BGV, on choisit dans le tableau pour chaudières gaz un appareil datant d'après 1970.

→ la valeur $a = 2,8$.

2. pour une chaudière gaz (de type C) datant de 1989, on choisit également dans le tableau des chaudières gaz, la valeur [a] pour une année de construction comprise entre 1980 et 1990.

→ la valeur $a = 1,4$.

3. pour une chaudière fuel, sans aucune caractéristique, mais équipée d'un clapet d'air économiseur automatique, on choisit dans le tableau des chaudières fuel le facteur de correction du coefficient de pertes à l'arrêt [a] pour un appareil construit avant 1970 avec clapet sur le brûleur.

→ la valeur $a = 3,1$.

4. pour une chaudière fioul datant de 1990, dont la présence d'un clapet économiseur sur le brûleur ou dans le conduit de fumée ne peut être prouvé, on choisit l'option « sans clapet ».

→ la valeur $a = 1,1$.



8. RECAPITULATIF

**Chercher l'année de fabrication de la chaudière sur la plaque signalétique.
Regarder si un label est présent.
Dans le cas de chaudières fuel : y a-t-il un clapet sur le brûleur ou dans le conduit de fumées ?
Dans le cas de chaudières gaz : est-ce une chaudière ouverte atmosphérique sans ventilateur ?**

Utiliser le tableau de la règle à calculer pour déterminer la valeur du paramètre a [%].

CHAPITRE 8: INFLUENCE DU MODE DE REGULATION SUR LA TEMPERATURE DE LA CHAUDIERE

1. INFLUENCE DE LA TEMPERATURE DE L'EAU SUR LES PERTES DE CHALEUR

Une chaudière « ancienne » n'autorise pas une diminution trop importante de la t° de l'eau pour 2 raisons essentielles:

elle doit assurer la production d'ECS

l'échangeur de chaleur est plus sensible à la corrosion à basse t°

La plupart des chaudières modernes permet une fluctuation de la t° de l'eau en fonction de la demande en chaleur (t° d'eau plus basse en automne et au printemps qu'en hiver).

Attention: il s'agit de la température de la chaudière et non de la température dans les tuyaux qui peut parfois être plus basse (par l'utilisation de vannes 3 ou 4 voies).

Il est évident qu'une chaudière à température constante (p. ex. 70°C) sera plus sujette aux pertes qu'une chaudière dont la température de l'eau est adaptée à la demande en chaleur, suivant la saison. Plus élevée est la température moyenne de l'eau, plus grandes seront les pertes.

Exemple: une vieille chaudière mal isolée qui est maintenue à une température constante de 70°C grâce à un thermostat de chaudière (aquastat), perd par an 10.000 kWh.

Par contre, si cette chaudière est réglée par un thermostat d'ambiance, la température moyenne de l'eau de la chaudière diminue jusqu'à environ 45°C et les pertes baissent jusqu'à 9.000 kWh/an, ce qui représente une diminution de 10%.

D'où proviennent ces chiffres ?

Supposons une consommation annuelle de 25.000 kWh pour une vieille chaudière de 30 kW datant de 1968. A l'arrière de la règle de calcul, nous lisons le facteur de correction du coefficient de pertes à l'arrêt « a » = 3,8 %.

Le facteur de charge de cette installation, sans production d' ECS = 11,4 %.

Le facteur de charge corrigé b_{cor} pour une chaudière, qui fonctionne à haute température = 8.6 %.

Le rendement de production : $\eta_p = 59,6\%$ (~ 60 %).

Avec ces mêmes données, pour une chaudière réglée par un thermostat d'ambiance, nous lisons: $b_{cor} = 9.1\%$.

Le rendement de production = 64 %.

Les pertes de chaleur, dans le cas de la chaudière maintenue à température constante :

25.000 kWh X 40% = 10.000 kWh.

Par contre, les pertes de la chaudière, réglée par un thermostat d'ambiance:

25.000 kWh x 36 % = 9.000 kWh

L'économie d'énergie s'élève à 4 % ou à 1.000 kWh par année.

Lire sur la règle à calculer, le facteur de charge corrigé b_{cor} qui correspond au coefficient de pertes à l'arrêt « a ».



2. MODES DE REGULATION DE LA TEMPERATURE DE L'EAU DE LA CHAUDIERE

Nous distinguons les régulations suivantes:

1. La chaudière est maintenue à température par un thermostat de chaudière. La température moyenne est de 65°C (par ex.). La chaudière est maintenue à température constante, si le brûleur est piloté en direct par le thermostat de chaudière.

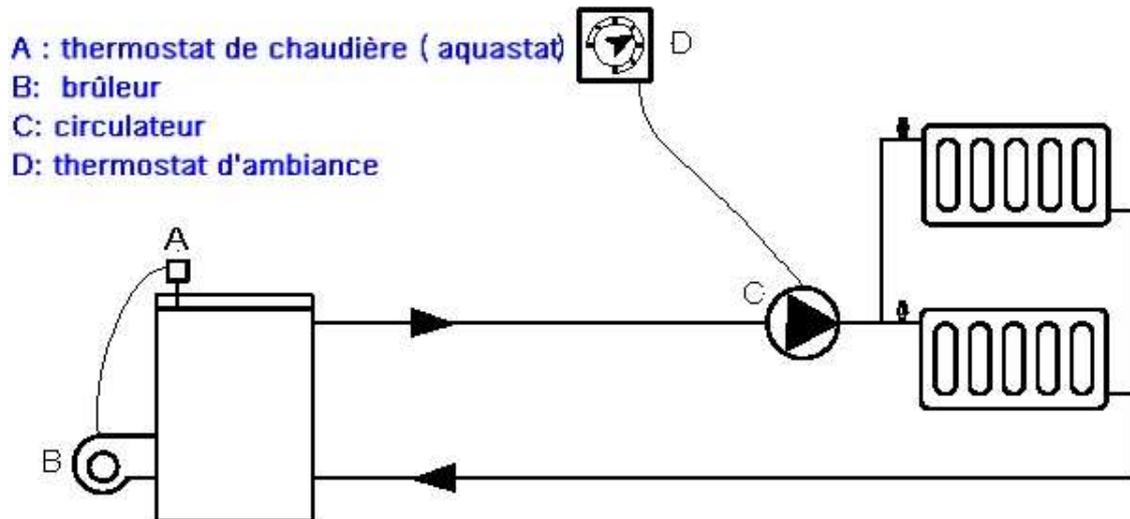


Figure 8.1: thermostat d'ambiance pilotant le circulateur

2. Le brûleur de la chaudière est réglé par le thermostat d'ambiance. La température moyenne de l'eau est de 45°C (par ex.). Le thermostat de chaudière fonctionne comme limite maximum de la température de l'eau de la chaudière.

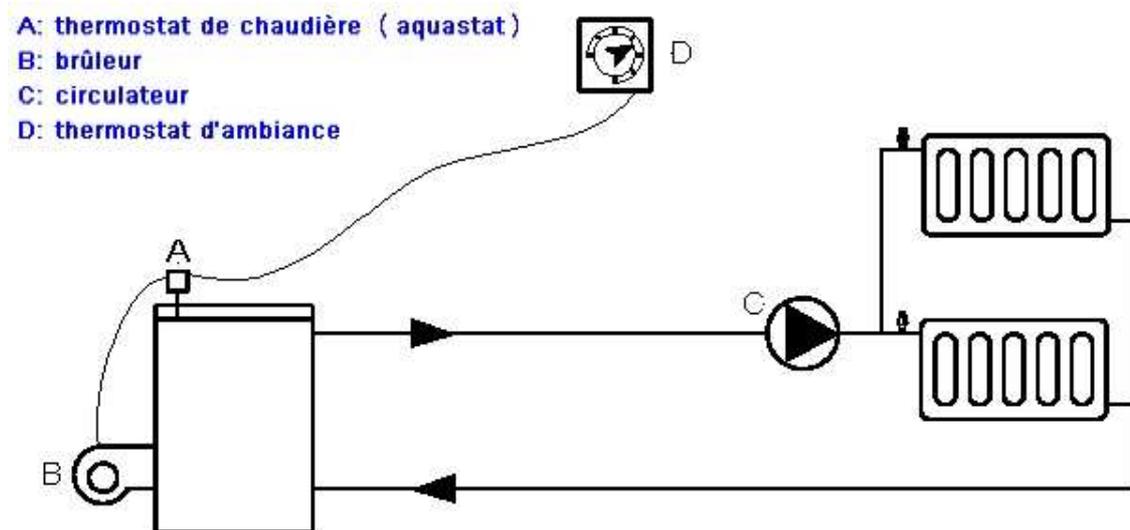


Figure 8.2: thermostat d'ambiance pilotant le brûleur

3. Le brûleur de la chaudière est réglé en direct, par la régulation avec sonde extérieure (35°C). La température de départ est comparée à la température de l'eau souhaitée, déterminée par la courbe de chauffe.

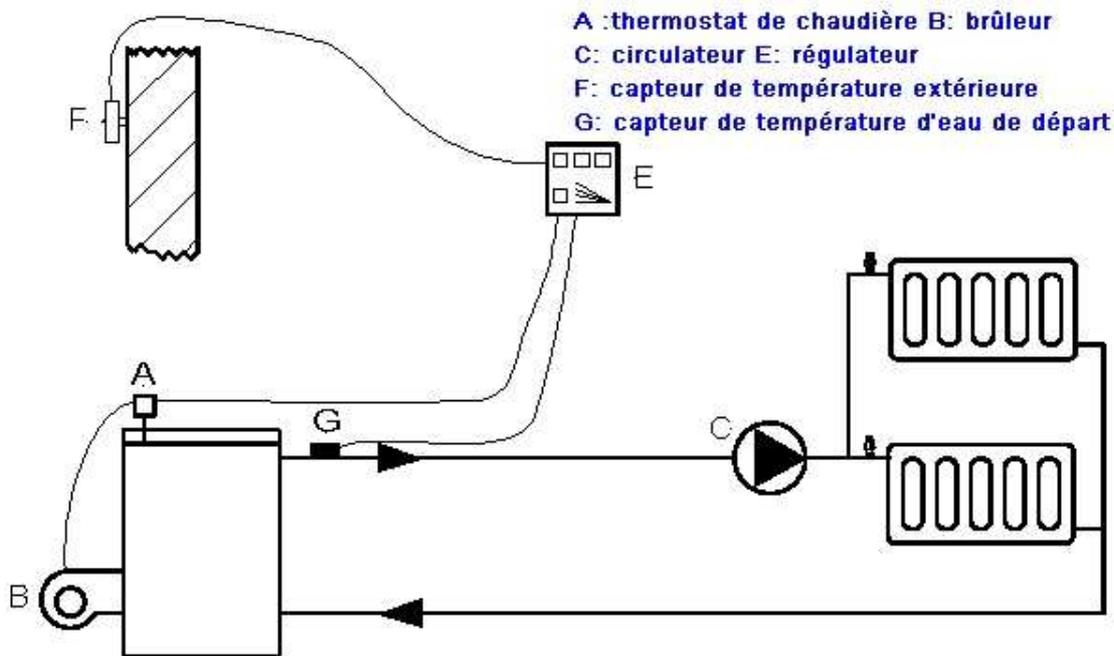


Figure 8.3: régulateur climatique pilotant le brûleur

CHAPITRE 9: INFLUENCE DU RENDEMENT DE COMBUSTION η_{RO}

1. L'INFLUENCE DU RENDEMENT DE COMBUSTION η_{RO}

De quoi dépend le rendement de combustion ?

Le rendement de combustion dépend:

- **de la température des fumées** : plus chaudes sont les fumées, plus haute est la t° et moins bon est le rendement de combustion. Un échange de chaleur diminué, par un échangeur de chaleur encrassé va mener à une température plus haute des fumées.
- **le pourcentage de CO₂ dans les fumées** : un excès d'air engendre dans les fumées, une teneur plus basse en CO₂ et plus d'air comburant à chauffer. Cette situation mène à une diminution du rendement de combustion.

Le rendement de combustion est une mesure des pertes de chaleur évacuées dans les fumées chaudes pendant le fonctionnement du brûleur.

→ plus élevées sont les pertes de chaleur par la cheminée, plus bas est le rendement de combustion.

Exemple 1: La température nette des fumées = 300 °C, la teneur en CO₂ = 10% pour du fioul, le rendement de combustion = 83.2%.

Exemple 2: La température nette des fumées = 170°C, la teneur en CO₂ = 10% pour du fioul, le rendement de combustion = 90.5%.



2. METHODE DE DETERMINATION DU RENDEMENT DE COMBUSTION η_{RO}

Trois situations sont possibles:

1. il existe un certificat d'entretien correct et non échu avec des résultats de mesure:
→ utiliser la valeur mentionnée sur le certificat d'entretien ;
2. vous avez, en tant que technicien agréé, effectué l'entretien et mesuré la qualité du rendement:
→ utiliser cette valeur ;
3. la valeur du rendement de combustion à considérer dans le rapport de diagnostic est la valeur que le chauffagiste agréé mesure in situ.

