



ENERGY
advisors



La gestion optimale de son installation de chauffage

29 novembre 2019

Contact :
energie@bruxeo.be
02/210.53.03



Programme de la journée

8h50

Accueil café des participants

9h15

Introduction : BRUXEO et son service « Energy Advisors »

9h30

Production de chaleur : les chaudières

- Technologies existantes
- Pertes de chaleur dans une chaudière (à l'arrêt et en fonctionnement)

10h45

Pause-café

11h

Production de chaleur : Rendements des chaudières

Distribution : réduction des pertes de chaleur des conduites et des vannes

12h15

Lunch-sandwich

13h

Emission

Régulation du chauffage

14h30

Pause-café

14h45

Focus sur les installations à **condensation**

Améliorer une installation de chauffage

Remplacement d'une chaudière

Conclusions

16h

Clôture



La Confédération Bruxelloise des Entreprises à profit social est une confédération patronale intersectorielle et pluraliste:



BRUXEO

OBJECTIFS :

- représenter et **défendre** le secteur à profit social auprès des pouvoirs publics et des partenaires sociaux
- **fournir des services de qualité** à ses membres.

MISSIONS :

- Assurer le suivi des accords sociaux bruxellois concernant le secteur à profit-social
- **Défendre le fonctionnement** du secteur et promouvoir ses principes
- Coordonner, représenter et défendre les **intérêts patronaux** intersectoriels au niveau de la Région de Bruxelles-Capitale en participant au dialogue socio-économique.
- **Promouvoir le développement** du secteur à profit-social, privé comme public.



Le secteur à profit social



Enseignement



Aides et soins à domicile



Aide sociale et soins de santé



Entreprises de travail adapté



Socioculturel

Privé et public!



Etablissements et services
d'éducation et d'hébergement



Organisations d'action sociale
(profit social)



Hôpitaux et services de santé



Le pack énergie secteur à profit social

- ✦ Pack énergie : coaching énergétique pour les entreprises bruxelloises
- ✦ BRUXEO en partenariat avec ICEDD asbl – bureau d'étude.
- ✦ Reconnu et subsidié par Bruxelles environnement
- ✦ 7 différents services
- ✦ Bilingue
- ✦ Gratuit





Les services du pack énergie secteur à profit social

Séminaires thématiques, workshop et atelier pratiques





Les services du pack énergie secteur à profit social

Visite et quick scan énergétique de votre bâtiment



- ✦ Amélioration de la Performance énergétique du bâtiment
- ✦ Inconfort thermique
- ✦ Temps de retour estimatifs
- ✦ Priorisation des mesures
- ✦ Rapport écrit



Les services du pack énergie secteur à profit social

Check up chaufferie :



- ✦ Régulation / programmation
- ✦ Campagne de mesures t°
- ✦ Validation du fonctionnement attendu
- ✦ Vérification condensation
- ✦ Conseil en hydraulique



Les services du pack énergie secteur à profit social

Assistance travaux :



Travaux bien réalisés et énergétiquement performants



Les services du pack énergie secteur à profit social

Prêt de matériel :

Le wattmètre



Sonde CO2



L'enregistreur de température



Luxmètre





Les services du pack énergie secteur à profit social

Animation énergie pour le personnel :





Méthodologie

Accompagnement global et
méthodologique

Structure pour la gestion de l'énergie:
Responsable énergie et Eco-team

Connaissance et suivi
des consommations

Amélioration de la
performance énergétique
des bâtiments

Sensibilisation des
occupants



Objectifs

Objectif quantitatif :
baisse des
consommations
d'énergie
(chauffage + électricité
+ eau)



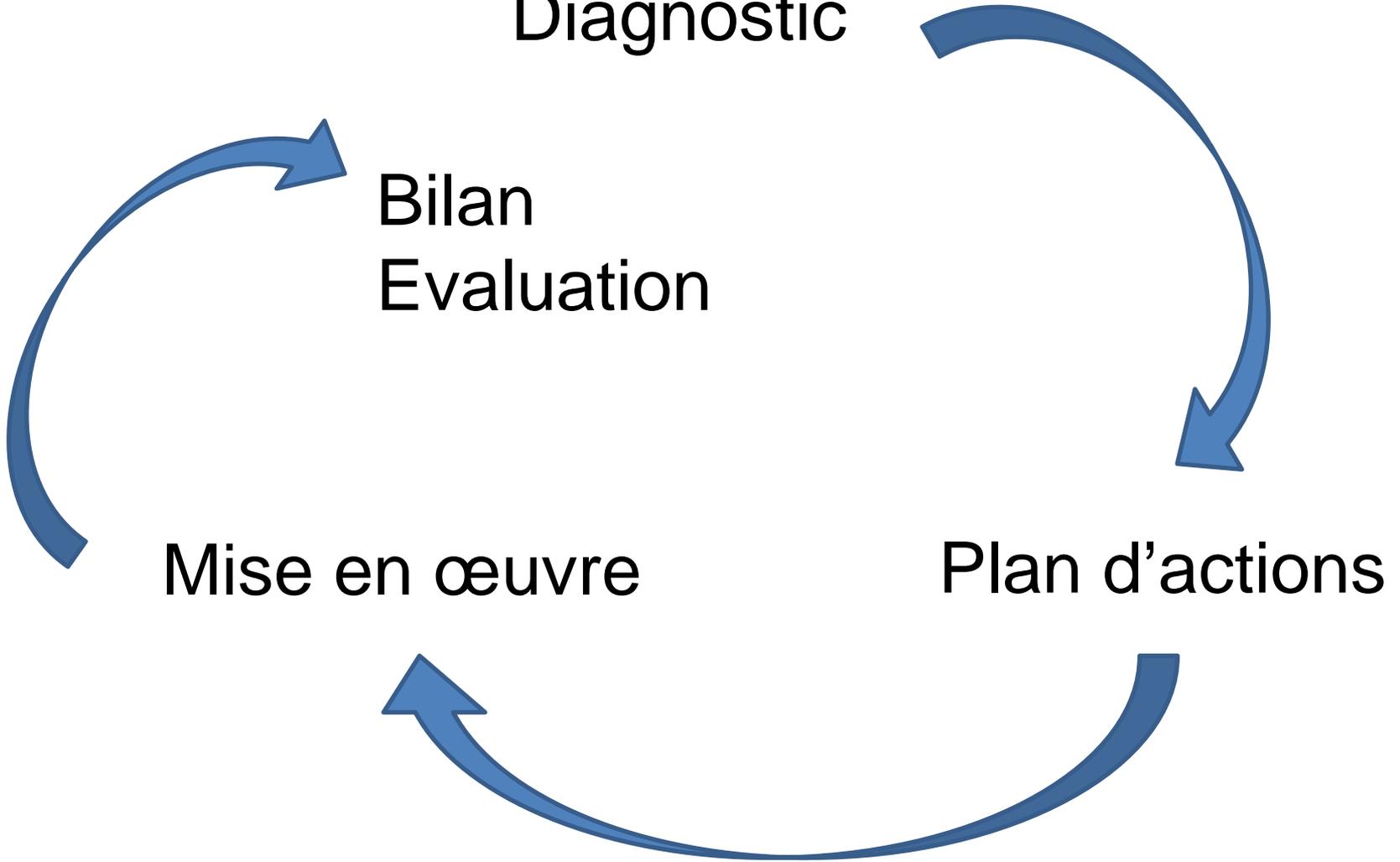
Objectif qualitatif :
instauration d'une
politique de gestion de
l'énergie pérenne

Diagnostic

Bilan
Evaluation

Mise en œuvre

Plan d'actions





Soutien à l'investissement du pack énergie

✦ Pour qui?

- ✦ Indépendants, TPE et PME
- ✦ ASBL
- ✦ Services à la collectivité gérés par un pouvoir public

✦ Conditions d'Eligibilité

- ✦ Situé en Région de Bruxelles-Capitale
- ✦ Bâtiment de plus de 10 ans
- ✦ Locaux à 100% professionnel
- ✦ Diagnostic énergétique du bâtiment
- ✦ Réalisé par des entrepreneurs professionnel



Soutien à l'investissement du pack énergie

✦ Postes non couverts par les primes énergie

- ✦ Relighting
- ✦ Isolation conduit chauffage
- ✦ Equipements énergétiquement performants des cuisines des collectivités
- ✦ Optimisation des installations de chauffage
- ✦ Protection solaire
- ✦ Toitures vertes
- ✦ ...



Soutien à l'investissement du pack énergie

- ✦ Montant min des travaux éligibles (TTC): 1.000€
- ✦ Plafond (TTC): 15.000 € par demandeur par année civile
- ✦ Montant du soutien :
 - ✦ 40% de la facture des travaux < 50 ETP
 - ✦ 30% de la facture des travaux pour les autres
- ✦ Demande de promesse de prime avant les travaux

! Tous les documents disponibles sur:

<https://energie.bruxeo.be/fr/soutien-à-l'investissement-pour-le-secteur-à-profit-social-bruxellois>



Soutien à l'investissement du pack énergie

Eclairage

✦ Travaux éligible :

✦ Relighting / ~~Relamping~~

✦ Régulation de l'éclairage: détecteur présence/absence, minuterie, sonde crépusculaire

✦ Condition technique :

✦ Economie d'énergie d'au moins 30%

✦ Audit éclairage ou étude de dimensionnement

✦ Puissance installée maximale (ex pour les bureaux : 1,8W/m²/100 lux)

Installations de chauffage :

Comprendre leur fonctionnement et en améliorer l'efficacité !

Pierre DEMESMAECKER

Responsable de l'équipe Bâtiment – Consultance et Stratégie

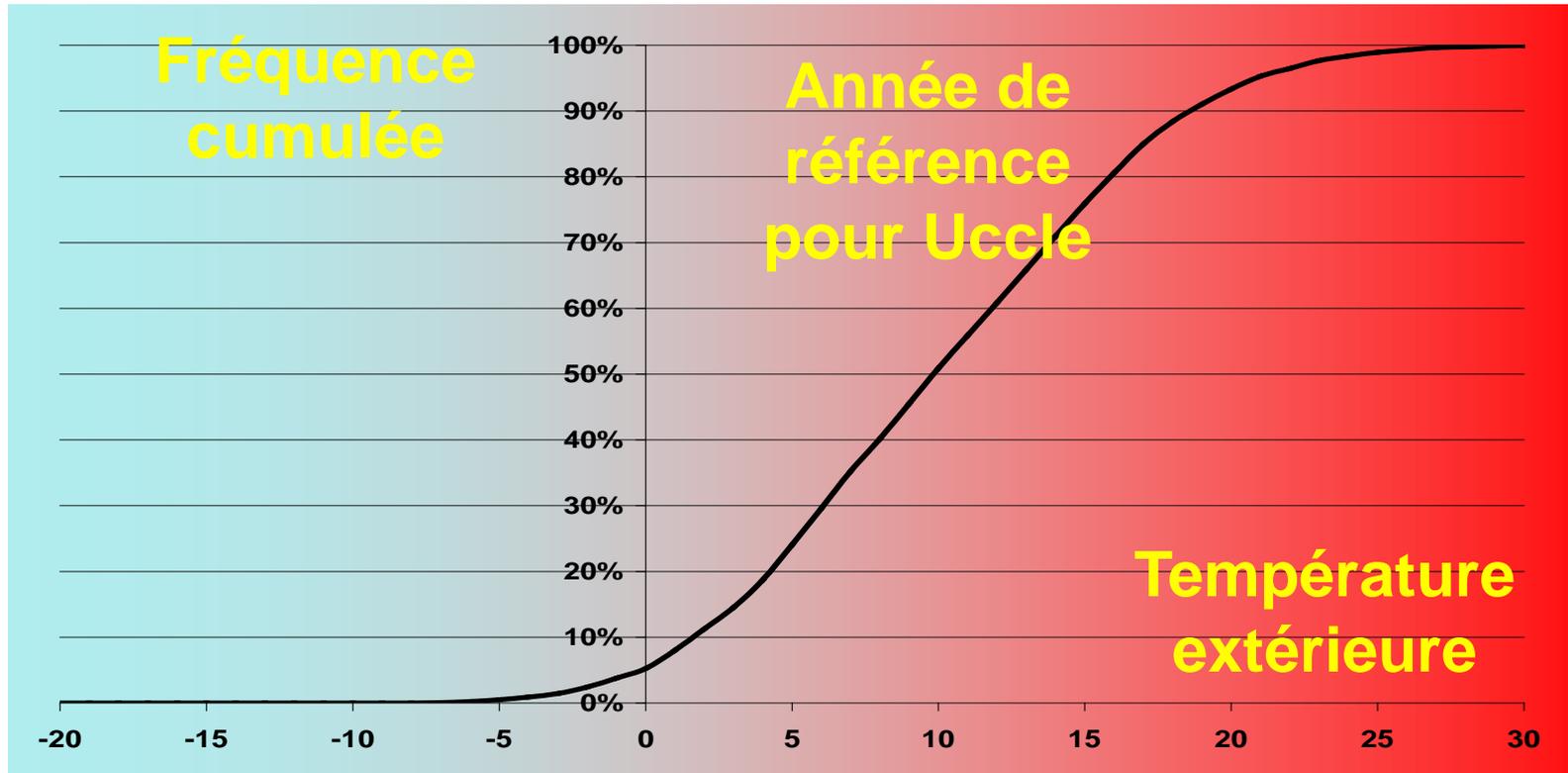
ICEDD asbl

pdm@icedd.be

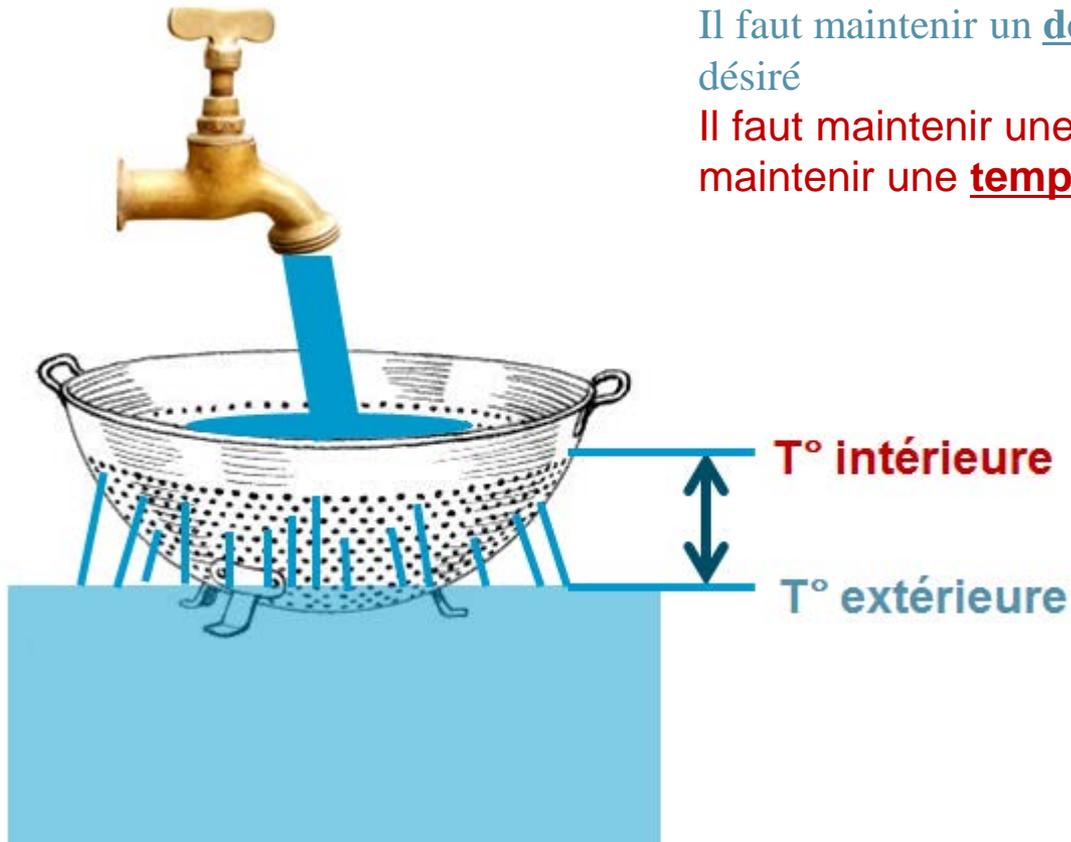
081 25 04 80



Pourquoi faut-il chauffer?