CHAPITRE 10: LA REGLE A CALCULER COMME INSTRUMENT DE CALCUL

1. PORTEE DE LA REGLE A CALCULER

La règle à calculer permet par glissement de la feuille interne d'obtenir la valeur des grandeurs suivantes:

1. facteur de charge b (grandeur intermédiaire) ;
2. facteur de charge b_{cor} (grandeur intermédiaire) ;
3. rendement moyen de production (en %), (grandeur finale) ;
4. montant de l'économie annuelle estimée (en €/an), (grandeur finale).

2. HYPOTHESES INCLUSES DANS LA REGLE A CALCULER

Facteur de pertes à l'arrêt: $a = \alpha$ [%]

Un tableau d'évaluation du « facteur de pertes à l'arrêt des chaudières » se trouve au dos de la règle à calculer. Voir également le « Tableau 7.1 » p 28.

Utilisation de la chaudière (h/an):

<input type="radio"/> avec ECS	= 8.760 h/an
<input type="radio"/> sans ECS	= 6.600 h/an

Régulation de l'installation:

<input type="radio"/> température constante ~ 65°C
<input type="radio"/> avec thermostat d'ambiance, température moyenne de l'eau : 45°C
<input type="radio"/> avec régulation par sonde extérieure, température moyenne de l'eau : 35°C



3. PRESENTATION DE LA REGLE A CALCUL

Vue du recto:

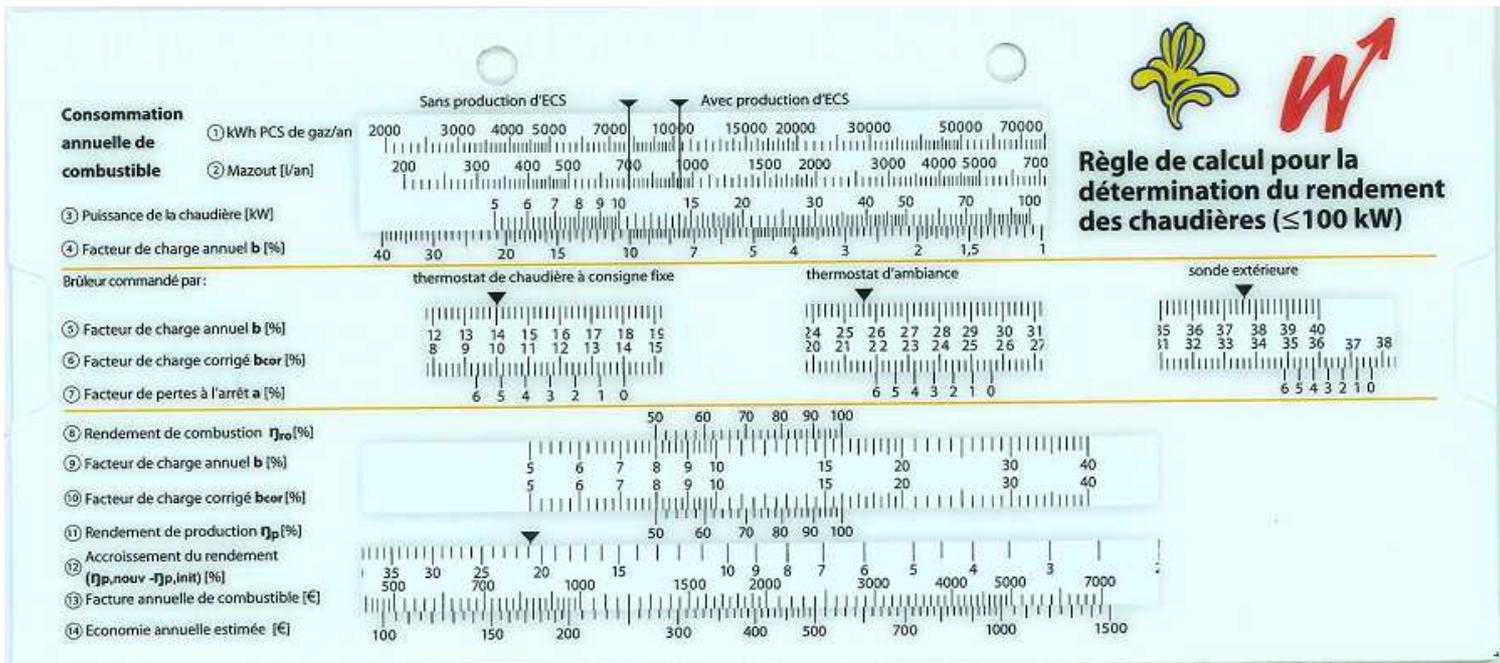


Figure 10.1: règle de calcul (recto)

Vue du verso:

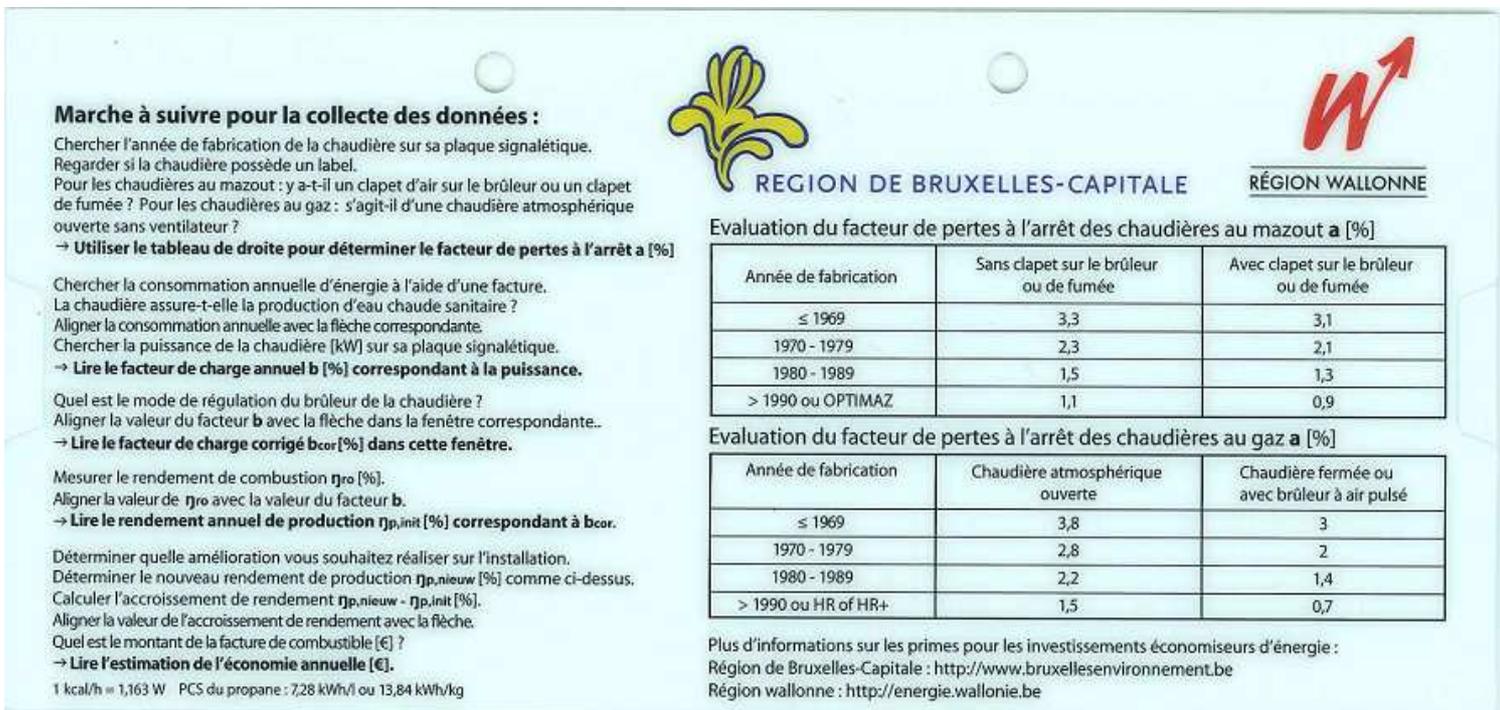


Figure 10.2: règle de calcul (verso)

4. HYPOTHESES DES RENDEMENTS DES NOUVELLES CHAUDIERES

Tableau 10.1: rendement de production des chaudières		
	η_p pour une nouvelle chaudière non à condensation au gaz	η_p pour une nouvelle chaudière non à condensation au mazout
Nouvelle chaudière non à condensation à basse température	95	95
Mode de régulation de la chaudière à condensation	η_p pour une nouvelle chaudière à condensation au gaz	η_p pour une nouvelle chaudière à condensation au mazout
Thermostat de chaudière durant le jour, thermostat d'ambiance durant la nuit ; pilotant le brûleur	97	97
Thermostat d'ambiance commandant le brûleur	99	98
Température glissante (sonde extérieure) commandant le brûleur sans chauffage par le sol	102	99
Température glissante (sonde extérieure) commandant le brûleur sans chauffage par le sol	105	100



5. UTILISATION DE LA REGLE A CALCUL

Etapes à réaliser séquentiellement:

- étape 1: consommation annuelle de combustible, en kWh ;
- étape 2: puissance de la chaudière en kW ;
- étape 3: facteur de charge « b » ;
- étape 4: facteur de coefficient de perte à l'arrêt « a » [%] ;
- étape 5: sélection du mode de régulation de la température de la chaudière ;
- étape 6: facteur de charge b_{cor} ;
- étape 7: rendement de combustion ;
- étape 8: rendement moyen de production ;
- étape 9: choix de la nouvelle chaudière de remplacement ;
- étape 10: accroissement de rendement $\eta_{p,nouveau} - \eta_{p,init}$ [%] ;
- étape 11: montant dépensé suivant la facture d'énergie annuelle [€] ;
- étape 12: montant de l'économie annuelle estimée en € .

Marche à suivre pour la collecte des données:

Chercher l'année de fabrication de la chaudière sur sa plaque signalétique.

Regarder si la chaudière possède un label.

Pour les chaudières au mazout : y a-t-il un clapet d'air sur le brûleur ou un clapet de fumée ?

Pour les chaudières au gaz: s'agit-il d'une chaudière atmosphérique ouverte sans ventilateur ?

→ utiliser le tableau de droite pour déterminer le facteur de pertes à l'arrêt « a » [%].

Chercher la consommation annuelle d'énergie à l'aide d'une facture.

La chaudière assure-t-elle la production d'eau chaude sanitaire ?

Aligner la consommation annuelle avec la flèche correspondante.

Chercher la puissance de la chaudière [kW] sur la plaque signalétique.

→ lire le facteur de charge annuel **b** [%] correspondant à la puissance.

Quel est le mode de régulation du brûleur de la chaudière ?

Aligner la valeur du facteur **b** avec la flèche dans la fenêtre correspondante.

→ lire le facteur de charge corrigé b_{cor} [%] dans cette fenêtre.

Mesurer le rendement de combustion η_{ro} [%].

Aligner la valeur de η_{ro} avec la valeur du facteur **b**.

→ lire le rendement annuel de production $\eta_{p,init}$ [%] correspondant à b_{cor} .

Déterminer quelle amélioration vous souhaitez réaliser sur l'installation.

Déterminer le nouveau rendement de production $\eta_{p,new}$ [%] comme ci-dessus.

Calculer l'accroissement de rendement $\eta_{p,new} - \eta_{p,init}$ [%].

Aligner la valeur de l'accroissement de rendement avec la flèche.

Quel est le montant de la facture de combustible [€] ?

→ lire l'estimation de l'économie annuelle [€].

1 kcal/h = 1,163 W PCS du propane: 7,28 kWh/l ou 13,84 kWh/kg

Figure 10.3: résumé de la marche à suivre



6. EXEMPLE D'UTILISATION DE LA REGLE A CALCULER

Une chaudière gaz atmosphérique de 30 kW de 1975 comprenant la préparation d'ECS dont la consommation annuelle s'élève à 40.000 kWh PCS/an, réglée par thermostat fixe (aquastat). Rendement de combustion mesuré in situ $\eta_{ro} = 82 \%$
 Facture gaz: 2.456 €/an

Etape 1: consommation annuelle de combustible ; C = 40.000 kWh

Etape 2: puissance de la chaudière ; P = 30 kW

Etape 3: facteur de charge « b » : à lire sur la ligne n°4 de la règle à calculer, selon la figure suivante:

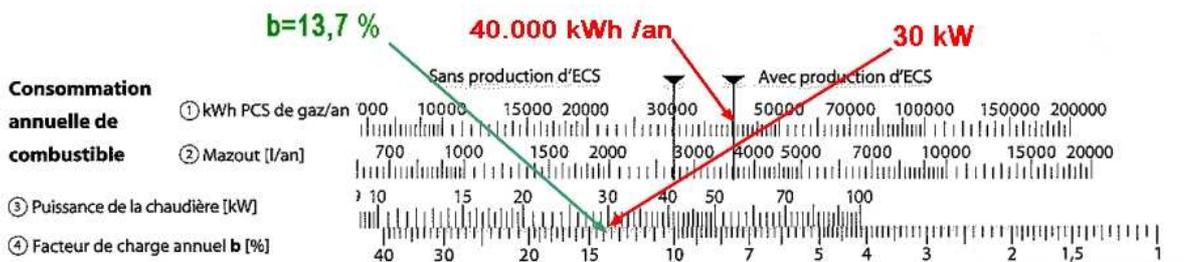


Figure 10.4: étapes 1, 2 et 3

Etape 4: facteur de coefficient de perte à l'arrêt a [%]: à lire sur le verso de la règle à calculer, selon la figure suivante
 a = 2,8 %

Evaluation du facteur de pertes à l'arrêt des chaudières au gaz a [%]

Année de fabrication	Chaudière atmosphérique ouverte	Chaudière fermée ou avec brûleur à air pulsé
≤ 1969	3,8	3
1970 - 1979	2,8	2
1980 - 1989	2,2	1,4
> 1990 ou HR of HR+	1,5	0,7

Figure 10.5: étape 4

Etape 5: sélection du mode de régulation en t° de la chaudière = thermostat de chaudière à consigne fixe.

Etape 6: facteur de charge b_{cor} , à lire sur la ligne n°6 de la règle à calculer, selon la figure suivante:

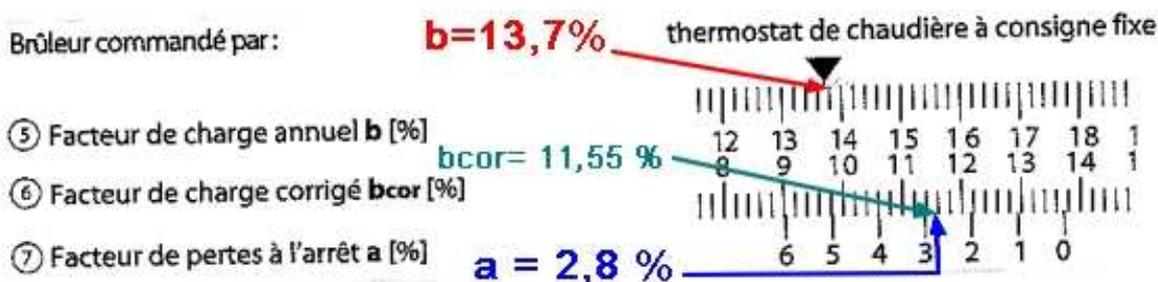


Figure 10.6: étapes 5 et 6



Etape 7 : rendement de combustion

$$\eta_{ro} = 82 \%$$

Etape 8 : rendement moyen de production.

Réaliser l'alignement η_{ro} avec b (point A), lire sur la ligne n°11 de la règle à calculer, en face de bcor (alignement avec b (point A) selon la figure suivante)

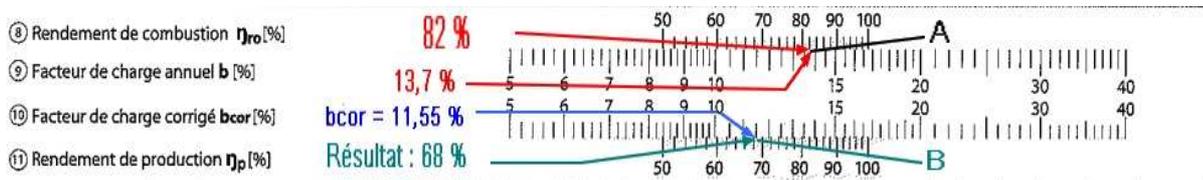


Figure 10.7: étapes 7 et 8

Etape 9: choix de la nouvelle chaudière de remplacement.

Nouvelle chaudière au gaz non à condensation à basse température → rendement = 95 %

Etape 10: accroissement de rendement $\eta_{p,nouveau} - \eta_{p,init}$ [%]

$$\eta_{p,nouveau} - \eta_{p,init} = 95 - 68 = 27 \%$$

Etape 11: montant dépensé suivant la facture d'énergie annuelle [€].

Coût = 2.456 €

Etape 12: montant de l'économie annuelle estimée en €.

660 € à lire sur la ligne n°14 de la règle à calculer, selon la figure suivante :

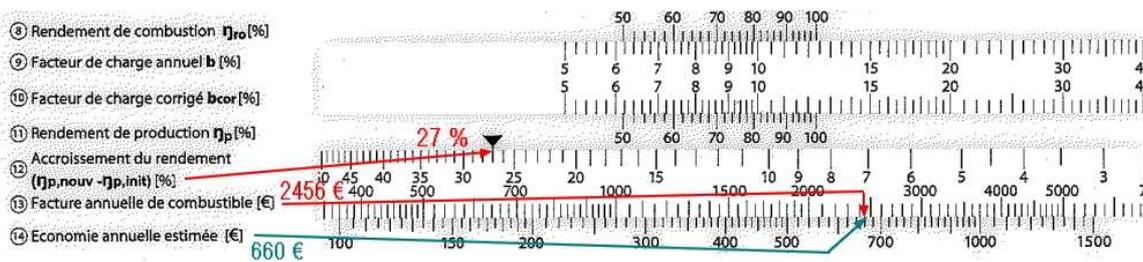


Figure 10.8: étapes 10, 11 et 12

7. EXERCICES DE DETERMINATION DU FACTEUR DE CHARGE CORRIGE b_{COR}

Exercice 1: le thermostat d'ambiance commande le brûleur mais est mis à 30°C, il y a des vannes thermostatiques, le thermostat de chaudière est réglé à 70°C. Déterminer la température moyenne de l'eau de la chaudière et déterminer le facteur de charge corrigé b_{cor} si $a = 3,8\%$ et $b = 10\%$.

Réponse 1: le facteur de charge $b_{cor} = \sim 7\%$

Exercice 2: avec une sonde extérieure et une courbe de chauffe, déterminer la température moyenne de l'eau de la chaudière et déterminer le facteur de charge corrigé b_{cor} si $a = 1,5\%$ et $b = 20\%$.

Réponse 2: le facteur de charge $b_{cor} = \sim 19.3\%$



CHAPITRE 11: PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS

1. LISTE-GUIDE DE PROPOSITIONS D'AMELIORATION

C'est la tâche du chauffagiste agréé d'utiliser ses compétences pour proposer des solutions adéquates compatibles avec le lieu, en tenant compte des moyens de l'utilisateur.

On rencontrera ci-dessous, une liste d'améliorations qui peuvent s'avérer pertinentes quand les circonstances de la seconde colonne sont rencontrées.

Tableau 11.1: proposition d'amélioration sur la chaudière		
N°	Proposition d'amélioration:	→ dans les circonstances suivantes:
1	Réglage et entretien du brûleur	dans le cas de chauffage central au mazout, si l'attestation d'entretien ne satisfait pas aux conditions réglementaires (obligatoires) dans le cas de chauffage central au gaz, si l'attestation de contrôle périodique ne satisfait pas aux conditions réglementaires (obligatoires) de l'arrêté « chauffage en RBC » voté le 10 juin 2010 et pas de remplacement du brûleur ou de la chaudière
2	Remplacement du brûleur	chauffage central au mazout ou au gaz avec brûleur ventilateur et pas de remplacement de la chaudière et brûleur > 15 ans
3	Remplacement de la chaudière	chauffage central, et soit rendement de production $\eta_{p,init}$ en dessous de 70 %, soit l'âge de la chaudière > 20 ans
4	Placement d'un clapet d'air sur l'évacuation des fumées	chaudière de chauffage central au mazout ou au gaz avec brûleur ventilateur et pas de remplacement du brûleur ou de la chaudière et pas de brûleur avec clapet d'air
5	Placement d'un thermostat d'ambiance avec horloge hebdomadaire (jour/nuit)	chaudière de chauffage central et pas de chaudière à condensation et chaudière à température d'eau constante et pas de remplacement du brûleur ou de la chaudière Attention : ceci est uniquement possible lorsque la chaudière est à l'épreuve d'un fonctionnement à basse température d'eau.
6	Régulation du brûleur par sonde extérieure	chaudière pour du chauffage central qui est actuellement régulée à température constante ou via un thermostat d'ambiance. et pas de remplacement du brûleur ou de la chaudière Attention : ceci est uniquement possible lorsque la chaudière est à l'épreuve d'un fonctionnement à basse température d'eau.



N°	Mesures:	→ dans les circonstances suivantes :
7	Réaliser des ouvertures pour l'amenée d'air et l'évacuation d'air dans le local de chauffe	Quand il n'y a pas sections d'amenées, ni d'évacuation d'air dans le local de chauffe.
8a	Place un conduit en inox dans la cheminée et coupe-tirage.	Quand il y a des traces de condensation dans les fumées (hors de la chaudière).
8b	Rehausser le débouché de la cheminée	Quand la hauteur de la cheminée dépassant du toit est < 0,5 m
8c	Placer un chapeau supérieur sur le débouché de cheminée.	Quand la hauteur de la cheminée dépassant du toit est compris entre 0,5 et 1 m.

Impact pour le calcul via la règle à calcul:

N°	Proposition d'amélioration:	→ de quelle façon, cette amélioration a-t-elle une influence sur le nouveau rendement de production $\eta_{p,nouveau}$ à calculer?
4	Placement d'un clapet d'air sur l'évacuation des fumées	diminution du facteur de pertes à l'arrêt a, voir tableau au verso de la règle à calculer
5	Placement d'un thermostat d'ambiance avec horloge hebdomadaire (jour/nuit)	diminution du facteur de charge b_{cor} , voir fenêtre au verso de la règle à calculer les valeurs pour a et b restent identiques
6	Régulation du brûleur par sonde extérieure	diminution du facteur de charge b_{cor} , voir fenêtre au verso de la règle à calculer les valeurs pour a et b restent identiques

N°	Mesures:	→ de quelle façon cette amélioration a-t-elle une influence sur le nouveau rendement de production $\eta_{p,nouveau}$ à calculer?
7	Réaliser des ouvertures d'amenée et d'évacuation d'air dans le local de chauffe.	Pas d'impact quantifiable sur la valeur de η_p . Cette amélioration est à renseigner en vue d'une meilleure sécurité pour les occupants du bâtiment où se trouve cette chaudière.
8a	Placer un conduit en inox dans la cheminée et coupe-tirage.	Pas d'impact quantifiable sur la valeur de η_p . Cette amélioration est à renseigner en vue d'une meilleure sécurité pour les occupants du bâtiment où se trouve cette chaudière.
8b	Rehausser le débouché de la cheminée	Pas d'impact quantifiable sur la valeur de η_p . Cette amélioration est à renseigner en vue d'une meilleure sécurité pour les occupants du bâtiment où se trouve cette chaudière.
8c	Placer un chapeau supérieur sur le débouché de cheminée.	Pas d'impact quantifiable sur la valeur de η_p . Cette amélioration est à renseigner en vue d'une meilleure sécurité pour les occupants du bâtiment où se trouve cette chaudière.



2. LE RENDEMENT DE PRODUCTION APRES RENOVATION ET POTENTIEL D'ECONOMIE

Définir le nouveau rendement de production en fonction des solutions choisies et calculer l'augmentation de rendement $\eta_{p,nouveau} - \eta_{p,init.} = [\%]$

3. EXERCICES DE DETERMINATION D'UN NOUVEAU RENDEMENT DE PRODUCTION

Exercice n°1 :

Le rendement de production d'une installation existante, avec radiateurs, est de 65,8%.
On propose de remplacer la chaudière par une chaudière à condensation au gaz avec régulation en fonction de la température extérieure. Déterminer l'augmentation de rendement.

Réponse 1:

Pour un appareil à condensation au gaz, nous lisons dans le tableau que le rendement $\eta_{p,nouveau} = 102\%$.
L'augmentation de rendement de production = $102 - 65,8 = 36,2\%$

Exercice n°2 :

Le rendement de production d'une installation existante est de 80,5%.
On propose de fixer l'apport d'air dans la chaufferie, de régler l'étanchéité de la cheminée et d'effectuer un entretien et réglage du brûleur/de la chaudière. Déterminer l'augmentation de rendement.

Réponse 2:

Par l'entretien de la chaudière et du brûleur, le rendement de combustion de 87,8% augmente jusqu'à 90%.
Les autres travaux n'ont pas directement une influence sur le rendement de combustion.
Le nouveau rendement de production, sans modifications des paramètres a, b et b_{cor} devient $\eta_{p,nouveau} = 84\%$.
L'augmentation de rendement de production = $84 - 80,5 = 3,5\%$.

Exercice n°3 :

Le rendement de combustion d'une installation de 21 ans est de 82% avec un rendement de production de 76%.
En remplaçant le brûleur au mazout, le nouveau rendement de combustion a augmenté jusqu'à 90%,
par conséquent le nouveau rendement de production $\eta_{p,nouveau} = 85\%$.

Réponse 3:

L'augmentation de rendement de production = $85 - 76 = 9\%$.

Exercice n°4 :

Une installation existante, qui fonctionne à température constante (70°C), est adaptée et munie d'un thermostat d'ambiance avec horloge hebdomadaire. Le rendement de production initial est = 73%.
Après placement du thermostat d'ambiance à horloge, le nouveau rendement de production = 77%.

Réponse 4:

L'augmentation de rendement de production = $77 - 73 = 4\%$.



4. METHODE DE DETERMINATION DE L'ECONOMIE FINANCIERE ESTIMEE

4.1 Méthode

L'économie annuelle estimée est dépendante:

- de l'augmentation de rendement ;
- de la consommation d'énergie ;
- et du prix actuel du combustible.