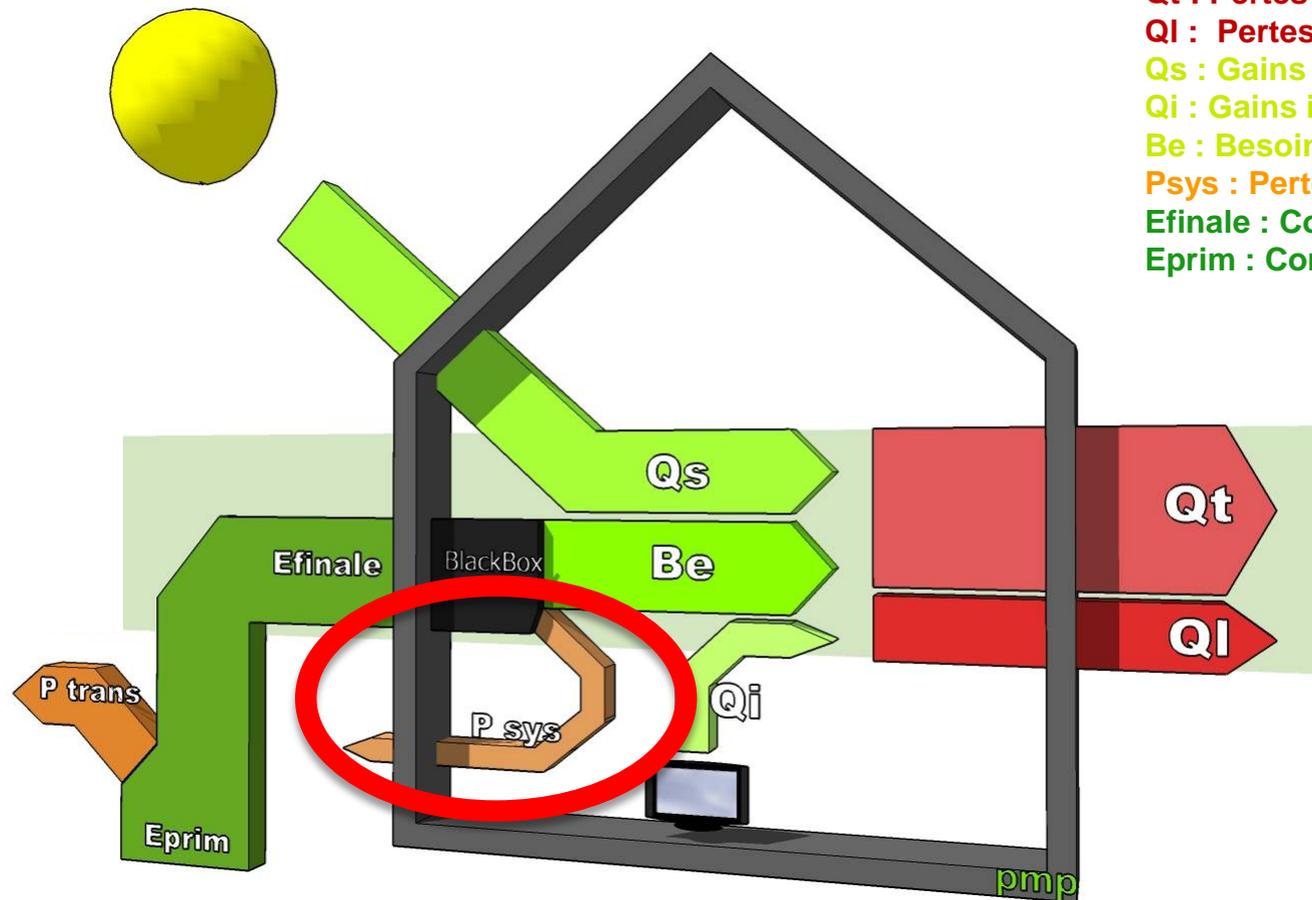
Pourquoi faut-il chauffer?



Il faut maintenir un débit pour maintenir le niveau d'eau désiré

Il faut maintenir une puissance de chauffage pour maintenir une température désirée

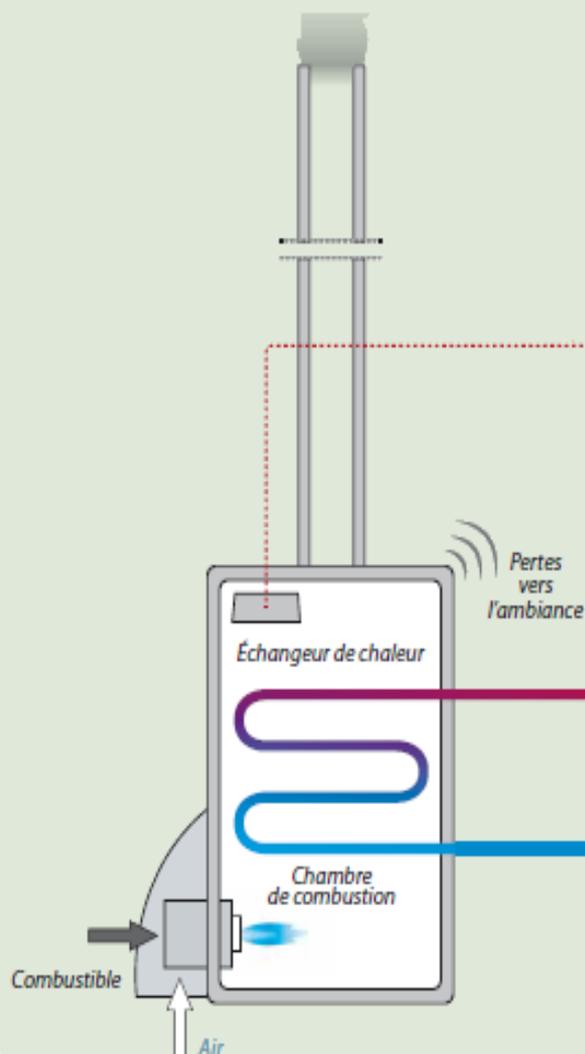
Les flux thermiques d'un bâtiment



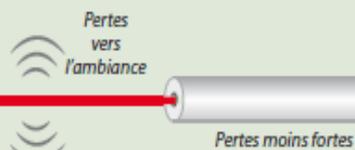
- Qt** : Pertes par transmission
- QI** : Pertes par ventilation
- Qs** : Gains solaires
- Qi** : Gains internes
- Be** : Besoins nets en énergie
- Psys** : Pertes systèmes
- Efinale** : Cons. Finale
- Eprim** : Cons. primaire

L'installation de chauffage central

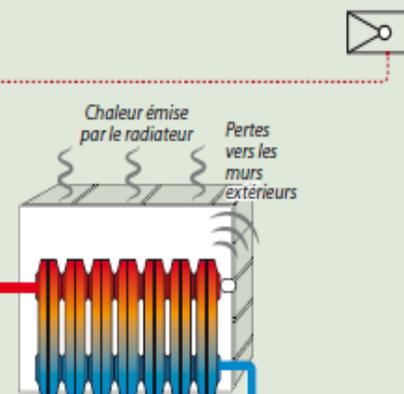
LA PRODUCTION



LA DISTRIBUTION



L'ÉMISSION et LA RÉGULATION



Objectifs de cette journée

- Comprendre le principe de fonctionnement d'une installation de chauffage **central existante avec chaudière**
- Afin de pouvoir en établir:
 - son diagnostic
 - les améliorations possibles
 - un regard critique sur sa rénovation
- Ne seront pas abordés :
 - Les moyens de production basés sur les énergies renouvelables (biomasse, pompes à chaleur, ...)
 - Les particularités des bâtiments à haute performances énergétiques (passifs & assimilés)

} Approfondis durant les journées « audit live »

Plan de l'exposé

- Introduction
- La production
- La distribution
- L'émission
- La régulation
- Les auxiliaires
- Focus sur les installations à condensation
- Améliorer / rénover une chaufferie
- Conclusions

Plan de l'exposé

- Introduction
- **La production**
- La distribution
- L'émission
- La régulation
- Les auxiliaires
- Focus sur les installations à condensation
- Améliorer / rénover une chaufferie
- Conclusions

Chaudières : sommaire

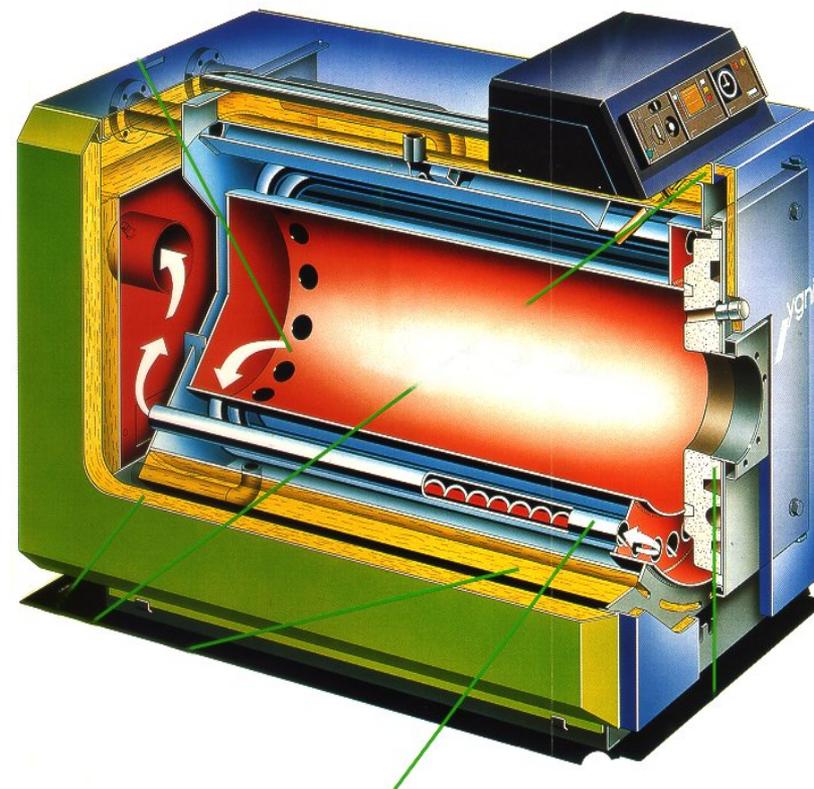
- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
- **Comment agir sur une installation existante ?**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & Normes**

Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
 - Chaudières ?
 - La réaction de combustion
 - Le pouvoir calorifique d'un combustible
 - Introduction aux pertes dans les chaudières
- **Technologies existantes**
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & Normes**
- **Remplacement des chaudières existantes**

Chaudière

- **Chaudière \cong échangeur** de chaleur parcouru par un fluide caloporteur et équipé d'un foyer où a lieu la combustion d'un combustible (gaz, mazout, bois, etc)



Principe général :

- la flamme brûle dans un foyer
 - tout autour de ce foyer, de l'eau capte la chaleur
 - ensuite, les fumées passent dans des tubes (toujours entourés d'eau)
 - puis ressortent à l'arrière.
- ➔ l'eau rentre froide dans la chaudière puis ressort chaude!

La combustion

Nos combustibles (fuel, gaz, bois,...) sont constitués de Carbone et d'Hydrogène.



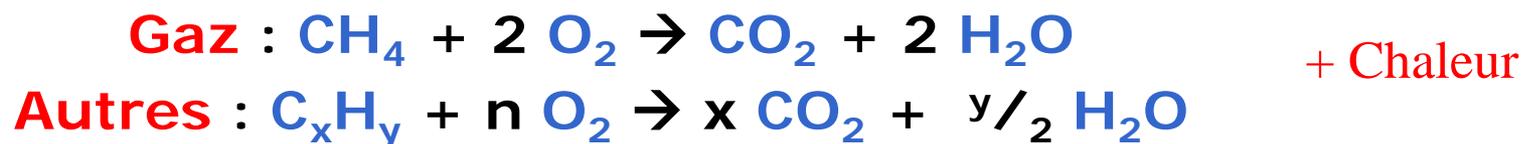
Par la combustion,

- le Carbone formera du CO_2
- l'Hydrogène formera ... de l'eau !

Cette eau est à l'état de vapeur, donc elle ne se voit pas...
... sauf lorsqu'elle condense et forme de la fumée blanche en sortie de cheminée.



La combustion

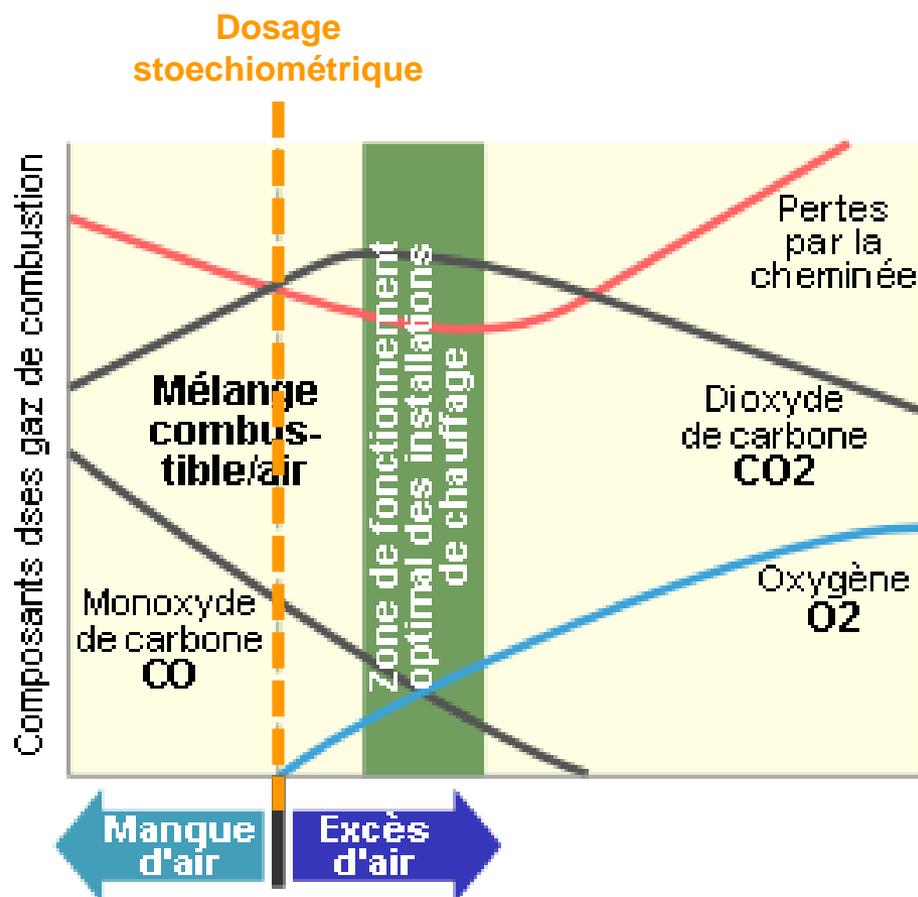


- La combustion du mazout produit plus de CO_2 que celle du gaz
- En cas de mauvaise combustion : L'azote (N) contenu dans l'air se combine avec l'oxygène $\rightarrow \text{NO}_x$
- Les traces de soufre contenues dans le combustible (mazout et charbon) forment SO_x (\rightarrow pluies/condensats acides)

La combustion

- Quels paramètres pour une bonne combustion ?