L'économie annuelle estimée en EUR est = la différence en rendement X la consommation d'énergie en EUR.

Lire sur la règle à calculer (ligne 14) l'économie annuelle estimée en EUR [€].

4.2 Considérations sur les prix des combustibles

Pour cela, le chauffagiste agréé, doit d'abord déterminer le montant des dépenses en se basant sur le prix courant des combustibles.

Comme les prix fluctuent fortement, il est recommandé de déterminer l'économie estimée en utilisant les derniers prix officiels.

Le 6 janvier 2008, le prix du mazout était de 0,7143 EUR/litre.

Le prix moyen du gaz naturel était de 0,05684 EUR/kWh.

Le prix moyen du gaz propane, à l'achat en vrac, était de 0,659 EUR/litre ou de 0,09052 EUR/kWh.

Le chauffagiste agréé déterminera lui-même la facture énergétique annuelle en multipliant la consommation annuelle d'énergie par le prix en vigueur du combustible. A cet effet, il peut consulter les organismes suivants :

Brugel: www.brugel.be

le gestionnaire du réseau de la RBC: www.sibelga.be

le gouvernement fédéral: www.mineco.fgov.be

Bruxelles-Environnement: www.ibgebim.be

4.3 Exemple

Lors du remplacement d'une ancienne chaudière par un modèle à gaz à condensation, l'économie calculée à l'aide de la règle à calculer a été estimée à 32,2 %.

Avant le remplacement de l'appareil, la consommation d'énergie de cette installation était de 26.534 kWh par an.

La facture énergétique annuelle s'élevait donc à $26.534 \times 0,04633 \text{ EUR/kWh} = 1.229,32 \text{ EUR}$.

On détermine l'économie annuelle estimée en faisant glisser le curseur jusqu'à ce que la valeur de la hausse du rendement coïncide avec la flèche index et ensuite, on lit en regard la valeur de la consommation annuelle d'énergie.

Dans cet exemple, l'économie annuelle estimée est égale à 395 EUR.



5. EXERCICES DE DETERMINATION DE L'ECONOMIE ANNUELLE ESTIMEE EN EUR [€]

1^{er} exercice:

Quelle est l'économie annuelle estimée procurée par l'entretien de l'installation ?

2^e exercice:

Quelle est l'économie annuelle estimée si l'on remplace le brûleur au mazout ?

Réponses:

1^{er} exercice: sur la base des opérations effectuées avec la règle à calculer et de la consommation d'énergie qui, dans ce cas-ci, est de 3 500 litres de mazout, la facture énergétique annuelle s'élève à $3.500 \times 0,7143$ EUR/litre de mazout, soit 2.500,00 EUR.

L'économie d'énergie estimée est de 2,5 %.

Placer la valeur de la hausse du rendement (2,5 %) sous la flèche de référence et lire ensuite l'économie d'énergie estimée qui figure en regard de la valeur de 2 500 EUR. Comme la valeur indiquée sort de l'échelle, le chauffagiste agréé effectuera lui-même le calcul, à savoir : $2.500,00 \text{ EUR} \times 2,5 \%$ ou $2.500,00 \times 0,025 = 62,50$ EUR.

Il est important de savoir que l'entretien d'une installation au mazout peut rapporter une baisse de la consommation annuelle équivalant à environ 60 EUR.

2^e exercice: le remplacement du brûleur a augmenté le rendement de 9 %.

La consommation annuelle de cette installation est de 2.414 litres, soit une facture énergétique de 2.414 litres $\times 0,7143$ EUR/litre = 1.724,32 EUR.

Placez la valeur de la hausse du rendement (9 %) sous la flèche de référence et lisez ensuite l'économie d'énergie estimée qui figure en regard de la valeur de 1.724 EUR. Elle est égale à 155 EUR par an.



CHAPITRE 12: DONNEES POUR LA CERTIFICATION EN RBC

Ce chapitre ne concerne que tout diagnostic réalisé sur le territoire de la région de Bruxelles-Capitale (RBC).

1. OBJECTIF POURSUIVI

Il est demandé au chauffagiste agréé de relever in situ une série de données techniques caractérisant les installations thermiques, au bénéfice d'un certificateur.

Ces données n'interviennent *en aucune manière* sur la performance énergétique évaluée dans la présente méthode de diagnostic.

2. DONNEES POUR LA CERTIFICATION

- a) pouvez-vous constater la présence d'un régulateur qui définit la température d'eau de la chaudière en fonction d'une sonde extérieure ? Oui/Non
- b) pouvez-vous constater la présence dans le système de chauffage d'une vanne 3 voies ou d'une sonde extérieure ? Oui/Non
- c) pouvez-vous constater la présence d'une pompe à chaleur ? Oui/Non
Si « Oui »,
 - Quel en est le vecteur énergétique? Gaz / Electrique
 - Quel en est le type? Eau souterraine-Eau / Sol-Eau / Air extérieur-Eau / Air extérieur-Air / Autre ?
 - Est-elle également utilisée pour la production d'ECS? Oui/Non
- d) les tuyauteries de chauffage présentes dans le local de chauffe sont-elles toutes isolées ? Oui/Non
Si « Non »,
 - Y a-t-il plus de 50 mètres courants de conduites non isolées ? Oui/Non
- e) pouvez-vous constater en chaufferie la présence d'une cuve de stockage de l'eau de chauffage non reliée à une pompe à chaleur ? Oui/Non
- f) pouvez-vous constater en chaufferie la présence d'une cuve de stockage d'ECS ? Oui/Non
Si « Oui »,
 - Est-elle thermiquement bien isolée ? Oui/Non
 - Quel est le volume de la (somme des) cuve(s) : <100 l / de 100 l à 200 l / >200 l
- g) pouvez-vous constater la présence d'une boucle de circulation d'ECS ? Oui/Non
Si « Oui »,
 - Est-elle isolée thermiquement sur toute sa longueur visible ? Oui/Non



CHAPITRE 13: RAPPORT DE DIAGNOSTIC ET TACHES DU CHAUFFAGISTE AGREE

1. LES TACHES DU CHAUFFAGISTE AGREE

Donner d'autres informations sur l'impact financier des mesures.

Guidance pour le particulier situé en RBC:

- orienter vers le site de l'IBGE ;
- orienter vers le site du centre urbain.

L'avis est donné sous la forme d'un document compréhensible.

Il est important de le parcourir en personne avec l'utilisateur et d'y ajouter d'éventuelles remarques. On peut également y aborder les mesures relatives au comportement de l'utilisateur ou à d'autres parties de l'installation, notamment:

- le réglage des heures de confort et des heures creuses ;
- le réglage des températures et des courbes de chauffe par circuit de chauffage ;
- la programmation de la production d'eau chaude sanitaire ;
- le contrôle de la soupape de sûreté de l'ECC-boiler ;
- la pression dans l'installation ;
- la propreté du local de chauffe ;
- la nécessité ou non d'aérer le local de chauffe ;
- les produits présents autour de la chaudière ;
- l'état général de l'installation ;
- ...

Une installation ne se limite pas en effet qu'à sa chaudière. Pour en savoir davantage à ce sujet, reportez-vous à l'Annexe 1 sur le rendement d'une installation de chauffage.

2. REDACTION DU RAPPORT DE DIAGNOSTIC

Le chauffagiste agréé rédige le rapport de diagnostic sur le modèle mis à disposition par la région.

Ce document écrit comprend plusieurs parties:

- les données administratives ;
- une caractérisation de l'installation existante basée sur les observations in situ ;
- les résultats des calculs selon la règle à calculer ;
- des propositions d'améliorations principales et complémentaires ;
- les économies d'énergie découlant des propositions d'améliorations principales ;
- considération sur les économies financières ;
- les données techniques ayant servi aux calculs ;
- les questions et réponses au bénéfice d'un certificateur.



Adresse du système de chauffage diagnostiqué.

Rue/avenue : numéro boîte

Code postal Commune

Coordonnées de l'occupant

Nom et prénom tel.

Coordonnées du RIT du système de chauffage.
Toujours compléter ces coordonnées !

Nom et prénom

rue numéro boîte

Code postal Commune tel.

Caractéristiques de la chaudière

Année de construction type N° de série Type de brûleur

Consommations d'énergie annuelle

	gaz		kWh/an	ou		m³/an
	mazout		l/an			
	propane		l/an	ou		kg/an

Rendement de production de chaleur du système de chauffage de type 1 %



Recommandations pour le RIT. Cocher dans le carré pour proposer une amélioration énergétique.

Recommandations pertinentes.	Économie financière estimée, en €/an	Coût d'investissement estimé en € hors TVA
<input type="checkbox"/> Remplacer la chaudière existante		
<input type="checkbox"/> Réaliser un réglage et entretien de la chaudière et du brûleur		
<input type="checkbox"/> Remplacer le brûleur		
<input type="checkbox"/> Placer un clapet d'air sur brûleur/fumée		
<input type="checkbox"/> Placer une régulation par thermostat d'ambiance		
<input type="checkbox"/> Placer une régulation par thermostat d'ambiance		

Remarque(s)

Informations complémentaires remises au RIT /occupant? oui non

Figure 13.1: rapport de diagnostic de type 1 / 1ère partie



Autres recommandations pour le système de chauffage.	
Mesure(s) d'amélioration	Potentiel d'économie d'énergie
<input type="checkbox"/> Abaissement manuel de la température de la chaudière (aquastat) selon les saisons.	
<input type="checkbox"/> Correction de la courbe de chauffe active dans un régulateur climatique $t_{eau} = fct(t^{o} ext.)$	
<input type="checkbox"/> Placer du calorifugeage sur les conduites (d'eau et d'air) non isolées dans les espaces non chauffés.	Rappeler que c'est une obligation en RBC, qui sera vérifiée et sanctionnée lors d'une réception !
<input type="checkbox"/> Remplacer toute pompe de circulation fonctionnant de manière continue par un dispositif à fonctionnement intermittent ou à vitesse variable.	Economie sur la consommation d'électricité. Pour plus d'information, on consultera utilement le site www.topten.be
<input type="checkbox"/> Pour toute pompe de circulation, passer du sélecteur de vitesse III à une vitesse moindre, ou dans une chaudière murale s'assurer que la régulation permet « l'autosélection de vitesse » (le cas échéant) .	Economie sur la consommation d'électricité. Pour plus d'information, on consultera utilement le site www.topten.be
<input type="checkbox"/> Place une vanne 3 voies mélangeuse si la chaudière en est dépourvue et maintenue à température constante.	
<input type="checkbox"/> En présence de radiateurs adossés à un vitrage, remplacer celui-ci par une allège opaque thermiquement isolée.	3 à 9 % de la consommation d'énergie du chauffage du local concerné.
<input type="checkbox"/> En présence de radiateurs adossés à un mur non isolé ou un vitrage, placer une feuille réfléchissante	0,5 à 2 % d'économie, dépendant de la surface des radiateurs concernés.
<input type="checkbox"/> Instaurer un ralenti d'absence et nocturne : diminuer les consignes de température.	1°C = 5.....8 % de la consommation actuelle, selon l'inertie thermique et les durées des périodes de ralenti
<input type="checkbox"/> Remplacer les robinets manuels des radiateurs par des robinets thermostatiques, compte tenu de la présence éventuelle d'un thermostat d'ambiance	Économie de 3 à 4 %
Améliorations optionnelles de sécurité.	
<input type="checkbox"/> Réaliser des ouvertures d'amenée et d'évacuation d'air dans le local de chauffe.	<input type="checkbox"/> Réaliser des ouvertures d'amenée et d'évacuation d'air dans le local de chauffe.
<input type="checkbox"/> Rehausser le débouché de la cheminée	<input type="checkbox"/> Placer un chapeau sur le débouché de cheminée.
Date du diagnostic	signature
Nom et prénom du chauffagiste agréé	
N° d'agrément	

Figure 13.2: rapport de diagnostic de type 1 / 2ème partie



Paramètres	n°ligne sur la règle à calculer	Données	Remarques
Combustible			
Marque et type de chaudière			
Puissance en kW	3		1 kcal/h = 1,163 W
Consommation d'énergie : pour la période :	1-2	gaz m³/an kWh /an mazout l/an propane l/an kg/an	PCS du propane: = 7,28 kWh/l ou 13,84 kWh/kg pour le gaz naturel :lire la valeur sur la facture du RIT
Année de construction de la chaudière			
Label (le cas échéant)			
Régulation de la chaudière			
Préparation d'ECS :	1-2		
Nombre d'occupants (si logements)			
Énergie ECS à retrancher en kWh			si < 3pers → 2.500 kWh si 3 ou 4 p → 4.200 kWh si > 4pers → 5.500kWh
Rendement de combustion η_{ro}	8		
facteur a [%]	7 + verso		
facteur b [%]	5		
facteur bcor [%]	6		
Rendement de production η_p	10		
$\eta_{p,init}$	11		
nouveau facteur a [%]	7		Faire le choix d'une nouvelle chaudière :
nouveau b_{cor} [%]	6		
nouveau η_{ro}	8		
$\eta_{p,nouv}$	10		
Accroissement du rendement	12		
Facture d'énergie en €/an	13		
Gain estimé en €/an	14		

Figure 13.3: rapport de diagnostic de type 1 / formulaire données de base

2.1 Messages à l'attention des RIT

Tableau 13.1 : rappel des obligations d'entretien en région bruxelloise		
Actions obligatoires	Chaudière au mazout.	Chaudière au gaz
ramonage de la cheminée	chaque année	Tous les 3 ans
entretien de la chaudière avec attestation de contrôle périodique	chaque année	Tous les 3 ans.
réglage du brûleur avec attestation de contrôle périodique	chaque année	Tous les 3 ans.