L'excès d'air !



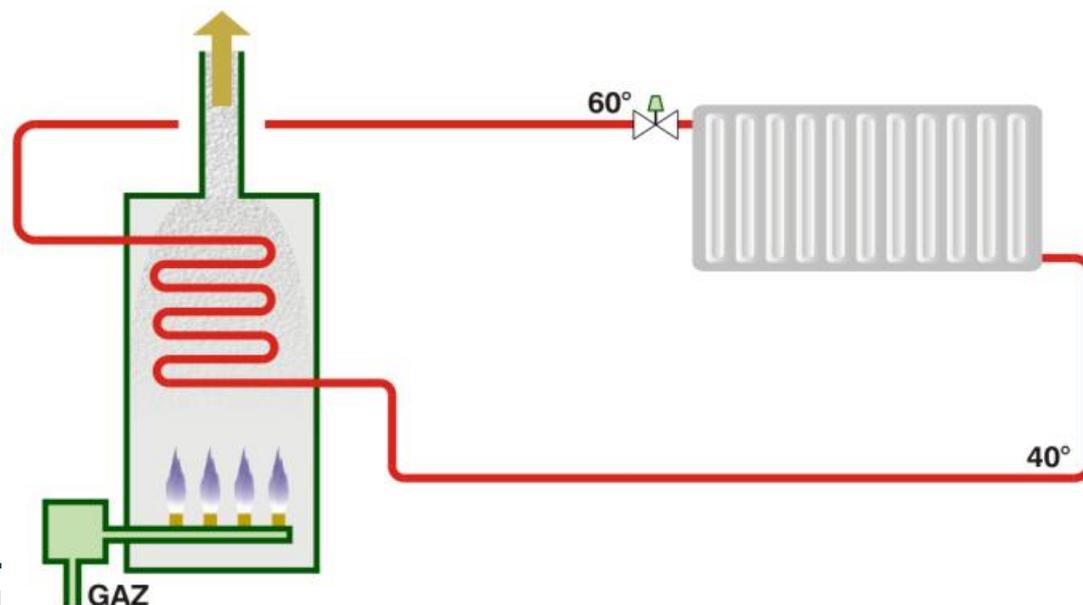
La combustion

- Quid de la vapeur d'eau ?

Pour les « anciennes » chaudières :

Si l'eau en contact avec le foyer est froide, les vapeurs d'eau dans les fumées condensent dans la chaudière...

Si la chaudière n'a pas été conçue pour résister à ces condensats, il y aura corrosion et destruction de la chaudière...



La combustion

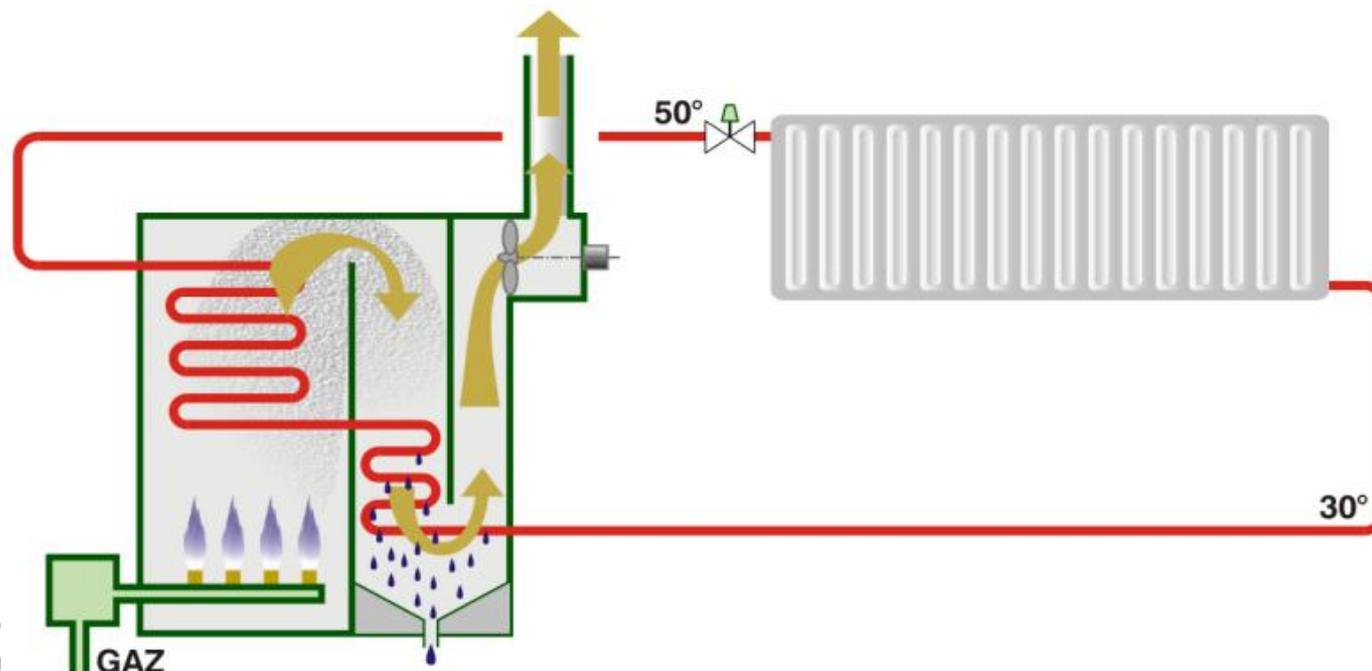
- Quid de la vapeur d'eau ?

Aujourd'hui :

La chaudière recherche la condensation :

Les vapeurs condensent volontairement

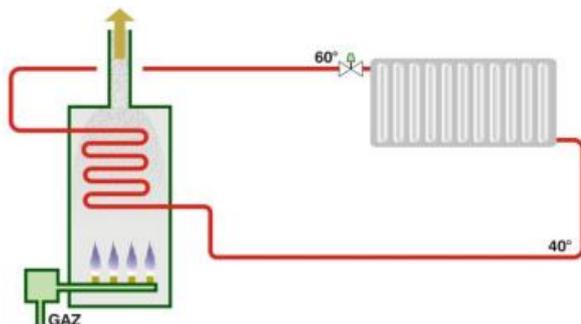
- les fumées sortent plus froides
- le rendement est plus élevé !



Pouvoir calorifique d'un combustible

- Quid de la vapeur d'eau ?

Avant :

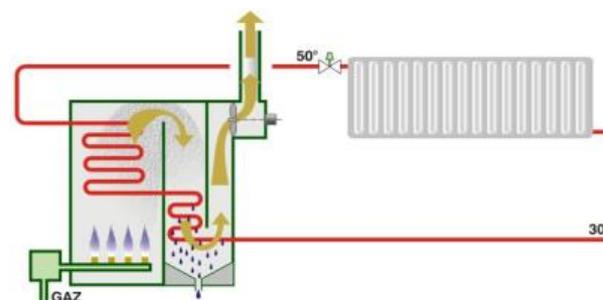


Chaleur captée par l'eau des radiateurs:

10 kWh pour 1 m³ de gaz brûlé.

C'est le **PCI**, Pouvoir Calorifique Inférieur, du gaz

Aujourd'hui :



Chaleur captée par l'eau des radiateurs:

11 kWh pour 1 m³ de gaz brûlé.

C'est le **PCS**, Pouvoir Calorifique Supérieur, du gaz

Remarque : si la chaudière fournit 10,3 kWh en brûlant 1 m³ de gaz,

- Le vendeur dira : elle a un rendement de 103 % (= 10,3/10) = rendement sur PCI
- L'ingénieur dira : elle a un rendement de 94 % (= 10,3/11) = rendement sur PCS

Pouvoir calorifique d'un combustible

- Extrait d'un catalogue de fabricant de chaudière :

Caractéristiques techniques

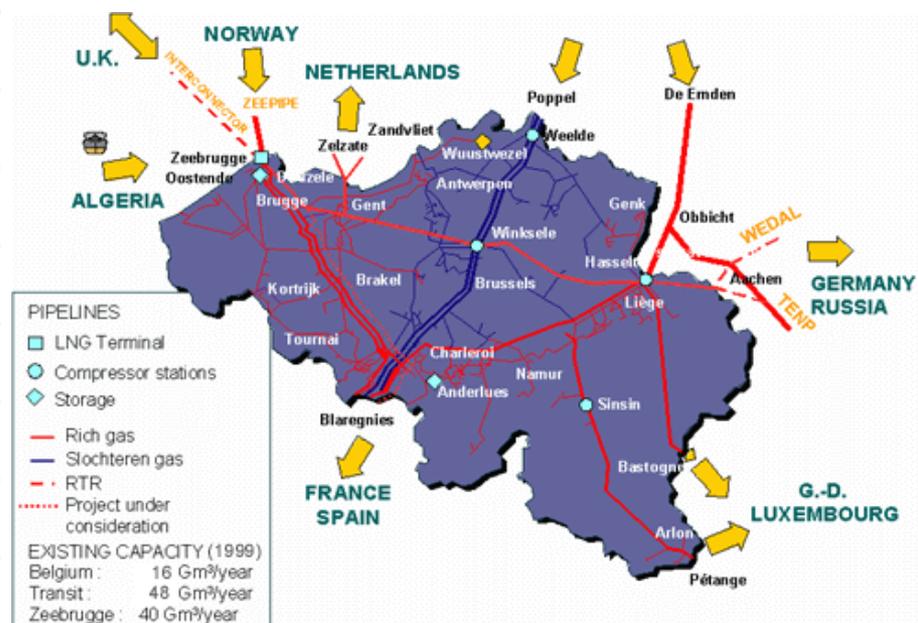
Puissance nominale			
pour une température d'eau primaire de 80/60 °C	kW	285	370
pour une température d'eau primaire de 70/50 °C	kW	295	383
pour une température d'eau primaire de 40/30 °C	kW	314	408
Rendement à charge nominale			
pour une température d'eau primaire de 80/60 °C	%	96,8	96,8
pour une température d'eau primaire de 70/50 °C	%	100,2	100,2
pour une température d'eau primaire de 40/30 °C	%	106	106
Rectes d'entretien à charge nominale			

La chaudière à condensation n'aura un bon rendement que si on lui envoie de l'eau froide !

Pouvoir calorifique inférieur

- Le Pouvoir calorifique inférieur (PCI) des différents combustibles

Gaz naturel H (Algérien)	10.8 [kWh/m ³]
Gaz naturel L (Slochteren)	9.3 [kWh/m ³]
Propane	12.8 [kWh/kg]
Butane	12.6 [kWh/kg]
Mazout	10.0 [kWh/l]
Charbon	8.6 [kWh/kg]
Pellets (bois)	4.9 [kWh/kg]
Copeaux de bois	3.0 [kWh/kg]
Bûches, sèches	4.2 [kWh/kg]
Bûches, humides	2.5 [kWh/kg]



Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
 - **Chaudières à brûleur pulsé et brûleurs**
 - Chaudières gaz atmosphériques
 - Chaudières étanches
 - Chaudières basse température
 - Chaudières à condensation
 - Cascades entre chaudières
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

Chaudières à brûleur pulsé (gaz ou mazout)

- Chaudières dites à foyer pressurisé (déplacement des fumées grâce à la pression du ventilateur)
- Le brûleur est choisi indépendamment de la chaudière



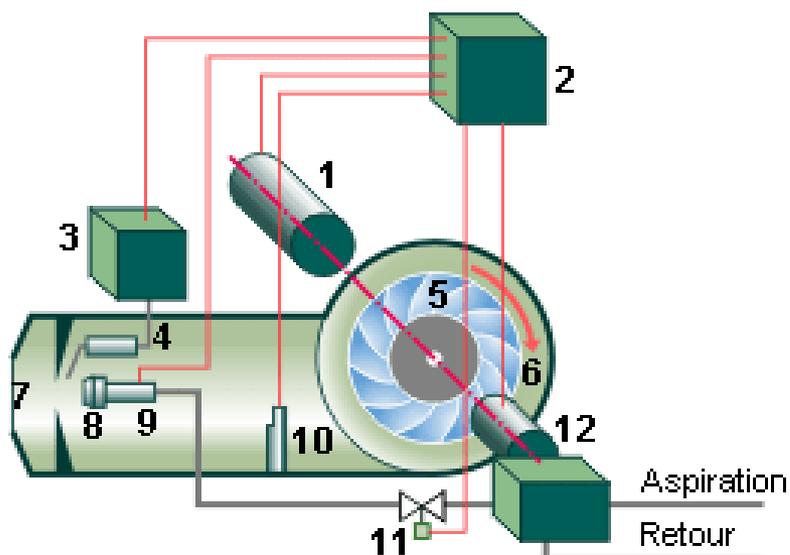
Avantages

- Faibles pertes à l'arrêt
- Rendement de combustion élevé si le brûleur est bien réglé ... 94-95%
- Rendements améliorés si brûleur à 2 allures ou modulant
→ Les + performantes parmi les chaudières « traditionnelles »

Inconvénients

- Plus difficile à régler
- Bruit
- Coûts d'installation

Brûleur pulsé mazout



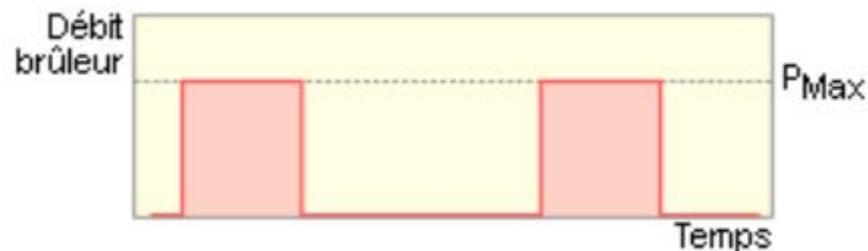
Brûleur mazout à air pulsé :

1. **moteur,**
2. boîte de contrôle,
3. transformateur,
4. électrodes,
5. **ventilateur,**
6. volute,
7. déflecteur,
8. **gicleur,**
9. réchauffeur,
10. cellule photosensible,
11. électrovanne,
12. **pompe** et régulateur de pression

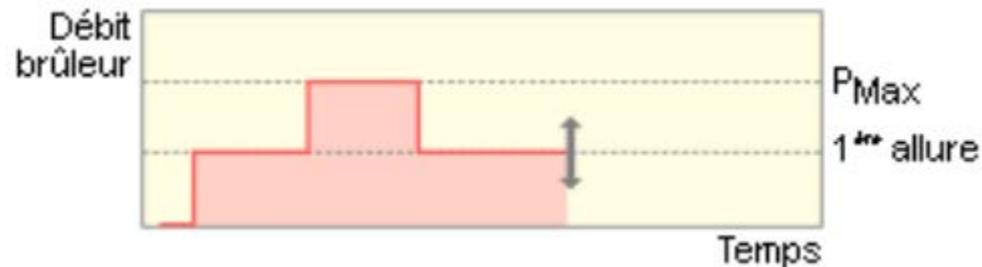
Modes de fonctionnement des brûleurs pulsés

3 modes de fonctionnement :

- Brûleur 1 allure (tout ou rien)



- Brûleur 2 allures (petite et grande flamme)



- Brûleur modulant (flamme variable)



Brûleur pulsé

- Quel est l'intérêt d'avoir plusieurs allures ?