2.2 Qu'est-ce qu'un diagnostic ?

En général, les anciens appareils de chauffage (antérieurs à 1988) ont un mauvais rendement. Il est souvent intéressant de remplacer un vieil appareil par une chaudière à condensation moderne dont le rendement est bien plus élevé. Lors du diagnostic d'une chaudière, on vérifie s'il est financièrement recommandé de la remplacer.

La réglementation exige qu'au plus tôt un an avant et au plus tard un an après que la chaudière la plus âgée a atteint l'âge de 15 ans, le RIT fait réaliser le diagnostic du système de chauffage.

2.3 Les primes en région bruxelloise concernant le chauffage

1. Avantages fiscaux: Lors du placement d'une chaudière à condensation au gaz, une réduction d'impôt de 40 % sur l'investissement peut être obtenu, l'avantage fiscal étant plafonné à 2.770 euros. Une réduction d'impôts de 40% sur la facture triannuelle d'entretien de l'installation de chauffage est également déductible. Diverses primes favorisant l'amélioration des systèmes de chauffage sont également octroyées. Des renseignements peuvent être obtenus auprès de l'IBGE et des administrations communales.
2. Autres primes en RBC visant l'économie d'énergie: Des renseignements concernant les primes sont disponibles sur le site de Bruxelles Environnement à l'adresse : <http://www.bruxellesenvironnement.be>

2.4 Adresse internet utile :

<http://economie.fgov.be>



CHAPITRE 14: SERIE D'EXEMPLES COMPLETS DE DIAGNOSTIC

A titre d'exercice, sont donnés dans ce chapitre une série d'exemples de diagnostic basés sur des cas réels.

1. EXERCICE 1

Chaudière atmosphérique au gaz de type IS3D 4.2, datant de 1979, sans label. Consommation: 3.573 m³/an. Brûleur piloté par une régulation climatique. Puissance: 22.09 kW. Production d'ECS par boiler couplé à la chaudière. Rendement de combustion mesuré: 84%.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une nouvelle chaudière à condensation et régulation par sonde extérieure.

Tableau des données:

Combustible utilisé	Gaz naturel
Marque et type de chaudière	IS 3 D 4.2 Atmosphérique
Puissance [kW]	22,09
Consommation annuelle [m ³] ou [litre]	3.573
Année de construction de la chaudière	1979
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Sonde extérieure op de brûleur
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	chaudière
Nombre d'occupants du logement	4
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	84

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	2,8
Facteur de charge b [%]	17,2
Facteur de charge corrigé b_{cor} [%]	15,9
Rendement de combustion η_{ro} [%]	84
Rendement de production $\eta_{p, init}$ [%]	78
Rendement de production $\eta_{p, nouveau}$ [%]	105
Accroissement de rendement [%] ($\eta_{p, nouveau} - \eta_{p, init}$)	105 - 78 = 27
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	37.000 x 0,05684 = 2.103,08
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	563

2. EXERCICE 2

Chaudière au mazout maintenue à t° constante, datant de 1974. Puissance : 50.000 kcal/h. Production d'ECS par boiler placé au-dessus de la chaudière. Pas de clapet économiseur sur le brûleur. Consommation : 5.059 l/an. Pas de clapet économiseur. Pas de label. Rendement de combustion : 87.5%.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une nouvelle chaudière à condensation et régulation par sonde extérieure.

Tableau des données:

Combustible utilisé	mazout
Marque et type de chaudière	Pas de clapet de brûleur
Puissance [kW]	50.000 x 1,163 = 58.150 of 58,15
Consommation annuelle [m ³] ou [litre]	5.059
Année de construction de la chaudière	1974
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Thermostat de chaudière fixe
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	chaudière
Nombre d'occupants du logement	3
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	87,5



Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	2,3
Facteur de charge b [%]	10
Facteur de charge corrigé b_{cor} [%]	8,2
Rendement de combustion η_{ro} [%]	87,5
Rendement de production $\eta_{p, init}$ [%]	71,5
Rendement de production $\eta_{p, nouveau}$ [%]	99
Accroissement de rendement [%] ($\eta_{p, nouveau} - \eta_{p, init}$)	99 - 71,5 = 27,5
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	5.059 x 0,7143 = 3.613,64
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	563

3. EXERCICE 3

Chaudière à gaz atmosphérique avec production d'ECS. Puissance: 42 kW. Brûleur piloté par une régulation climatique. Année de construction: 1996. Consommation: 9.771 m³/an. Label HR +. Rendement de combustion: 92%. Nombre d'utilisateurs: 4.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une nouvelle chaudière à condensation et régulation par sonde extérieure.

Tableau des données:

Combustible utilisé	Gaz naturel
Marque et type de chaudière	Atmosphérique
Puissance [kW]	42
Consommation annuelle [m ³] ou [litre]	9.771
Année de construction de la chaudière	1996
Type label (éventuel) de la chaudière	HR+
Régulation de la chaudière	Sonde extérieure sur le brûleur
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	chaudière
Nombre d'occupants du logement	4
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	92

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	1,5
Facteur de charge b [%]	24,5
Facteur de charge corrigé b_{cor} [%]	23,5
Rendement de combustion η_{ro} [%]	92
Rendement de production $\eta_{p, init}$ [%]	88
Rendement de production $\eta_{p, nouveau}$ [%]	102
Accroissement de rendement [%] ($\eta_{p, nouveau} - \eta_{p, init}$)	102 - 88 = 14
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	100.000 x 0,05684 = 5.684
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	795

4. EXERCICE 4

Chaudière à mazout: 36 kW avec un boiler ECS. Année de construction: 1977. Consommation: 2.906 l/an. Brûleur avec clapet économiseur. Rendement de combustion mesuré: 89%. Régulation avec programmeur à horloge. Circulateur défectueux.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'un nouveau brûleur et régulation par sonde extérieure.



Tableau des données:

Combustible utilisé	mazout
Marque et type de chaudière	Avec clapet de brûleur
Puissance [kW]	36
Consommation annuelle [litre]	2.906
Année de construction de la chaudière	1977
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Thermostat de chaudière fixe
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	chaudière
Nombre d'occupants du logement	3
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	89

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	2,1
Facteur de charge b [%]	9,2
Facteur de charge corrigé b_{cor} [%]	7,9
Rendement de combustion η_{ro} [%]	89
Rendement de production $\eta_{p, init}$ [%]	76
Rendement de production $\eta_{p, nouveau}$ [%]	8,8
Accroissement de rendement [%] ($\eta_{p, nouveau} - \eta_{p, init}$)	92
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	$89 - 76 = 13, 2906 \times 0,7143 = 2.075,75$
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	270

5. EXERCICE 5

Chaudière à mazout. Année de construction: 1966. Puissance: 28.000 kcal/h. Pas de production d'ECS. Brûleur datant de 1990 sans clapet économiseur. Rendement de combustion: 85.5%. Thermostat d'ambiance. Consommation: 3.500 l/an.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une nouvelle chaudière à basse t°

Tableau des données:

Combustible utilisé	mazout
Marque et type de chaudière	Avec clapet de brûleur
Puissance [kW]	$28.000 \times 1,163 = 32.564$ of 32,6
Consommation annuelle [litre]	3.500
Année de construction de la chaudière	1966
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Thermostat d'ambiance
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	Pas d'ECS
Nombre d'occupants du logement	3
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	85,5

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	3,3
Facteur de charge b [%]	16,2
Facteur de charge corrigé b_{cor} [%]	14,2
Rendement de combustion η_{ro} [%]	85,5
Rendement de production $\eta_{p, init}$ [%]	75
Rendement de production $\eta_{p, nouveau}$ [%]	9,4
Accroissement de rendement [%] ($\eta_{p, nouveau} - \eta_{p, init}$)	$95-75=20$
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	$3.500 \times 0,7143 = 2.500,05$
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	500



6. EXERCICE 6

Chaudière atmosphérique au gaz maintenue en t°. Année de construction: 1983. Puissance: 44,5 kW. Consommation: 3.695 m³/an. Nombre d'utilisateurs: 3. Pas de label. Production d'ECS par boiler. Rendement de combustion: 86.3%.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une nouvelle chaudière à condensation et régulation par sonde extérieure.

Tableau des données:

Combustible utilisé	Gaz naturel
Marque et type de chaudière	Atmosphérique
Puissance [kW]	44,5
Consommation annuelle [m ³]	3.695
Consommation annuelle [kWh]	38.400
Année de construction de la chaudière	1983
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Thermostat de chaudière fixe
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	indépendant
Nombre d'occupants du logement	3
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	86,3

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	2,2
Facteur de charge b [%]	38.400
Facteur de charge corrigé bcor [%]	10,2
Rendement de combustion η_{ro} [%]	8,6
Rendement de production η_p , init [%]	86,3
Rendement de production η_p , nouveau [%]	72
Accroissement de rendement [%] (η_p , nouveau - η_p , init)	95-75=20
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	3.500 x 0,7143 = 2.500,05
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	500

7. EXERCICE 7

Chaudière atmosphérique au gaz maintenue en t°. Puissance: 37 kW. Année de construction: 1975. Consommation: 4.550 m³/an (propane). Nombre d'utilisateurs: 2. Pas de label. Production d'ECS séparée par boiler. Rendement de combustion: 85%.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une nouvelle chaudière à condensation et régulation par sonde extérieure.

Tableau des données:

Combustible utilisé	Propane
Marque et type de chaudière	Atmosphérique
Puissance [kW]	37
Consommation annuelle [m ³]	4.550
Consommation annuelle [kWh]	33.124 - 2.500 = 30.624
Année de construction de la chaudière	1975
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Thermostat de chaudière fixe
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	indépendant
Nombre d'occupants du logement	2
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	85



Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	2,8
Facteur de charge b [%]	30.624
Facteur de charge corrigé bcor [%]	13,4
Rendement de combustion η_{ro} [%]	11,7
Rendement de production η_p , init [%]	85
Rendement de production η_p , nouveau [%]	75
Accroissement de rendement [%] (η_p , nouveau - η_p , init)	102
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	$30.624 \times 0,09052 = 2.772$
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	750

8. EXERCICE 8

Chaudière à mazout. Puissance : 27 kW + boiler d'ECS. Année de construction: 1976.
Consommation: 2.650 l/an. Brûleur sans clapet économiseur. Rendement de combustion mesuré: 86%.
Régulation: thermostat d'ambiance sur la pompe.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'un clapet sur évacuation des fumées.

Tableau des données:

Combustible utilisé	mazout
Marque et type de chaudière	Buderus / brûleur Ecofla sans clapet de brûleur
Puissance [kW]	27
Consommation annuelle [litre]	2.650
Année de construction de la chaudière	1976
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	Thermostat d'ambiance sur circulateur
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	Via chaudière
Nombre d'occupants du logement	3
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	86

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	2,1
Facteur de charge b [%]	11,2
Facteur de charge corrigé bcor [%]	9,6
Rendement de combustion η_{ro} [%]	86
Rendement de production η_p , init [%]	72
Rendement de production η_p , nouveau [%]	73,7
Accroissement de rendement [%] (η_p , nouveau - η_p , init)	$73,7 - 72 = 1,7$
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	$2.650 \times 0,7143 = 1.892$
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	Pas significatif

9. EXERCICE 9

Chaudière au mazout maintenue à t° fixe. . Puissance: 52.3 kW. Année de construction: 1990.
Consommation: 8.537 l/an. Brûleur avec clapet économiseur. Rendement de combustion mesuré: 88%.

Recommandations du chauffagiste agréé: placement d'une chaudière régulée en fonction de la température d'air extérieure.



Tableau des données:

Combustible utilisé	mazout
Marque et type de chaudière	Elco / brûleur Elco avec clapet de brûleur
Puissance [kW]	52,3
Consommation annuelle [litre]	8.537
Année de construction de la chaudière	1990
Type label (éventuel) de la chaudière	aucun
Régulation de la chaudière	vannesThermostatiques
Préparation de l'ECS: indépendant, ou via cette chaudière	Pas ECS
Nombre d'occupants du logement	3
Rendement de combustion: η_{ro} [%]	88

Résultats des calculs:

Facteur de pertes à l'arrêt a [%]	0,9
Facteur de charge b [%]	24,5
Facteur de charge corrigé bcor [%]	23,8
Rendement de combustion η_{ro} [%]	88
Rendement de production η_p , init [%]	85
Rendement de production η_p , nouveau [%]	87
Accroissement de rendement [%] (η_p , nouveau - η_p , init)	$87 - 85 = 2$
Facture annuelle combustible en EUR [€] (consommation [kWh] x prix du combustible [€/kWh])	$8.537 \times 0,7143 = 6.098$
Estimation de l'économie financière en EUR [€]	Pas significatif



ANNEXE 1: LES LABELS DE CHAUDIERES

Depuis quand trouve-t-on des labels de qualité sur les chaudières ?

S'il y en a un, il nous donne des informations sur la période de production au cas où la plaque signalétique serait illisible ou absente.

Le premier label a été apposé sur les appareils à gaz. Il s'agit de celui de la BGV / AGB. Il apportait la preuve que l'appareil satisfaisait aux exigences de l'Association Royale des Gaziers de Belgique.

1. Label BGV/AGB : 1970

Les exigences portaient sur le rendement qui devait être de 80 % minimum.

Comme ces exigences sont assez limitées, ce label n'est pas considéré comme soumis à de véritables exigences énergétiques. Il n'intervient donc pas dans la détermination du facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt, mais il peut éventuellement servir à déterminer l'année de construction : on prend 1970 comme année de construction s'il n'y a pas de plaque signalétique, mais que ce label est bien présent.



2. Label HR (haut rendement) : 1983

Le label en vigueur depuis 1983 pose les mêmes exigences que l'AR du 11 mars 1988.

Le rendement thermique minimal d'une chaudière de puissance inférieure à 30 kW était fixé à 86 %. On trouvera des informations complémentaires sur (www.staatsblad.be).

Les appareils HR satisfont au contrôle selon la méthode I2.

Ce type de label atteste que les appareils peuvent fonctionner avec les deux types de gaz sans nécessité d'adaptation.

Si ce label est présent, on peut considérer que le facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt est approximativement égal à celui d'une chaudière dont la construction remonte au plus tard à 1990.



3. Label HR+ : 1996

Suite à l'adaptation de l'AR de 1988, on a également adapté le label aux exigences actualisées. Le rendement thermique a été augmenté de 1,5 % pour une puissance égale à 30 kW. La présence de ce label signifie dès lors que l'on prend le facteur de correction du coefficient de perte à l'arrêt applicable à une chaudière dont l'année de construction remonte à 1990 au plus tard.



4. Label HR-TOP : 1998

Dédié spécifiquement aux appareils à condensation, le label HR-TOP fait clairement la distinction entre les modèles HR+ et les modèles HR-TOP. Il existe ainsi une liste des appareils à condensation dont les exigences de rendement sont beaucoup plus sévères que dans le cas des versions HR+. Le rendement thermique minimal à pleine charge selon les normes EN est de 92,5 % et celui à charge partielle, à une température de retour de 30 °C, est de 98,3 % au minimum.



5. Marque CE : 1997

Ce marquage obligatoire a fait son apparition après la publication de l'AR de 1997 sur les appareils de chauffage. La marque CE est la preuve que l'appareil est conforme aux exigences européennes. Question rendement, il peut être mis plus ou moins sur le même pied que les labels HR+ ou OPTIMAZ.



6. Label Optimaz : 1995

Le label Optimaz donne à l'utilisateur la preuve que l'appareil satisfait aux exigences de rendement de l'AR de 1988 et range donc la chaudière dans la catégorie d'année de construction qui débute en 1990.



7. Label Optimaz à partir de 2005

Le nouveau label Optimaz apporte à l'utilisateur la preuve que l'appareil remplit les dernières exigences concernant les émissions de gaz polluants et les exigences de rendement selon l'AR de 1997. Question rendement, par souci de simplification, aucune distinction n'est faite entre la version OPTIMAZ d'avant 2005 et celle d'après 2005.

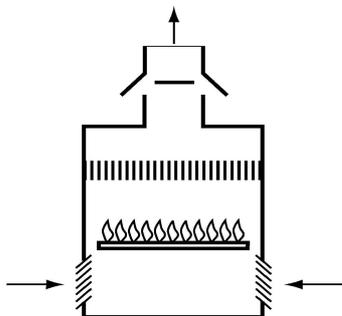
8. Label Optimaz Elite 2005

Le label Optimaz Elite s'applique spécifiquement aux appareils à condensation.

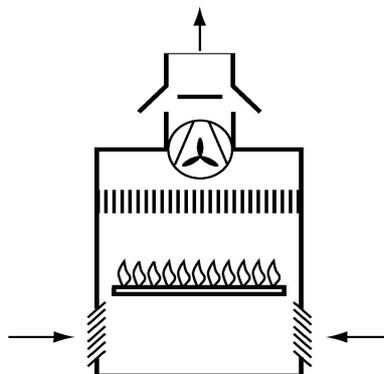


ANNEXE 2: SCHEMAS DES DIFFERENTS TYPES DE CHAUDIERES AU GAZ NATUREL

Type d'appareils autorisés sur le marché belge (extrait de la NBN CR 1749).

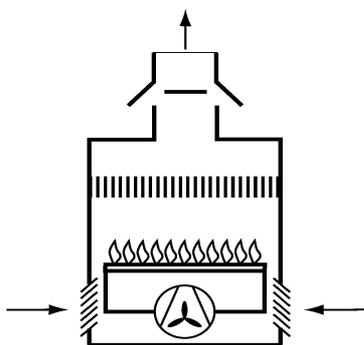


Type B₁₁

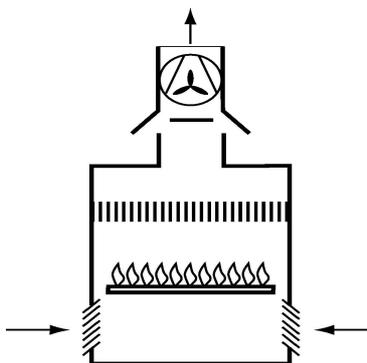


Type B₁₂

<p>Type B₁₁</p> <p>Appareil à brûleur atmosphérique équipé d'un coupe-tirage, raccordé à une cheminée fonctionnant en tirage naturel.</p>	<p>Type B₁₂</p> <p>Appareil à brûleur atmosphérique équipé d'un coupe-tirage, raccordé à une cheminée avec ventilateur en aval de la chambre de combustion.</p>
--	--



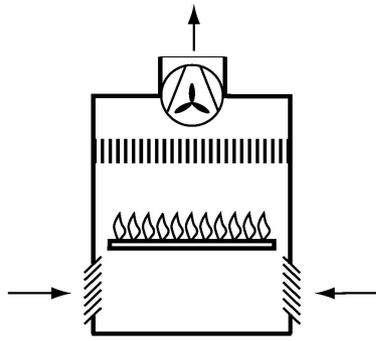
Type B₁₃



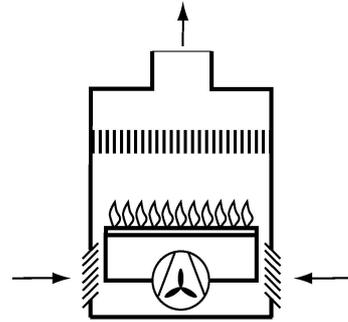
Type B₁₄

<p>Type B₁₃</p> <p>Appareil à brûleur atmosphérique équipé d'un coupe-tirage, raccordé à une cheminée et avec ventilateur en amont de la chambre de combustion.</p>	<p>Type B₁₄</p> <p>Appareil à brûleur atmosphérique équipé d'un ventilateur, faisant partie de l'appareil et placé après le coupe-tirage.</p>
--	--





Type B₂₂



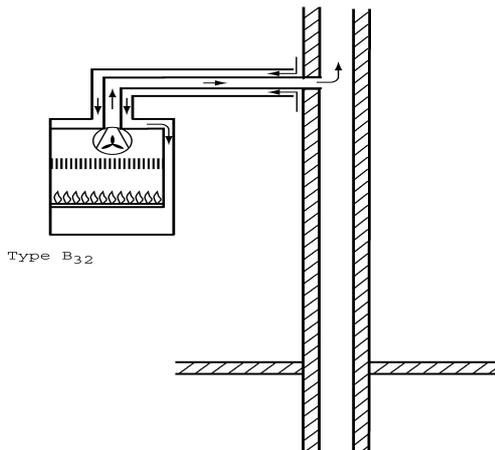
Type B₂₃

Type B22

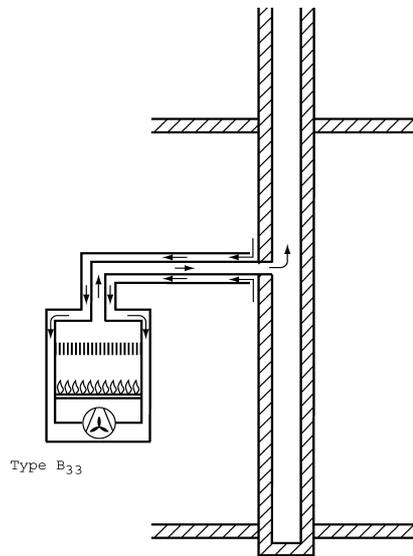
Appareil sans coupe-tirage, équipé d'un ventilateur en aval de la chambre de combustion.

Type B23

Appareil sans coupe-tirage, équipé d'un ventilateur en amont de la chambre de combustion.



Type B₃₂



Type B₃₃

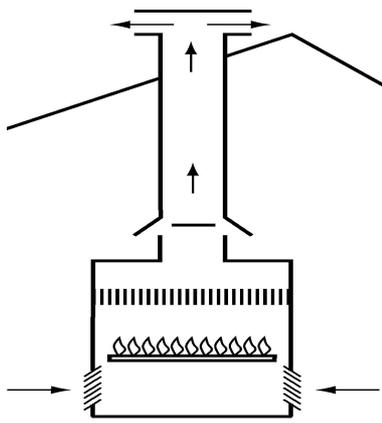
Type B32

Appareil à tirage naturel équipé d'un ventilateur en aval de la chambre de combustion.

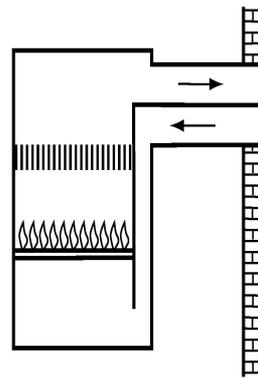
Type B33

Appareil à tirage naturel équipé d'un ventilateur en amont de la chambre de combustion.





Type B_{4,1}



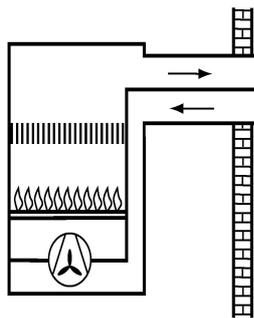
Type C₁₁

Type B41

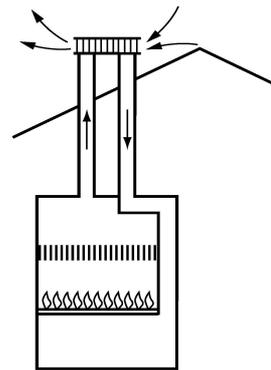
Appareil à brûleur atmosphérique équipé d'un coupe-tirage, de son propre conduit d'évacuation et de son propre terminal.

Type C11

Appareil à circuit étanche raccordé à un terminal horizontal



Type C₁₃



Type C₃₁

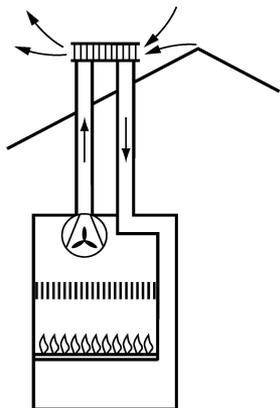
Type C13

Appareil à circuit étanche, équipé d'un ventilateur et d'une évacuation horizontale raccordée à un terminal.

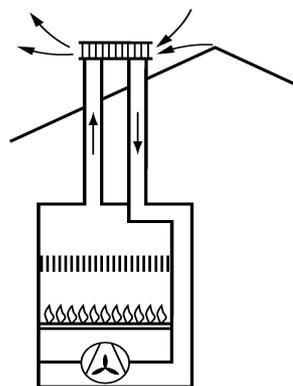
Type C31

Appareil à circuit étanche doté de son propre système d'évacuation et de son propre terminal vertical.





Type C₃₂



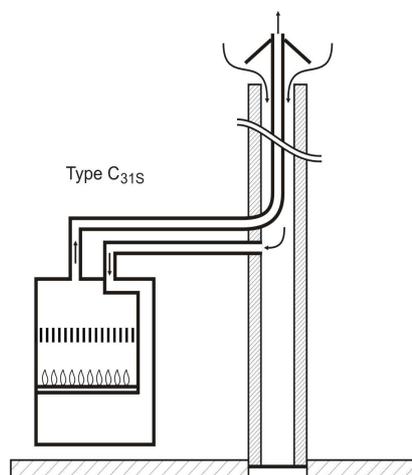
Type C₃₃

Type C32

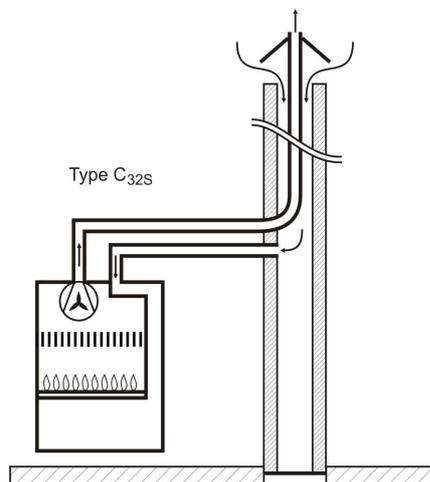
Appareil à circuit étanche, avec ventilateur en aval de la chambre de combustion et doté de son propre système d'évacuation et de son propre terminal vertical.