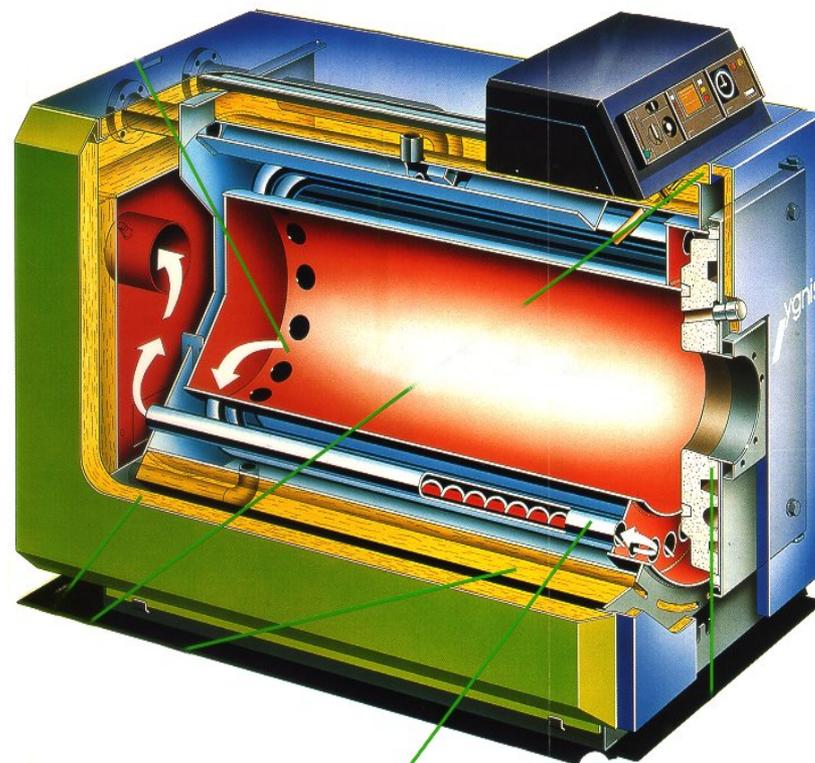
Si on a une petite flamme dans un grand échangeur, les fumées seront plus froides en sortie de chaudière

→ Meilleur rendement !

Enjeu énergétique

2 .. 3 % de rendement de combustion en plus !

≈ 2 à 3 % de consommation en moins !



Brûleurs à 2 allures

- Potentiel d'économies ?



2 % de rendement de combustion en plus

≈ 2 % de consommation en moins !

Exemple : chaudière qui a un rendement de 90% en grande allure et qui consomme 350 000 kWh x 0,06 €/kWh = 21000 €/an.

2 % d'économies : 0,02 x 21 000 = 420 € / an... en tournant 1 bouton (il faut tourner le bon !)

Brûleurs à 2 allures

- Comment les allures sont-elles commandées ?

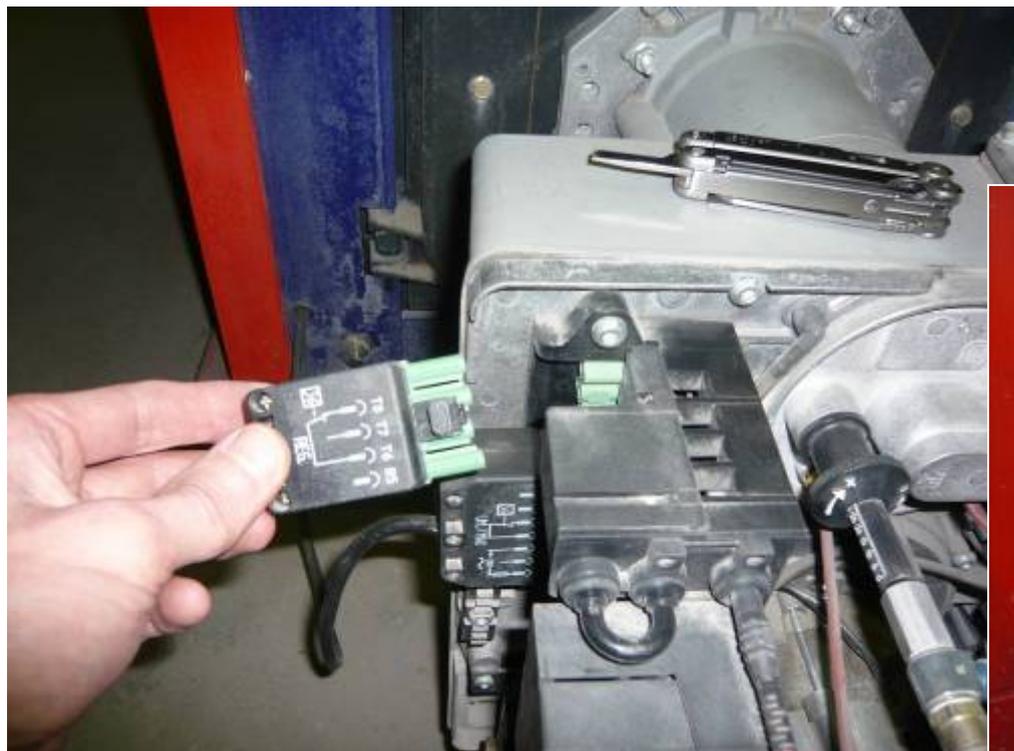
Via des aquastats

➔ *Comment régler correctement ces aquastats ?*



Améliorer une chaufferie existante

- Vérifier si la fiche alimentant la petite allure du brûleur est bien câblée et branchée



> Broche verte non câblée...



Consigne allure 1 = petite allure = petite flamme

Consigne allure 2 = grande allure = grande flamme

Une chaudière à deux allures :

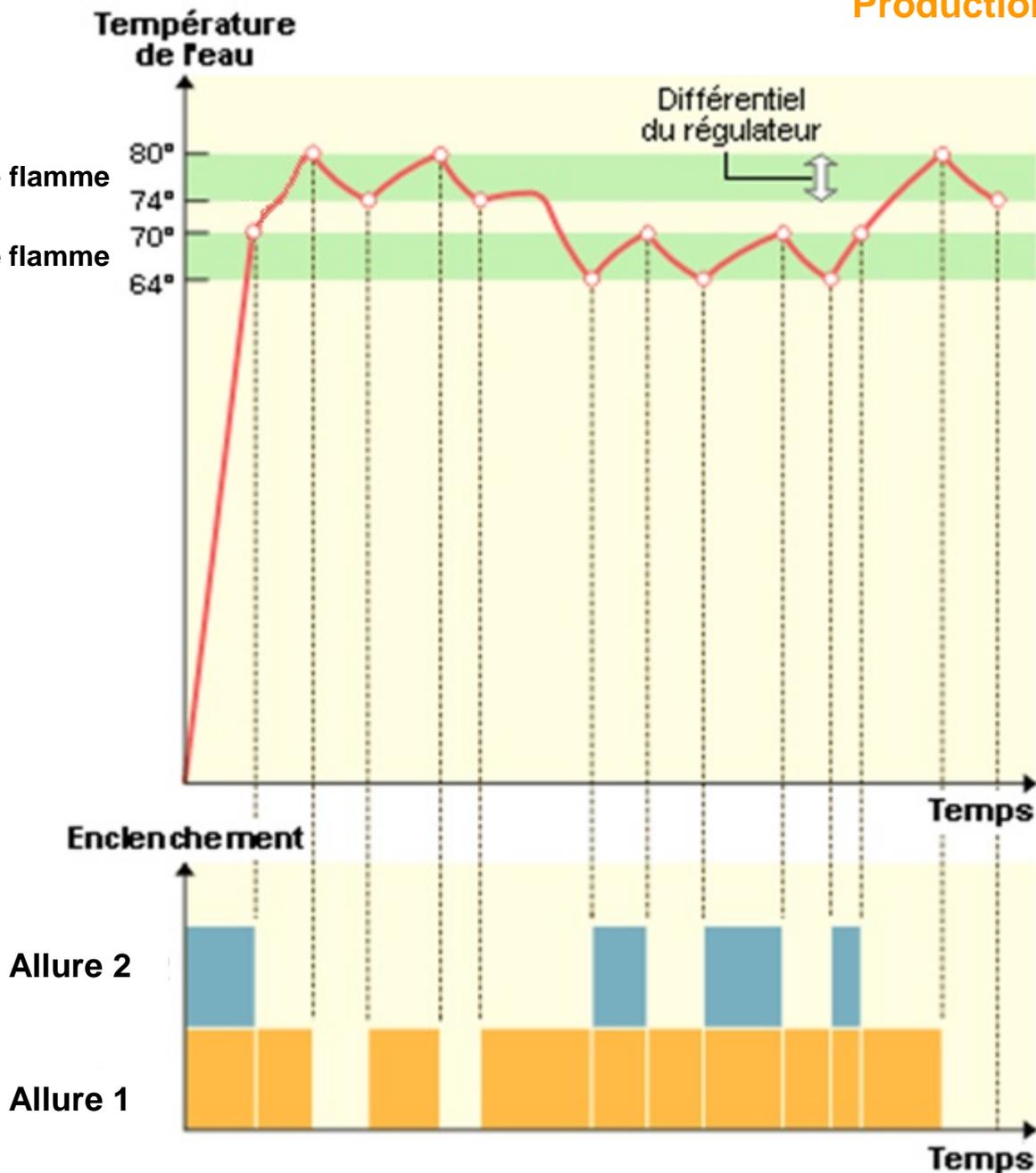
ordre

d'enclenchement des allures d'un brûleur

... pour une régulation basée sur des aquastats

T° aquastat petite allure > T° aquastat grande allure !

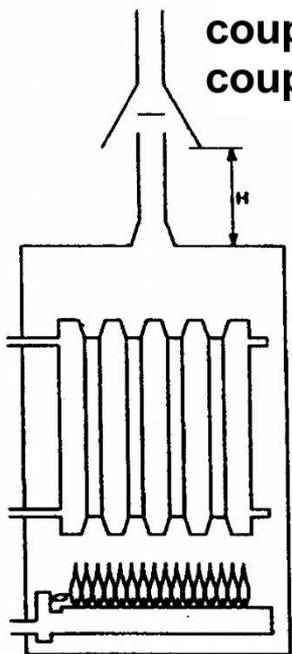
(sinon, fonctionnement permanent en grande allure)



Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
 - Chaudières à brûleur pulsé et brûleurs
 - **Chaudières gaz atmosphériques**
 - Chaudières étanches
 - Chaudières basse température
 - Chaudières à condensation
 - Cascades entre chaudières
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

Chaudières gaz atmosphériques



coupe-tirage/registre
coupe-feu

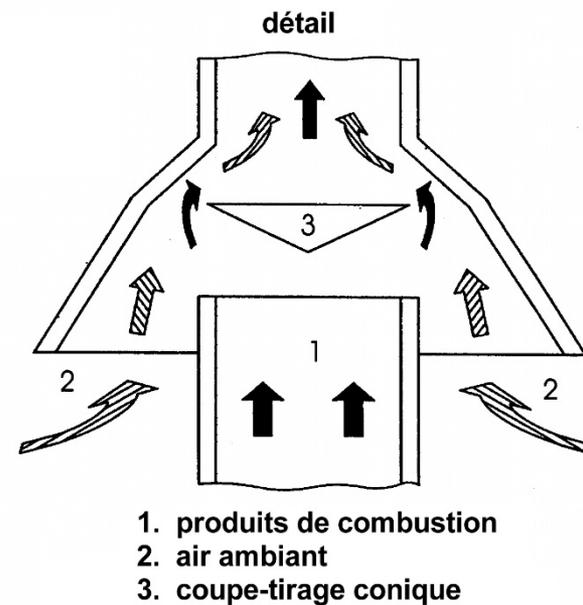
chaudière au
gaz naturel



Chaudières gaz atmosphériques



Coupe-tirage



Chaudières gaz atmosphériques

- Caractéristiques :
 - Technologie constructive **simple**
 - La **combustion** se fait à la **pression atmosphérique**
 - **Foyer ouvert** sur l'ambiance
 - Brûleur = rampe gaz intégrée dans la chaudière
 - **Pas de ventilateur** sur le brûleur → **Pas de bruit**
(parfois un ventilateur d'évacuation des fumées)
 - Présence d'un **coupe tirage**
(parfois visible sous la forme conique)
 - Allumage par veilleuse pour les anciennes chaudières
Allumage électronique pour les chaudières actuelles

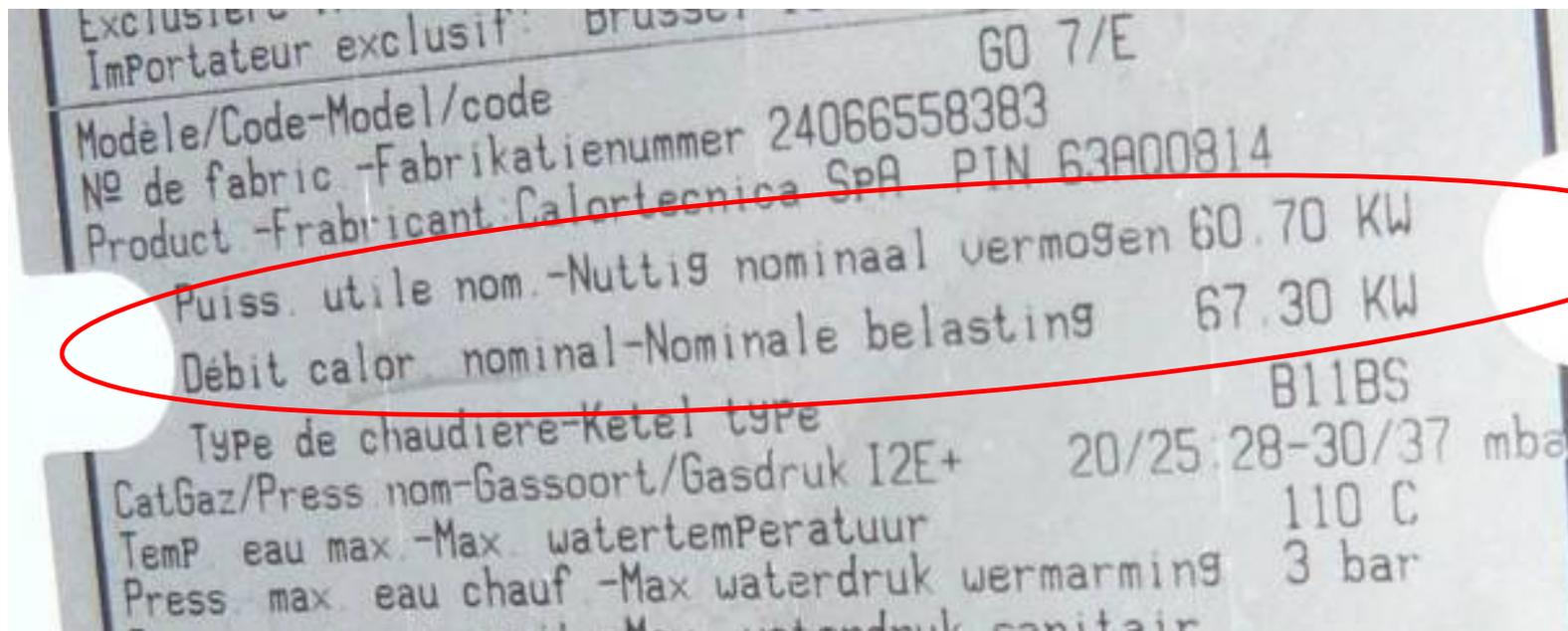
Chaudières gaz atmosphériques

- Caractéristiques (suite) :
 - **Pas de réglage possible de la combustion** (réglage d'usine). **Pas de mesure de combustion possible.**
 - **Rendement de combustion parfois médiocre** (excès d'air non maîtrisé)
 - **Pertes à l'arrêt plus importantes** (foyer ouvert en permanence)
 - **Production d'NO_x plus importante.**

$$\eta_{\text{comb}} = 85 \dots 91\%$$

Chaudières gaz atmosphériques

- Détermination du rendement de combustion



$$\eta_{comb} = 60,7 / 67,3 = 90 \%$$

$\eta_{combustion}$ courants = 85 ... 91%

Brûleur atmosphérique vs pulsé



Atmosphérique

Pulsé

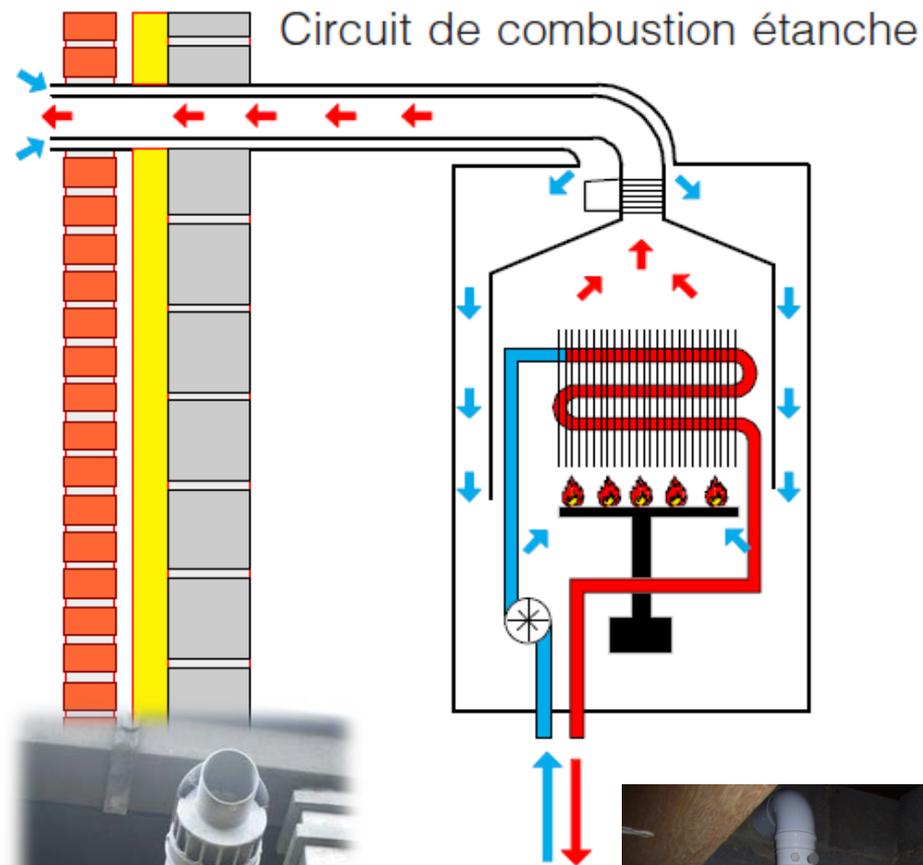
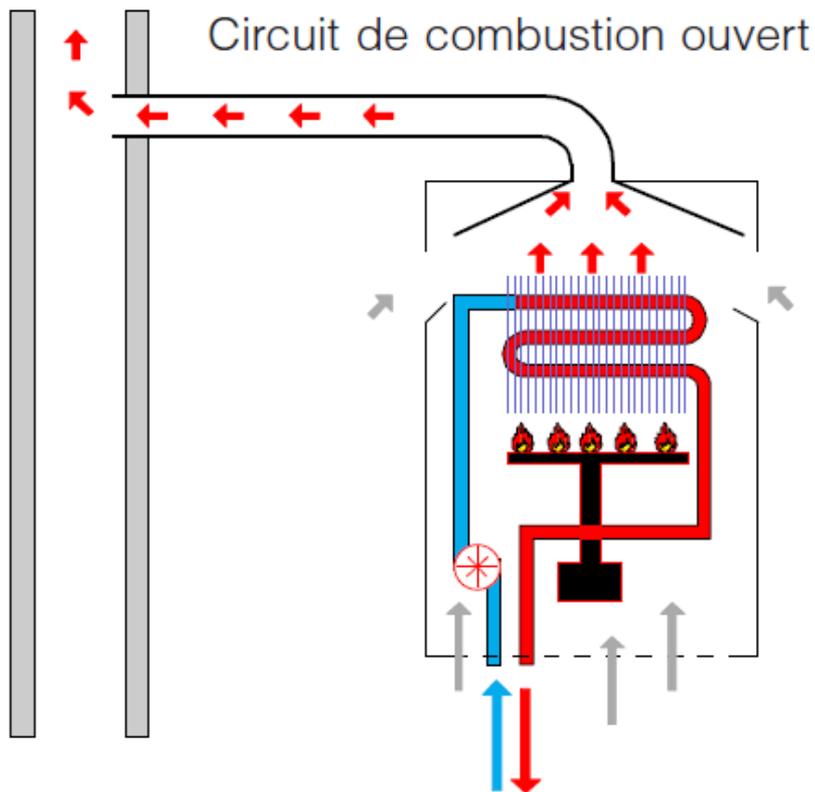
Coût	+	++
Bruit	Absence de bruit (pas de ventilateur)	Plus bruyant
Emission de polluants	Élevé	Faible
Pertes à l'arrêt	Elevée	Faible
Facilité d'installation et réglage	Facile	Plus difficile
Rendement saisonnier	Médiocre (75...91%)	Bon (86...93%)



Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
 - Chaudières à brûleur pulsé et brûleurs
 - Chaudières gaz atmosphériques
 - **Chaudières étanches**
 - Chaudières basse température
 - Chaudières à condensation
 - Cascades entre chaudières
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

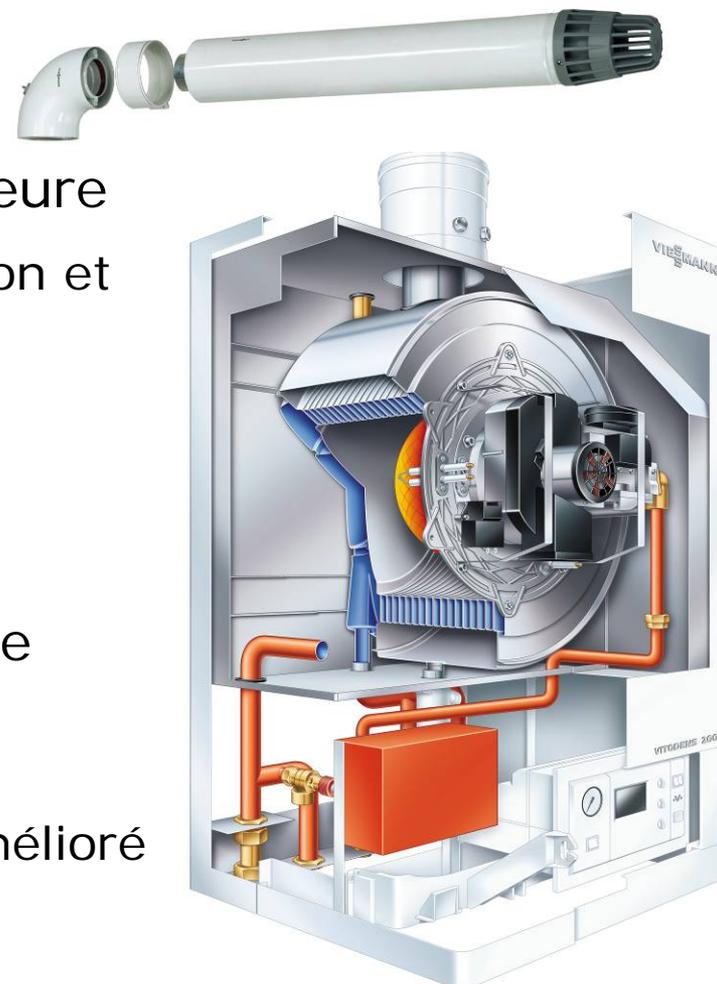
Chaudières étanches



Chaudières étanches

- Avantages :

- Meilleure sécurité si prise d'air extérieure (limite les risques de mauvaise combustion et de production de CO toxique)
 - Meilleur contrôle de l'excès d'air
 - Possibilité de modulation de puissance
- rendement de combustion parfois amélioré
- pertes à l'arrêt réduites



Chaudières : sommaire

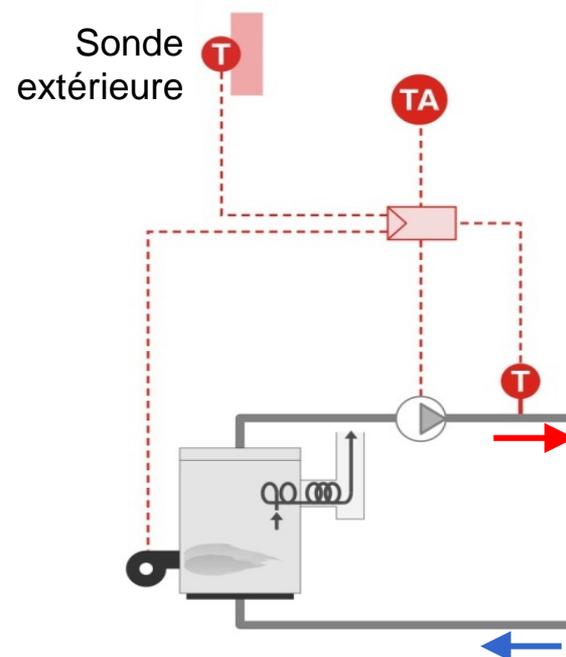
- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
 - Chaudières à brûleur pulsé et brûleurs
 - Chaudières gaz atmosphériques
 - Chaudières étanches
 - **Chaudières basse température**
 - Chaudières à condensation
 - Cascades entre chaudières
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

Chaudières (très) basse T° (mazout ou gaz)

- Chaudière traditionnelle « Basse température » : température moyenne d'eau > 50...60 °C = contrainte
- Chaudière traditionnelle « Très basse température » : aucune contrainte pour la température d'eau

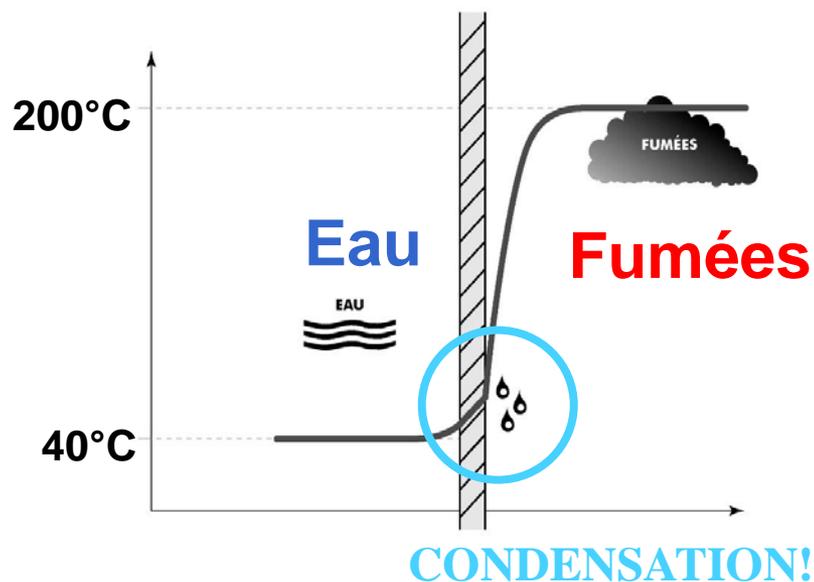
Intérêts :

- Diminuer les pertes :
 - Dans la chaufferie (chaudières en fonctionnement et à l'arrêt)
 - Via les conduites de distribution

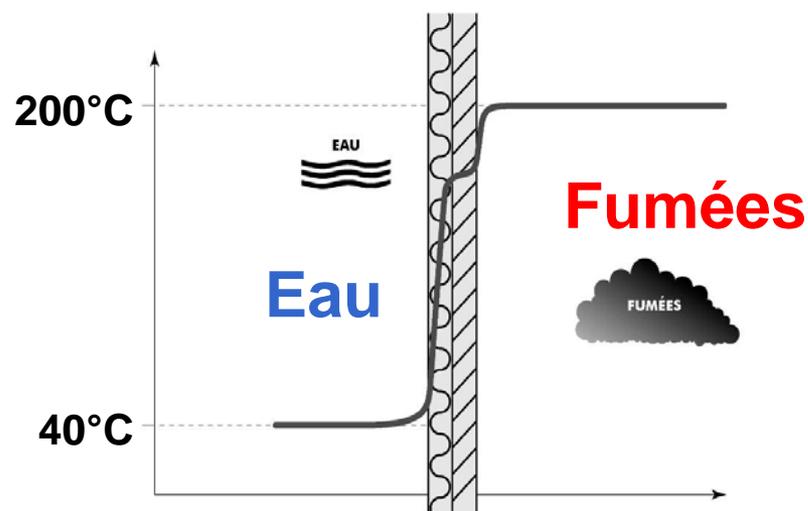


Chaudières très basse T° (mazout ou gaz)

Echangeur à parois simples



Echangeur à doubles parois



Echangeur de chaleur conçu pour que

T_{paroi} côté fumée > point de rosée (.. 45°C .. pour le fuel et .. 55°C .. pour le gaz)

Chaudières très basse T° (mazout ou gaz)

- Conclusion :
 - On isole pour freiner l'échange ...
... le comble pour un échangeur !
 - Technologie uniquement intéressante pour pouvoir réguler la chaudière en T° glissante sans risquer de condenser dans la chaudière.