Type C33

Appareil à circuit étanche, avec ventilateur en amont de la chambre de combustion et doté de son propre système d'évacuation et de son propre terminal vertical.



Type C_{31S}



Type C_{32S}

Type C31S

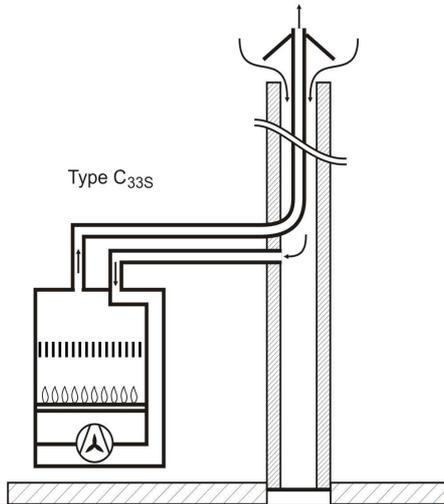
Appareil à circuit étanche, doté de son propre système d'évacuation et de son propre terminal vertical. Les conduits d'évacuation sont placés dans un conduit existant qui fait partie du bâtiment.

Type C32S

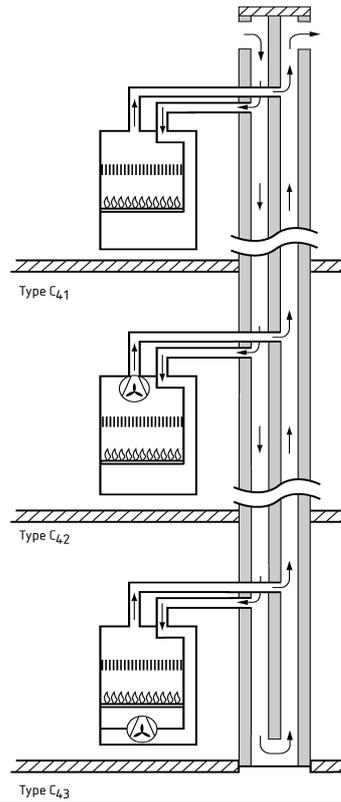
Appareil à circuit étanche, avec ventilateur en aval de la chambre de combustion et doté de son propre système d'évacuation et de son propre terminal vertical. Les conduits d'évacuation sont placés dans un conduit existant qui fait partie du bâtiment.



Type C₄



Type C_{33S}



Type C₄₁

Type C₄₂

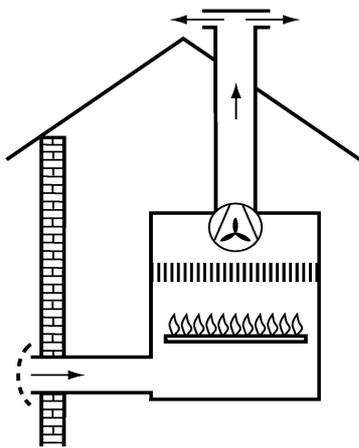
Type C₄₃

Type C_{33S}

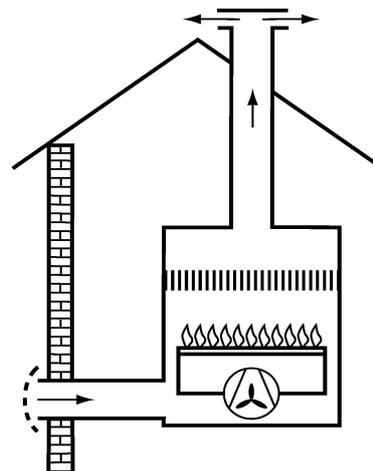
Appareil à circuit étanche avec ventilateur intégré, avec son propre système d'évacuation et son propre terminal. Les conduits d'évacuation sont placés dans un conduit existant qui fait partie du bâtiment.

Type C₄

Appareil à circuit étanche, raccordé à un système d'évacuation parallèle.



Type C₅₂



Type C₅₃

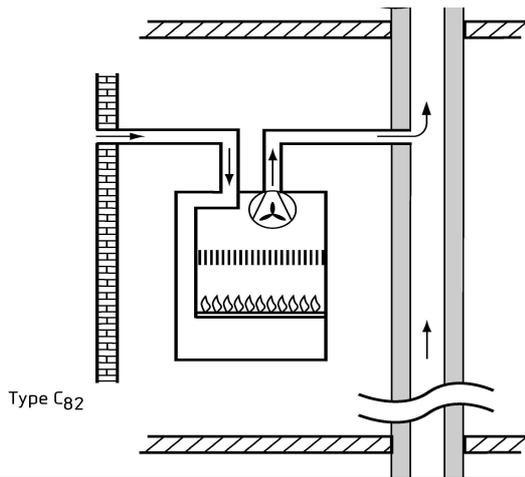
Type C₅₂

Appareil à circuit étanche, avec ventilateur intégré en aval de la chambre de combustion avec raccords dans deux zones de pression différente.

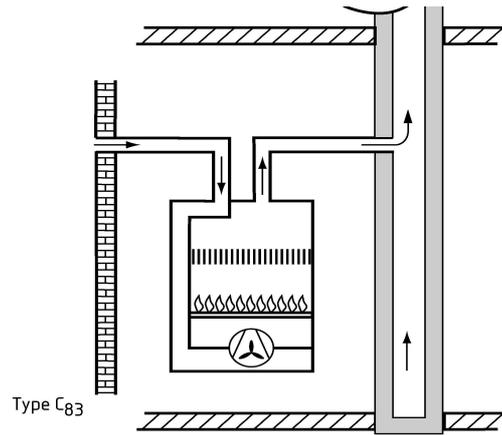
Type C₅₃

Appareil à circuit étanche, avec ventilateur intégré en amont de la chambre de combustion avec raccords dans deux zones de pression différente.





Type C₈₂



Type C₈₃

Type C82

Appareil à circuit étanche, avec ventilateur en aval de la chambre de combustion en amont du raccord à un conduit collectif.

Type C83

Appareil à circuit étanche, avec ventilateur en amont de la chambre de combustion en amont du raccord à un conduit collectif.

ANNEXE 3: LES DIFFERENTS RENDEMENTS DANS UN SYSTEME DE CHAUFFAGE

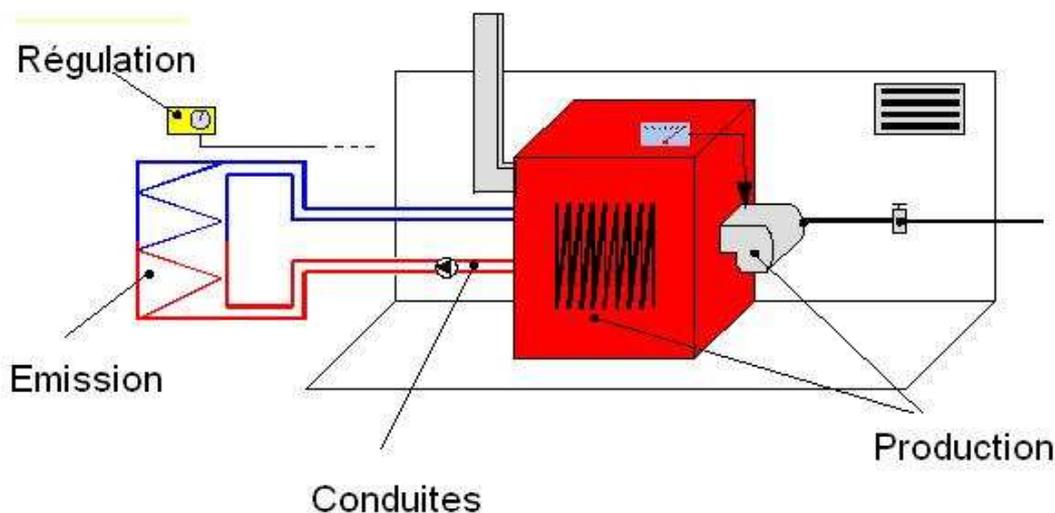
1. RENDEMENT GLOBAL D'UNE INSTALLATION DE CHAUFFAGE

Quand un installateur désire donner des informations complémentaires à son client sur l'installation dans son ensemble, il doit pratiquer une estimation du rendement global de celle-ci.

Cette démarche est rendue possible grâce à la PAE, une procédure d'avis énergétique qui évalue l'installation de chauffage dans son intégralité en relation avec les besoins du bâtiment en chaleur.

Des renseignements concernant les audits énergétiques sont disponibles sur le site de Bruxelles Environnement à l'adresse :

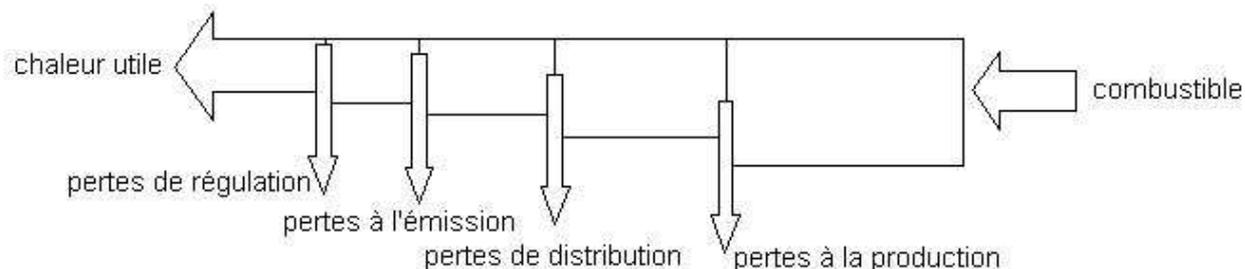
http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/searchresults_google.aspx?q=PAE&LangType=2060

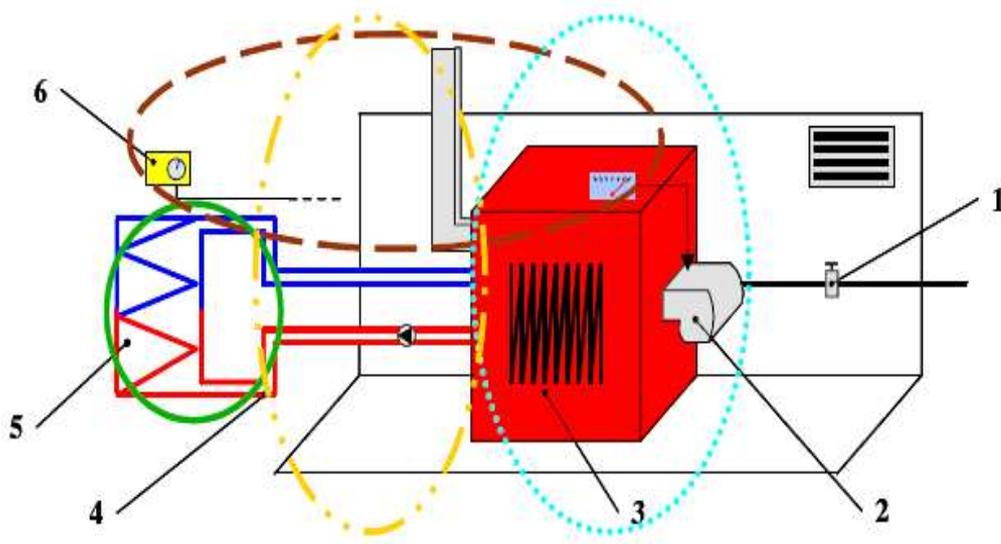


En résumé, il faut examiner les éléments suivants:

Formule: $\eta_i = \eta_p * \eta_d * \eta_e * \eta_r$ [exprimé en %]

- où
- η_i = rendement thermique global ou rendement de l'installation ;
 - η_p = rendement de production de la chaudière ;
 - η_d = rendement de distribution ;
 - η_e = rendement d'émission des radiateurs, des convecteurs, etc. ;
 - η_r = rendement de la régulation.





LEGENDE

1	Amenée de combustible
2	Brûleur
3	Chaudière (rendement de production de 50 à 105 %)
4	Système de distribution de chaleur (rendement de 70 à 99 %)
5	Emission (rendement de 90 à 100 %)
6	Système de régulation (rendement de 86 à 98 %)

2. RENDEMENT DE PRODUCTION

Le rendement de production est le rapport entre la chaleur utile transmise par la chaudière au circuit eau/air et l'énergie consommée à cet effet au niveau du brûleur.

Le rendement de production des chaudières au mazout ou au gaz sans condensation se calcule selon la formule de Renaud. Cette formule tient compte:

- du type de brûleur ;
- de l'isolation du brûleur et de la chaudière ;
- du rendement de combustion (dépend de l'âge et du type de chaudière) ;
- des pertes à l'arrêt (dépendent de l'âge et du type de la chaudière) ;
- de la température moyenne de l'eau de la chaudière pendant la saison de chauffe (dépend de la régulation de la chaudière) ;
- de la température moyenne du local de chauffe pendant la saison de chauffe ;
- du degré de charge annuelle (dépend de la puissance nominale du brûleur et de la combinaison ou non de la production d'ECS).