Et pourquoi vouloir éviter la condensation si ce phénomène permet de gagner de l'énergie ?

→ Ces chaudières ne sont pas prévues pour condenser : s'il y a condensation, il y a risque de corrosion de la chaudière !

Chaudières : sommaire

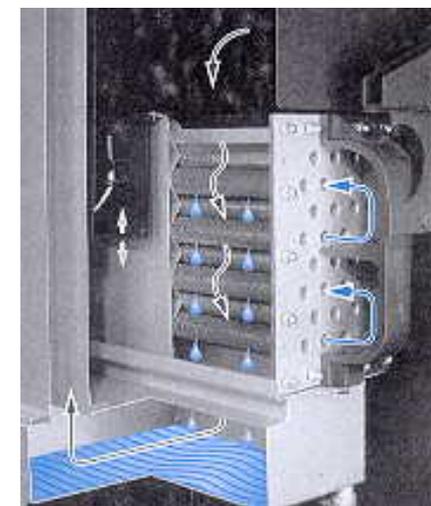
- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
 - Chaudières à brûleur pulsé et brûleurs
 - Chaudières gaz atmosphériques
 - Chaudières étanches
 - Chaudières basse température
 - **Chaudières à condensation**
 - Cascades entre chaudières
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

Chaudières à condensation

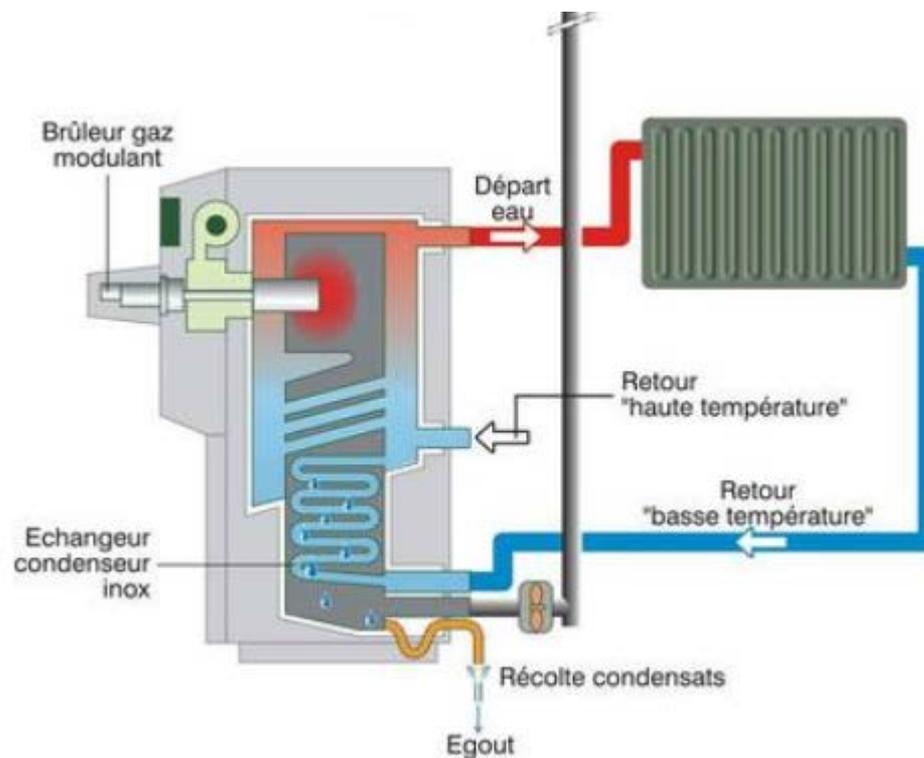
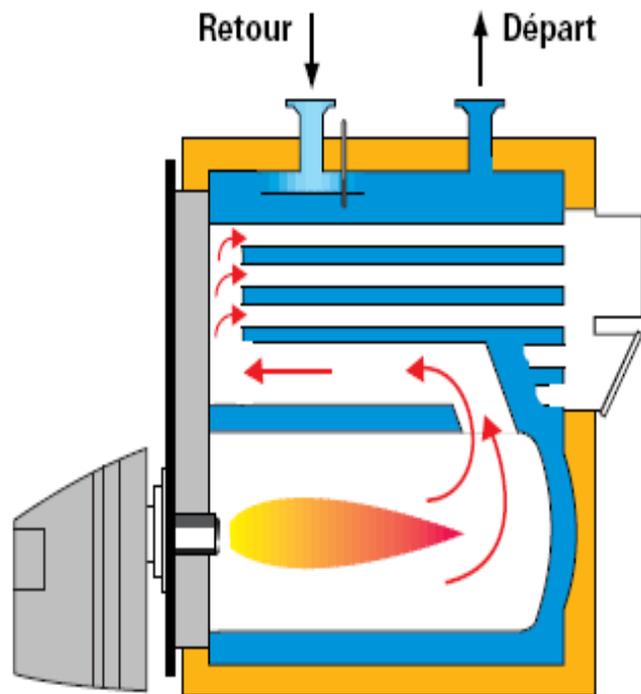
Production



- Principe :
 - refroidir les fumées jusqu'à récupérer la chaleur de vaporisation de l'eau contenue dans les fumées
- Intérêts :
 - Rendement de combustion excellent
 - Encore diminuer les pertes à l'arrêt
 - **Rendement saisonnier de production : 97 ... 105%**
- Gain énergétique potentiel sur la consommation annuelle :
 - de **8%** par rapport à une bonne chaudière à brûleur pulsé
 - ... à **20%** par rapport à une mauvaise chaudière atmosphérique



Chaudière Basse T° vs À condensation



Chaudière (très) basse température

$$T_{\text{fumées}} \sim 120^{\circ}\text{C}$$

Chaudière à condensation

$$T_{\text{fumées}} \sim T_{\text{eau retour}} + 5 \text{ à } 10^{\circ}\text{C}$$

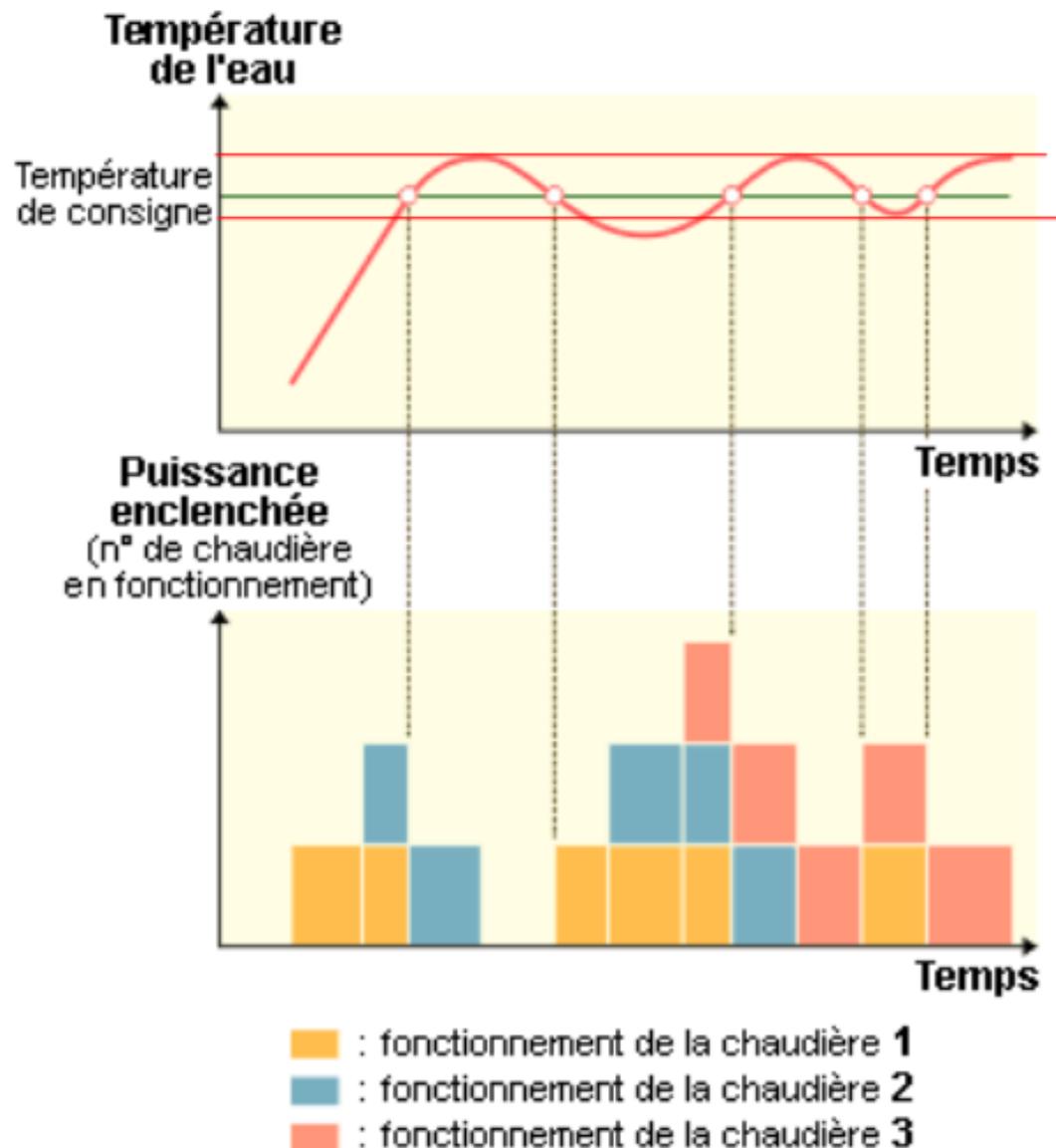
Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
 - Chaudières à brûleur pulsé et brûleurs
 - Chaudières gaz atmosphériques
 - Chaudières étanches
 - Chaudières basse température
 - Chaudières à condensation
 - **Cascades entre chaudières**
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

Cascade entre chaudières

- Principe :

Mise en service d'une ou de plusieurs chaudières en fonction des besoins de chauffage

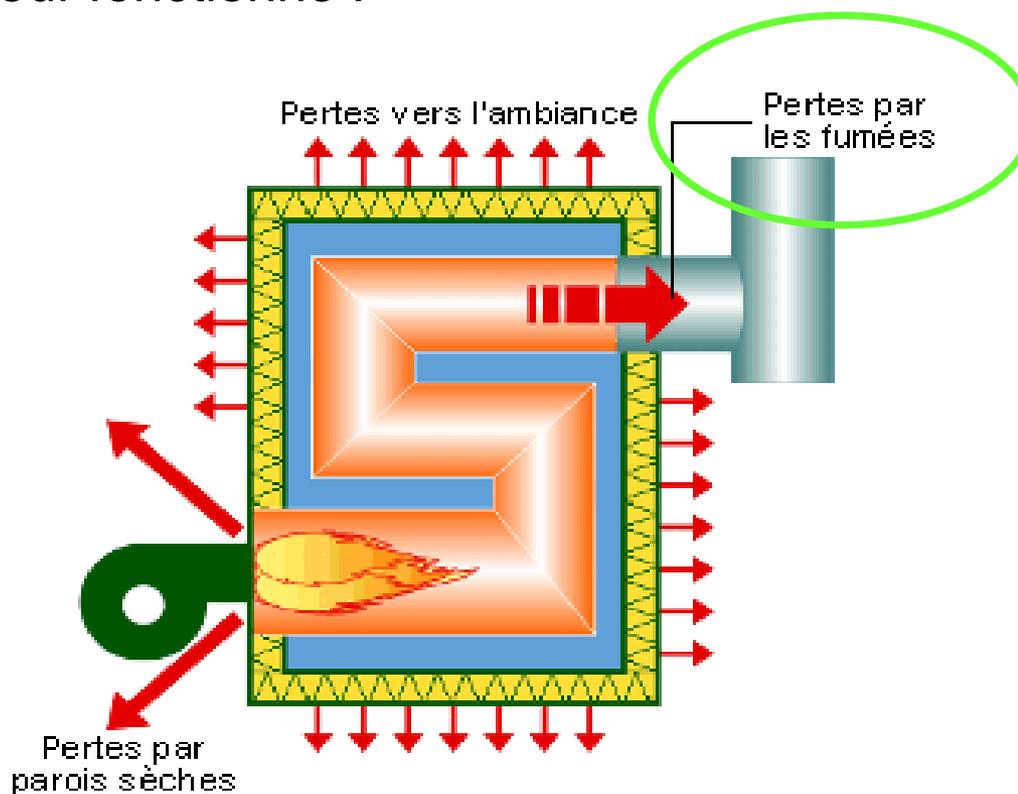


Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
 - Pertes en fonctionnement
 - Pertes à l'arrêt
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & normes**

Pertes dans une chaudière

Quand le brûleur fonctionne :

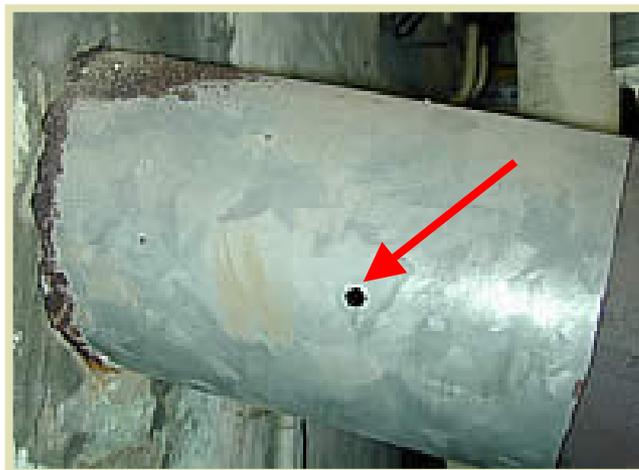


Evaluer les paramètres de combustion

Sur une chaudière à brûleur pulsé, les pertes par les fumées sont mesurées à l'aide d'un analyseur de combustion électronique



Orifice dans la buse de raccordement à la cheminée pour la mesure du rendement de combustion



Attestation de contrôle périodique

ATTESTATION DE CONTRÔLE/ENTRETIEN D'UN GÉNÉRATEUR DE CHALEUR - COMBUSTIBLE GAZEUX/LIQUIDE
BRÛLEUR UNE ALLURE/DEUX ALLURES - RÉGION BRUXELLES/WALLONNE

Date du contrôle:

ENTREPRISE
Nom:
Rue et numéro:
Code postal & localité:
Tél.: Fax:
Courriel:
N° Entreprise:

PERSONNE RESPONSABLE DE L'INSTALLATION TECHNIQUE
Nom de la personne:
Entreprise (si pertinent):
Rue et numéro:
Code postal - commune:
Tél.: Fax:
Courriel:
Localisation du générateur si différente:

TYPE DE TRAVAUX
RÉGION BRUXELLES
 Nettoyage et vérification du système d'aération
 Nettoyage et vérification du système de la chaudière
 Nettoyage rampe de brûleur atmosphérique
 Nettoyage brûleur à air pulsé
RÉGION WALLONNE
 contrôle périodique
 1° contrôle de mise en conformité
 2° contrôle de mise en conformité
 contrôle en vue d'une remise en fonctionnement

COMBUSTIBLE (si multi combustible, mentionner les différents combustibles)
 Liquide Gazol Gazol extra Fuel lourd Autre:
 Gazol Gaz naturel Propane Butane Biogaz Autre:

CHAUDIÈRE
N° de générateurs dans le local de chauffe:
Identification du générateur (si possible):
Modèle: A B C
Type unit: Unit Non
Plaque signalétique: présent/absent
Marque: Type:
Pressions nominale utile (MUL) (kPa):
Année de fabrication (Y):
Générateur à condensation: Oui Non

BRÛLEUR
 atmosphérique à air pulsé (séparé) intégré
 1 allure 2 allures modulant
Si d'application
Plaque signalétique: présent absent
Marque: Type:
Débit: (kg/h ou l/h ou m³/h)
Année de fabrication (Y):

INSTALLATION DE CHAUFFAGE CENTRAL
Fluide caloporteur: Eau Vapeur basse pression Huile thermique Air
Production chaleur: Chauffage ECS Chauffage + ECS

INTRODUCTION DE LA DEMANDE INITIALE DE PERMIS D'URBANISME:
RÉGION BRUXELLES
 Avant le 1/6/2011 Avant le 29/05/2009
 Après le 1/6/2011 Après le 29/05/2009
Réponse à la question précédente ci-dessus:
 De l'entretien de l'âge de l'édifice sur base de son observation
 D'informations écrites fournies par l'utilisateur / le propriétaire
 De la présentation de la demande initiale de permis d'urbanisme ou du permis d'urbanisme par l'utilisateur/le propriétaire

CONTRÔLES
1. OFFICES DE MESURE (2)
Le générateur est-il équipé de l'équipement d'être équipé d'offices de mesure? OUI NON
Si réponse = NON (= il doit être équipé d'offices)
 Présent et conforme
 Présent et non conforme
 Absent et taché/vermoulu non réalisable
Remarque - Cause de non conformité:

2. VÉRIFICATION DE LA CHAUDIÈRE - CHAUFFAGE
L'état général de la chaudière est-il correct? OUI NON SANS OBJET
La modulation de puissance de la chaudière répond-elle aux exigences? (voir)
Les dispositifs de sécurité de la chaudière sont-ils en ordre?
Fuite de combustible? (si non, état légal de la fuite de combustible) (voir)

3. MESURES (2)
Unité Appliquée Mesures initiales (voir) Mesures finales Adéquates Conformité
Allure 1 Allure 2 Allure 1 Allure 2 OUI NON OK

Température d'eau (4)	°C	1-2							
Gicleur atmosphérique	l	1							
Gicleur réglé	l/min	1							
Gicleur réglé	l	1							
Pression pompe	bar	1							
Pression gaz	mbar	2							
Dépression cheminée	Pa	1-2							
Indice de suie	Bacharach	1							
Teneur en CO	%	1-2							
Teneur en CO2	%	1-2							
Temp. des gaz de combustion	°C	1-2							
Temp. de l'air de combustion	°C	1-2							
Température ambiante	°C	1-2							
Rendement de combustion	%	1-2							

Application: 1. combustible liquide - 2. combustible gazeux
Les résultats des mesures sont à joindre à cette attestation

ATTENTION: Si un brûleur à 2 allures ne peut être maintenu pendant un temps suffisamment long sur la (les) puissance(s) inférieure(s) à la puissance nominale pour permettre le mesurage, réaliser une combustion à l'installation et conserver la mesure à la puissance nominale.

LOCAL DE CHAUFFE - AMÉE D'AIR - ÉVALUATION DES GAZ DE COMBUSTION (3) OUI NON SANS OBJET
Quel est le mode de ventilation choisi?
Carbone: dépôt d'humidité des gaz de combustion?
Présence d'oxyde de carbone dans les produits de combustion des fumées? (voir)
En cas de non-conformité: → causes de non-conformité et actions à entreprendre:

DECLARATION DE CONFORMITÉ (1)
Le générateur/générateurs de chaleur - local de chauffe - dispositif de ventilation - dispositif d'évacuation des gaz de combustion est conforme à la législation en vigueur:
 OUI Remarque:
 NON Remarque:

PROCHAINES RÉFÉRENCES (2)
RÉGION BRUXELLES
 Prochain contrôle périodique effectué à réaliser au plus tard le:
 De mise en conformité à réaliser dans les 5 mois à dater de cette attestation:

RÉGION WALLONNE
 de contrôle périodique réglementaire à réaliser entre le: et le:
 de contrôle après intervention de mise en conformité au plus tard le:
 de contrôle en vue d'une remise en fonctionnement après mise en conformité
 d'entretien (personnel) au plus tard le:

Attestation de contrôle périodique établie par:
Nom:
Fonction: Technicien agréé Responsable
N° d'agrément:

Attestation de contrôle périodique reçue par:
Nom:
Qualité:
Signature:

Vérifier la complétude et les valeurs indiquées sur les attestations d'entretien !

- Date
- Débit du gicleur [gal/h]
- Pression de la pompe [bar]
- Dépression cheminée [Pa]
- Emission de suie mesurée [Bacharach]
- Teneur en CO₂ [%]
- T° cheminée et ambiante [°C]
- Rendement de combustion [%]

3. MESURES (3)									
	Unité	Application	Mesures initiales (RBC)		Mesures finales		Exigences	Conformité	
			Allure 1	Allure 2	Allure 1	Allure 2(*)		OK	Non OK
Température d'eau (4)	°C	1-2			74	74			
Gicleur: marque/type	/	1			<i>Danfoss/S</i>	<i>Danfoss/S</i>			
Gicleur: débit	USG/h	1			4,5	3,0			
Gicleur: angle	°	1			60	60			
Pression pompe	bar	1			14	14			
Pression gaz	mbar	2							
(dé)pression cheminée	Pa	1-2		→	16	16			
Indice fumée	Bacharach	1			0	0			
Teneur en O ₂	%	1-2			3,8	3,9			
Teneur en CO ₂	%	1-2	→		12,6	12,5			
Teneur en CO	mg/kWh	1-2		→	10	16			
Tem. des gaz de combustion	°C	1-2			143,1	185,4			
Temp.de l'air de combustion	°C	1-2			25,2	25,2			
Température nette	°C	1-2	→		117,9	160,2			
Rendement de combustion	%	1-2	→		94,5	92,6			
Application = 1: combustible liquide – 2: combustible gazeux									
Les tickets des résultats de mesure sont à agraffer à cette attestation									

(*) ATTENTION: Si un brûleur à 2 allures ne peut être maintenu pendant un temps suffisamment long sur la (les) puissance(s) inférieure(s) à la puissance nominale pour permettre la mesure, mettre une croix ici et effectuer uniquement la mesure à la puissance nominale.

Réglage d'un brûleur

- **Valeurs cibles** pour les paramètres de combustion présents sur l'attestation d'entretien

	Ancienne chaudière de 20 ~ 25 ans	Nouvelle chaudière non à condensation	
T° fumées	~ 180	~ 120	°C
Taux CO2 mazout	12,5 .. 13	12,5 .. 13	%
Taux CO2 gaz	10 .. 11	10 .. 11	%
Taux CO	0	0	ppm
Excès d'air	~ 20	~ 20	%
Tirage	~ 10 .. 15	~ 10 .. 15	Pa
Rendement	~ 90 .. 92	~ 94 .. 95	%

→ En dessous de 88 %, le rendement de combustion doit être considéré comme inacceptable et une amélioration doit être apportée.

Réglage d'un brûleur

• Principales causes d'un mauvais rendement :

Rendement de combustion =

$$100 - f \times (T_{\text{fumée}} - T_{\text{ambiante}}) / \%CO_2$$

Il y a problème si :

- % CO₂ < 12 .. 13 en fuel, 9 .. 10 % en gaz
 - Entrées d'air parasites ?
 - Mauvais réglage ? Excès d'air trop important ?
- température de fumée > 200°C
 - Encrassement (Bacharach >1, CO > 75 ppm) ?
 - Propreté de la chaufferie ?
 - Mauvais tirage (>20 Pa; <10 Pa) ?
 - Régulateur de tirage ?
 - Ventilation de la chaufferie ? (1 .. 1,5 dm² / 17,5 kW)



Réglage d'un brûleur

- Enjeu énergétique :

1 % de rendement de combustion en plus

≈ 1 % de consommation en moins !

*Exemple : chaudière qui a un rendement de 90% et qui consomme
350 000 kWh x 0,06 €/kWh = 21000 €/an.*

Si le rendement est peu performant, dans certains cas, un meilleur réglage semble être possible

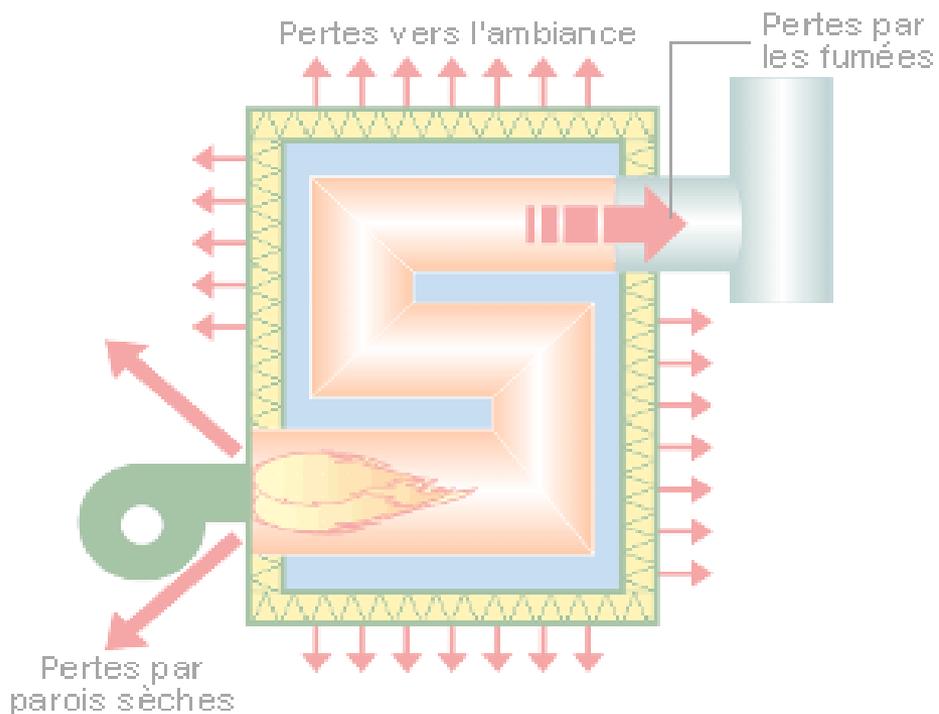
⇒ **Interroger le chauffagiste** sur la faisabilité d'affiner le réglage

*Si rendement amélioré à 91% : $350000 \times (1 - 90/91) = 3850$ kWh
économisés soit $3850 \times 0,06 = 230$ €/an*

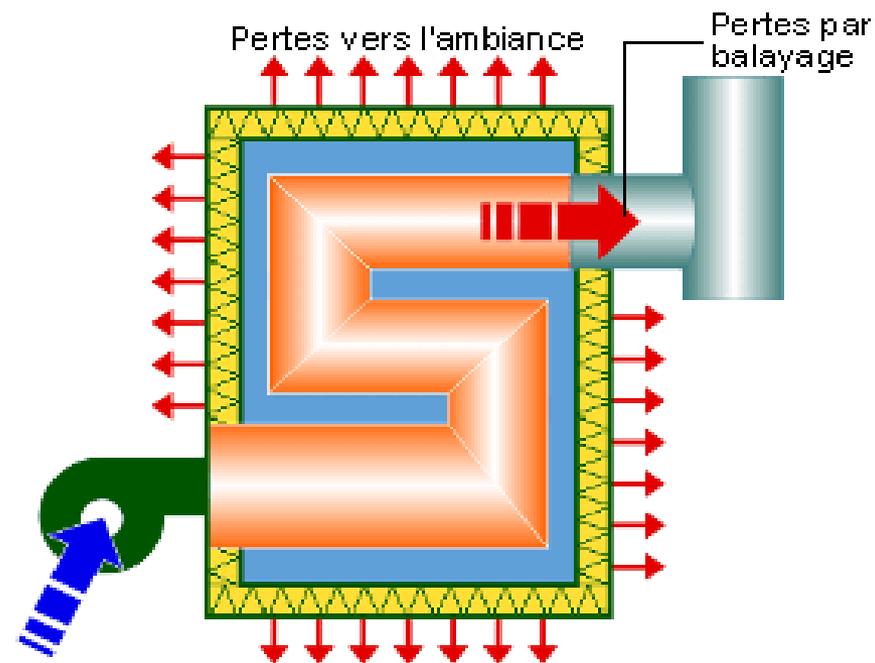
> Si on ne peut améliorer le rendement au-delà de 90 % (limite généralement acceptable), il faut envisager le remplacement du brûleur ou de l'ensemble chaudière-brûleur

Pertes dans une chaudière

Quand le brûleur fonctionne :



Quand le brûleur est à l'arrêt :



Pertes à l'arrêt

$$\text{Pertes à l'arrêt} = \alpha_e \cdot \text{Puissance chaudière} \cdot \text{Temps d'arrêt}$$

α_e :

- Isolation de la jaquette (~âge)
- Localisation de la chaudière (T° amb.)
- Ouverture du foyer à l'arrêt du brûleur (clapet d'air)
- T° de l'eau (régulation)

Puissance chaudière
et temps d'arrêt :

- surdimensionnement de la chaudière (et brûleur)

Agir sur les pertes par balayage

→ clapet d'air du brûleur

Les pertes par balayage sont réduites lorsqu'un **clapet d'air** est présent et se ferme automatiquement lorsque le brûleur s'arrête.