3. RENDEMENT DE DISTRIBUTION

Le rendement de distribution tient compte des déperditions de chaleur le long des conduites du circuit de chauffage. C'est le rapport entre la chaleur fournie aux éléments rayonnants et la chaleur utile fournie par la chaudière.

Le rendement de distribution se calcule uniquement pour des installations de chauffage central comportant des conduites de distribution d'eau chaude ou d'air chaud dans des pièces non chauffées ; dans les autres situations, il est égal à 1.

4. RENDEMENT D'EMISSION

Le rendement d'émission tient compte des déperditions de chaleur dues à la stratification de la température dans l'espace habitable et des déperditions par les faces arrière des éléments rayonnants placés devant des murs extérieurs. C'est le rapport entre la chaleur utile transmise à la pièce et la chaleur fournie aux éléments rayonnants.



Concernant les déperditions du système d'émission, on a comparé des valeurs tirées de différentes sources de la littérature technique. On s'est basé sur ces valeurs pour déterminer les déperditions à l'émission des systèmes suivants:

- radiateurs ;
- convecteurs ;
- chauffage par le sol ;
- chauffage par plafond ;
- chauffage par air chaud.

5. RENDEMENT DE REGULATION

Le rendement de régulation tient compte du fait que, dans la pratique, un système de régulation ne fournit jamais à la perfection la chaleur au bon endroit et au bon moment. C'est le rapport entre la chaleur nette qui, au final, est utile pour réaliser les conditions de confort, et la chaleur utile qui est émise dans les pièces par les éléments radiatifs.

Les valeurs de pertes de régulation utilisées sont fondées sur diverses sources de la littérature (CEN TC 228, CSTC, EN 832...).

On distingue les systèmes de régulation en fonction:

- du type de régulation de la température de l'eau : asservi à la température extérieure ou via un mitigeur manuel ; on part du principe que le premier type permet de répondre plus rapidement au besoin de chaleur ;
- du type de régulation de la température ambiante : vannes manuelles, vannes thermostatiques, thermostat d'ambiance ou thermostat d'ambiance + vannes thermostatiques.



ANNEXE 4: LES EMISSIONS DES CHAUDIERES

1. NO_x

Les NO_x comptent parmi les principaux polluants atmosphériques.

Cette appellation collective désigne des composés chimiques formés à partir des éléments N (azote) et O (oxygène). Ce sont des oxydes d'azote.

Les principaux oxydes d'azote sont:

- le monoxyde d'azote (NO) ;
- l'oxyde de diazote (N₂O) ou gaz hilarant ;
- le dioxyde d'azote (NO₂) ;
- le trioxyde de diazote (N₂O₃) ;
- le tétraoxyde de diazote (N₂O₄) ;
- le pentaoxyde de diazote (N₂O₅) ;
- le trioxyde d'azote (NO₃).

Appellation générique : NO_x

Le NO et le NO₂ sont des composés très importants parce que ces molécules possèdent un nombre impair d'électrons. Cela signifie qu'elles forment rapidement des composés et qu'elles font fonction de produit intermédiaire lors de la formation d'acide nitrique (HNO₃).

Le monoxyde d'azote (NO) est un gaz incolore, peu soluble dans l'eau, qui se lie dans l'air très intimement au dioxyde d'azote (NO₂), de couleur rouge-brun.

Ce gaz toxique se liquéfie très vite. Chaque processus de combustion libère 98 % de monoxyde d'azote (NO) et jusqu'à 5 % de dioxyde d'azote (NO₂).

Les molécules de NO sont des composés instables qui s'oxydent en présence d'oxygène pour donner du dioxyde d'azote (NO₂). Cette réaction débute dans la cheminée et continue dans l'atmosphère. Le NO₂ est le composé le plus nocif. Sur l'homme et l'animal, cet effet passe par la formation d'acides nitriques et s'exprime par une irritation des yeux, des voies aériennes supérieures et des poumons. En présence de la lumière du soleil (rayons UV) et d'hydrocarbures, il intervient dans la formation du smog photochimique dont le principal composant est l'ozone (O₃), un gaz agressif pour la flore.

Sous le terme d'oxydes d'azote (NO_x), on désigne un mélange de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote. Ceux-ci sont surtout émis par la circulation routière et l'industrie, le solde provenant du chauffage domestique.

Les composés NO_x apparaissent également dans la nature suite à des processus de combustion tels qu'éclairs de chaleur ou éruptions volcaniques.

2. MONOXYDE DE CARBONE (CO)

D'un point de vue théorique, il existe un rapport inverse entre la formation des NO_x et du CO lors de la combustion.

Le CO est le produit d'une combustion incomplète et il se forme surtout lors d'une combustion infra-stœchiométrique. Quand la combustion est stœchiométrique (complète), les émissions de CO sont ramenées à un minimum alors que la formation des NO_x atteint un maximum du fait de la température de combustion élevée.

Au contraire des émissions de NO_x, celles de CO ont un effet moins néfaste sur l'environnement. En revanche, des concentrations trop élevées en CO peuvent donner lieu à des intoxications.

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et insipide très toxique. Il est dangereux pour l'homme à partir d'une concentration de 25 ppm dans l'air.



3. EMISSIONS – TRANSMISSION – IMMISSION

Les polluants sont évacués par les cheminées ou les conduits de sortie. On appelle ce processus l'émission. Les polluants se mélangent avec l'air, ce qui les dilue. La circulation du vent en assure le déplacement sur de courtes et sur de longues distances. Pendant leur « transport », ces substances réagissent avec l'air.

L'immission est la concentration diluée de polluants qui agit sur l'homme et son environnement.

4. REGLEMENTATION

Publié dans le Moniteur le 30/01/2004, l'arrêté royal réglementant les niveaux des émissions des oxydes d'azote (NO_x) et du monoxyde de carbone (CO) pour les chaudières de chauffage central et les brûleurs alimentés en combustibles liquides ou gazeux dont le débit calorifique nominal est égal ou inférieur à 400 kW du 8 janvier 2004 est en vigueur depuis le 1^{er} février 2005.

Cet arrêté impose aux fabricants d'appareils de chauffage de mettre sur le marché des produits ne dépassant pas les valeurs maximales autorisées pour les teneurs en NO_x et en CO.

Pour chaque appareil, le fabricant remet une déclaration de conformité certifiant qu'il répond aux exigences énoncées dans l'AR.

Ces exigences sont les suivantes:

Type d'appareil	NO _x mg/kWh	CO mg/kWh
Chaudière au gaz à brûleur atmosphérique ≤ 400 kW	150	110
Chaudière au gaz à brûleur à air pulsé ≤ 400 kW	120	110
Brûleur à air pulsé au gaz ≤ 400 kW	120	110

Pour les appareils au propane, ces valeurs doivent être multipliées par 1,3 pour le NO_x et par 1,1 pour le CO.

Type d'appareil	NO _x mg/kWh	CO mg/kWh
Chaudière au mazout à brûleur ≤ 70 kW	120	110
Chaudière au mazout à brûleur > 70 et ≤ 400 kW	185	110
Brûleur au mazout ≤ 70 kW	120	110
Brûleur au mazout > 70 et ≤ 400 kW	185	110



ANNEXE 5 : LES CHAUDIERES A CONDENSATION

1. INTRODUCTION

Depuis quelque temps, la technique des chaudières à condensation enregistre des progrès rapides.

Les facteurs qui ont joué un rôle important dans cette évolution sont incontestablement le grand poids de la défense de l'environnement, la hausse accélérée des prix des combustibles et les exigences en matière de performance énergétique (PEB) pour les constructions neuves ou les grands travaux de rénovation avec autorisation urbanistique.

2. RENDEMENT D'UNE CHAUDIERE A CONDENSATION

Quand on abaisse suffisamment la température de la vapeur d'eau dans les produits de la combustion, cette vapeur commence à se condenser à partir d'un seuil de température déterminé (point de rosée). Cette condensation libère de la chaleur (différence entre le pouvoir calorifique supérieur et le pouvoir calorifique inférieur).

Dans les chaudières traditionnelles, cette chaleur est perdue ; dans les modèles à condensation, elle est récupérée en partie.

Lors de la combustion, la majeure partie (92 %) du contenu énergétique du combustible est transmise directement au fluide caloporteur par le biais de l'échangeur thermique ; le reste (6 à 7 % de pertes en chaleur sensible et jusqu'à 11 % de pertes en chaleur latente suivant le combustible) est évacué avec les produits de la combustion (pertes en cheminée) ou cédé à l'environnement (1 à 2 %) (pertes par rayonnement et par convection). Conformément aux normes EN et à l'AR de 1997, ces rendements sont exprimés par rapport au pouvoir calorifique inférieur du combustible (H_i).

La correction du rendement de production d'une chaudière à condensation s'obtient en diminuant les pertes en chaleur sensible dues aux produits de la combustion, en diminuant les pertes de transmission (meilleure isolation, température de service plus basse) et surtout, en récupérant sur l'échangeur de chaleur une partie de la chaleur latente d'évaporation contenue dans la vapeur d'eau évacuée. Le rendement d'une telle chaudière oscille entre 100 et 108 % (en fonction du combustible utilisé et exprimé par rapport au H_i).

3. FACTEURS INFLUENÇANT LE RENDEMENT D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION

3.1 Température des produits de la combustion

La condensation des produits de la combustion débute lorsque le point de rosée est atteint. Ce point de rosée est différent pour le gaz et pour le mazout (combustion sans excès d'air). Plus la température des produits de la combustion est basse, plus il y a de chaleur latente à récupérer dans la vapeur d'eau et plus le rendement de la chaudière à condensation peut être augmenté.

3.2 Excès d'air

Une combustion complète sans formation de CO exige un excès d'air. Quantité sous la forme du coefficient d'air (ce paramètre donne le rapport entre la quantité d'air réellement utilisée et la quantité d'air théoriquement nécessaire), cet excès d'air (n) abaisse la température du point de rosée des produits de la combustion. Plus il est important, plus la température à partir de laquelle la condensation de ces produits peut commencer, est basse et donc, plus la température de retour de l'eau doit être basse pour que le fonctionnement de la chaudière à condensation soit optimal. C'est pour cela que les fabricants équipent de plus en plus souvent les chaudières à condensation de brûleurs spécialement conçus à cet effet qui permettent entre autres d'opérer sous un excès d'air plus bas ($n = 1,1$ à $1,2$). Quand l'appareil le permet, son fonctionnement à charge partielle contribuera aussi à une amélioration du rendement. Un autre avantage de ces brûleurs réside dans le niveau très bas de leurs émissions de CO et de NO_x , comme l'exige l'AR de 2004.

4. CONCEPT D'UNE CHAUDIERE A CONDENSATION

Pour parvenir à rendement optimal avec une chaudière à condensation, il faut remplir quelques conditions. L'une d'entre elles est la récupération optimale de la chaleur latente de vaporisation par l'échangeur thermique. Ce n'est possible que si l'échangeur est assez long pour refroidir la température des produits de combustion en dessous de leur point de rosée. En outre, l'échangeur doit être étudié pour permettre un échange maximal, sans points chauds, et une évacuation facile des condensats. Pour cela, il faut que



l'évacuation des condensats et le flux des produits de la combustion se fassent dans la même direction. Une autre exigence est que l'échangeur thermique et toutes les pièces qui entrent en contact avec les condensats, soient résistants à la légère acidité de ceux-ci (pH de 3,5 à 4).

5. COMMENT VALORISER LA CHAUDIÈRE À CONDENSATION AU MOYEN DE L'INSTALLATION ?

L'eau de l'installation de chauffage doit être maintenue à une température aussi basse que possible. On y arrive déjà en grande partie en adaptant la température de l'eau de la chaudière à la température extérieure au moyen de la commande directe du brûleur (régulation en température glissante). Quand les radiateurs ont été de plus dimensionnés pour une eau à la température de 80/60 °C (pour une température extérieure de -8 °C) et qu'on les a choisis dans un « grand format », ils sont *de facto* surdimensionnés, ce qui autorise un fonctionnement à des températures plus basses de l'eau durant la majeure partie de la saison de chauffe et, donc, l'obtention de meilleurs rendements par la chaudière. L'installation d'un chauffage par le sol (total ou partiel), s'il est correctement dimensionné, permettra d'abaisser encore un peu plus la température de retour avec, comme résultat, une amélioration globale du rendement de l'installation.

On trouvera des informations complémentaires dans la Note d'information technique « La chaudière à condensation » éditée par le CSTC.



Références et bibliographie du document de base:

Pour le document de base en néerlandais:

VITO : Methodologie voor audits van verwarmingsinstallaties in het kader van artikel 8 van de Europese richtlijn 2002/91/EC

Lastenboek n° E06-213

ATTB-leden

Cedicol

KVBG

Demol Ernest, Raadgevend ingenieur (Annexe 6)

Firma Tony Janssens

Firma t'Joens

Rédaction : M. Dethier (IBGE) sur base du document de la Région flamande

Comité de lecture : G. Knipping (IBGE), A. Beullens (IBGE)

Editeurs responsables : J.-P. Hannequart & E. Schamp – Gulledelle 100 – 1200 Bruxelles