Agir sur les pertes par balayage

→ clapet d'air du brûleur

> Aujourd'hui pratiquement tous les brûleurs rencontrés sur le terrain disposent d'un volet d'admission d'air motorisé (datant après 1985)

> Dans certains cas, on constate qu'il ne se referme pas à l'arrêt (souvent la raison d'un mauvais câblage électrique ou parfois d'un problème mécanique)

⇒ **Un courant d'air permanent refroidit la chaudière lorsqu'à l'arrêt**

• Enjeu énergétique :

0,5 à 1 % de la puissance nominale de la chaudière

Exemple : chaudière de 500 kW : $0,0075 \times 500 \text{ kW} = 3,75 \text{ kW}$

Durée de saison de chauffe : 5800 heures

→ $3,75 \text{ kW} \times 5800 \text{ h} = 21\,750 \text{ kWh}$ ou $21\,750 \text{ kWh} \times 0,06 \text{ €/kWh} = 1305 \text{ €/an}$

→ Bon dimensionnement

- Une installation correctement dimensionnée devrait fonctionner ~ 1/3 de la saison de chauffe, soit entre 1200 et 2000 h/an
- Pourquoi 1/3 ?
 - T° int. moyenne ~ 17°C
 - T° ext. moyenne ~ 7°C
 - T° int. de dimensionnement ~ 20°C
 - T° ext. de dimensionnement ~ -10°C

$$\left. \begin{array}{l} T^{\circ} \text{ int. moyenne} \sim 17^{\circ}\text{C} \\ T^{\circ} \text{ ext. moyenne} \sim 7^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 10^{\circ}\text{C}$$

$$\left. \begin{array}{l} T^{\circ} \text{ int. de dimensionnement} \sim 20^{\circ}\text{C} \\ T^{\circ} \text{ ext. de dimensionnement} \sim -10^{\circ}\text{C} \end{array} \right\} \Delta T = 30^{\circ}\text{C}$$

Temps de fonctionnement du brûleur [h] =
Consommation [kWh/an] / Puissance brûleur [kW]

→ Bon dimensionnement

- Comment repérer un surdimensionnement de la chaudière ?
 - Temps de fonctionnement du brûleur < 4 min
 - Temps de fonctionnement annuel < ~ 1000 h/an
- Impact du surdimensionnement des chaudières :
 - Augmentation des temps d'arrêt et donc des pertes à l'arrêt
 - Diminution du temps de fonctionnement du brûleur et augmentation des séquences de démarrage

En pratique :

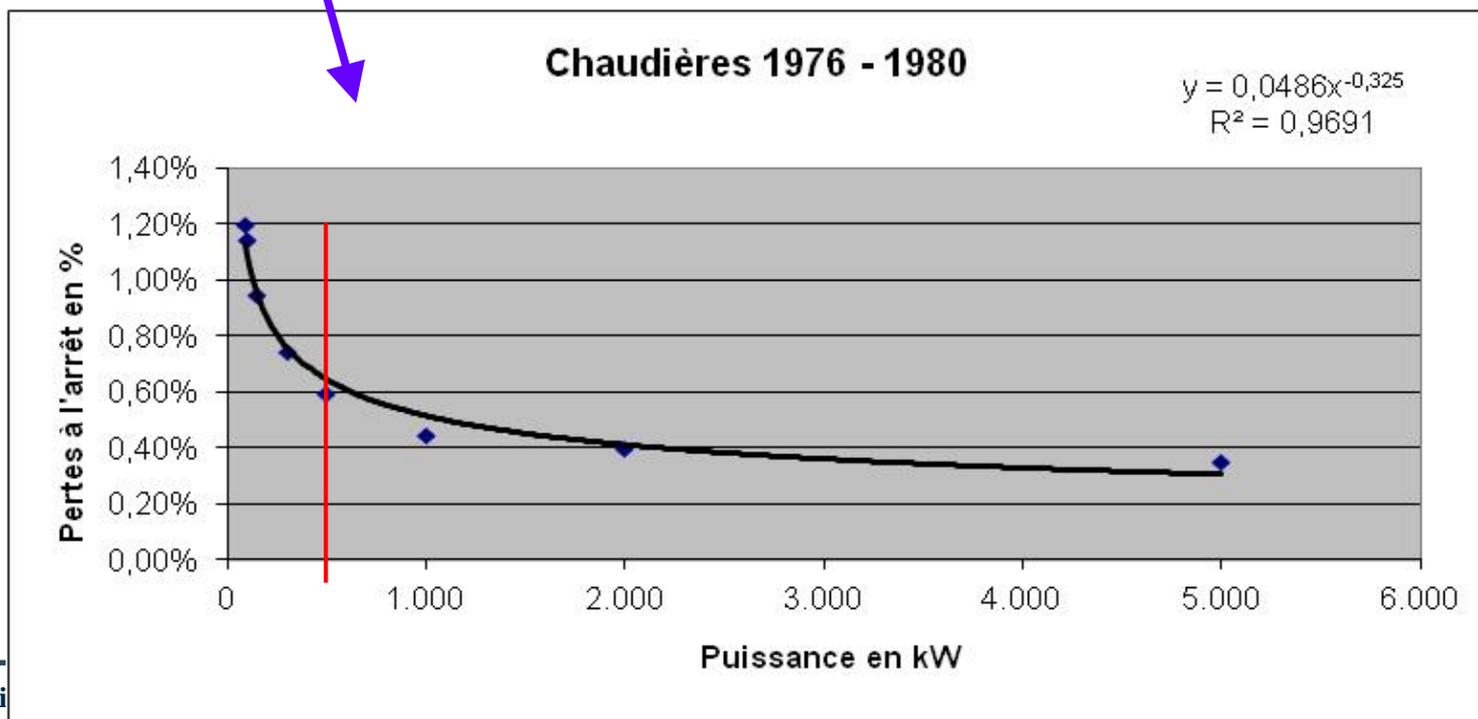
surdimensionnement important récurrent

→ souvent possible de mettre 1 chaudière à l'arrêt sur 2

Pertes à l'arrêt

Exemple d'une chaudière de 500 kW de 1980 dont la consommation combustible s'élève à 350 000 kWh

$$\text{Pertes à l'arrêt} = \alpha_e \cdot \text{Puissance chaudière} \cdot \text{Temps d'arrêt}$$



Pertes à l'arrêt

Exemple d'une chaudière de 500 kW de 1980 dont la consommation combustible s'élève à 350 000 kWh

$$\text{Pertes à l'arrêt} = \alpha_e \cdot \text{Puissance chaudière} \cdot \underline{\text{Temps d'arrêt}}$$

$$\begin{aligned} \text{Temps de fonctionnement du brûleur [h]} &= \\ \text{Consommation [kWh/an]} / \text{Puissance brûleur [kW]} &= \end{aligned}$$

$$350\,000 / 500 = 700 \text{ heures}$$

$$\begin{aligned} \text{Temps d'arrêt} &= \text{durée de la saison de chauffe} - \text{temps de fonctionnement} \\ &= 5800 - 700 = 5100 \text{ heures} \end{aligned}$$

$$\text{Pertes à l'arrêt} = 0,006 \times 500 \times 5100 = 15\,300 \text{ kWh}$$

$$\times 0,06 \text{ €/kWh} = 918 \text{ €/an}$$

Production – Chaudières : sommaire

- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
 - Terminologie
 - Evolution en fonction de la charge
 - Ordres de grandeur des rendements
- **Labels & normes**

Terminologie

- **Rendement de combustion**

- = Rendement instantané (quand le brûleur fonctionne)
- = Image des pertes par les fumées
- = Rendement mesuré par le chauffagiste pendant l'entretien
- = Rendement repris sur la fiche d'entretien

Typiquement ~90% pour une chaudière de 1980

- **Rendement saisonnier** (= Rendement annuel de la production)

- = $(\text{Cons.} - \text{Pertes comb.} - \text{Pertes arrêt}) / \text{Cons.}$
- = rapport entre l'énergie transmise à l'eau sur l'ensemble de la saison de chauffe et la totalité de l'énergie fournie par le combustible

Calculé par outil Energie+;

pour exemple (chaudière 1980 de 500 kW): 86,7 %

Pour une chaudière standard ...

Le rendement saisonnier diminue :

- **d'autant plus que la chaudière est surdimensionnée** (longtemps à l'arrêt)
- **d'autant plus vite que le facteur de perte à l'arrêt est important** (chaudière mal isolée ou pertes par balayage)

→ Si le facteur de perte à l'arrêt est faible (chaudière récente), l'effet d'un surdimensionnement est peu important

→ Si le facteur de perte à l'arrêt est important (ancienne chaudière), le surdimensionnement de la chaudière dégrade fortement le rendement saisonnier

Rendement saisonnier : calcul ! (voir outils Energie+)

Comparaison des chaudières

- Ordre de grandeur des **rendements de production saisonnier** :

- Chaudières gaz atmosphériques : 80 .. 91 %
- Chaudières fuel ou gaz à brûleur pulsé : 86 .. 93 %
- Chaudières gaz à condensation: 97 .. 103 %

*mauvais échangeur
régulation en température
constante*

*Bon échangeur
régulation en
température glissante*

Chaudières : sommaire

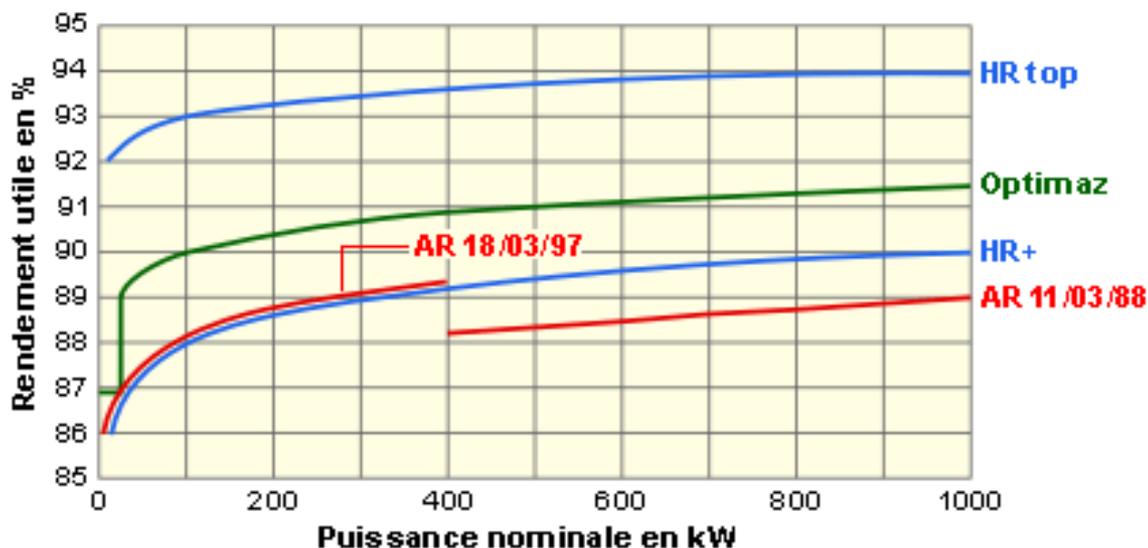
- **Notions théoriques**
- **Technologies existantes**
- **Pertes de chaleur dans une chaudière**
- **Rendements des chaudières**
- **Labels & Normes**
 - Les labels & Ecodesign
 - La PEB « systèmes »
 - Apports d'air dans le local de chauffe

Les labels

	Gaz	Mazout
Chaudières non à condensation	 <p>BGV-HR</p>  <p>HR+ ≥ 1998</p>	 <p>Optimaz < 2005</p>  <p>Optimaz ≥ 2005</p>
Chaudières à condensation	 <p>HR Top ≥ 1998</p>	 <p>Optimaz Elite < 2005</p>  <p>Optimaz Elite ≥ 2005</p>

Les labels

Comparaison des exigences des différents labels avec les exigences réglementaires pour le rendement utile à pleine charge



- Label HR+ pas plus strict que les exigences réglementaires
- Label HR Top n'impose pas que la chaudière condense réellement

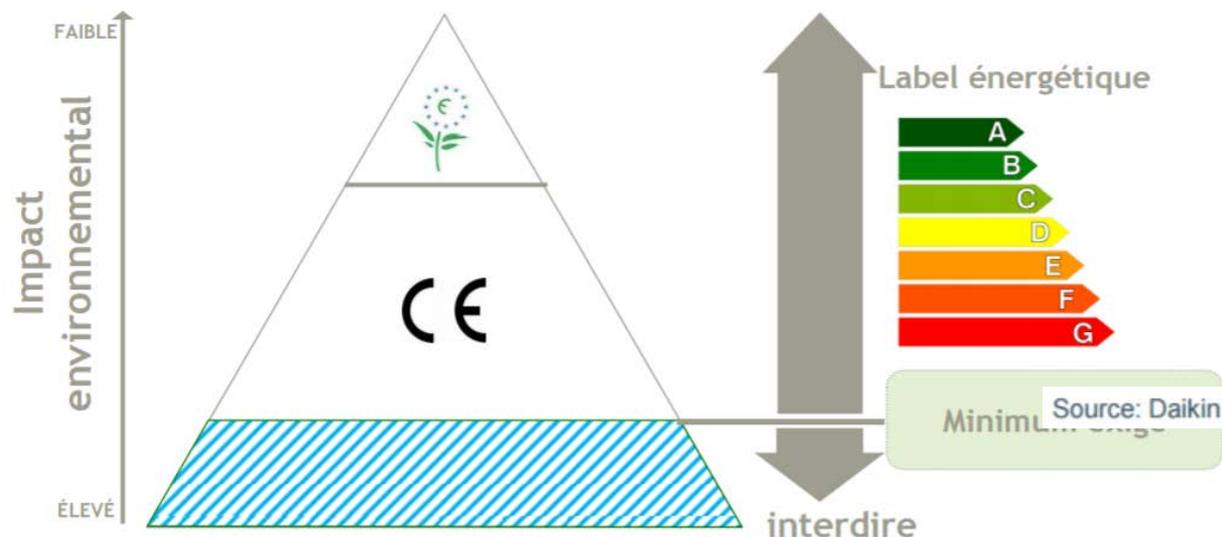
*Le rendement doit être de 95% à puissance nominale (température moyenne de l'eau à 70°C) et de 107% en charge partielle (30% de Pn et une température de retour de 30°C), **lorsque la condensation à lieu***

- Label Optimaz un peu plus exigeant mais encore peu sévère par rapport aux meilleurs équipements sur le marché
 - Les labels sont peu exigeants et ne permettent pas une comparaison des appareils entre-eux (pas de valeurs chiffrées). Néanmoins, ils offrent une garantie de contrôle du rendement par un organisme indépendant

Ecodesign & Energy labelling

En application depuis
le 26/9/2015.

But : réduire l'impact
environnemental des
produits



- Applicable pour les générateurs de chaleur ≤ 400 kW
- Rendement de production saisonnier ($\eta_{s,PCS}$)

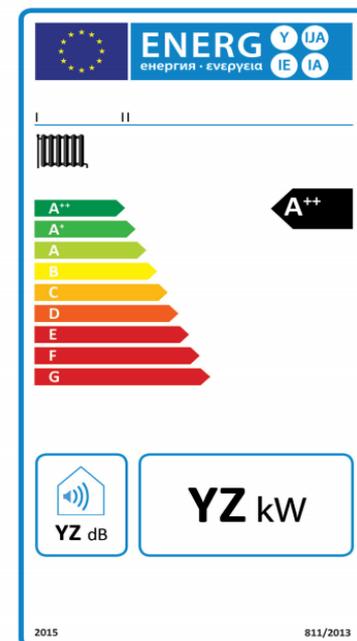
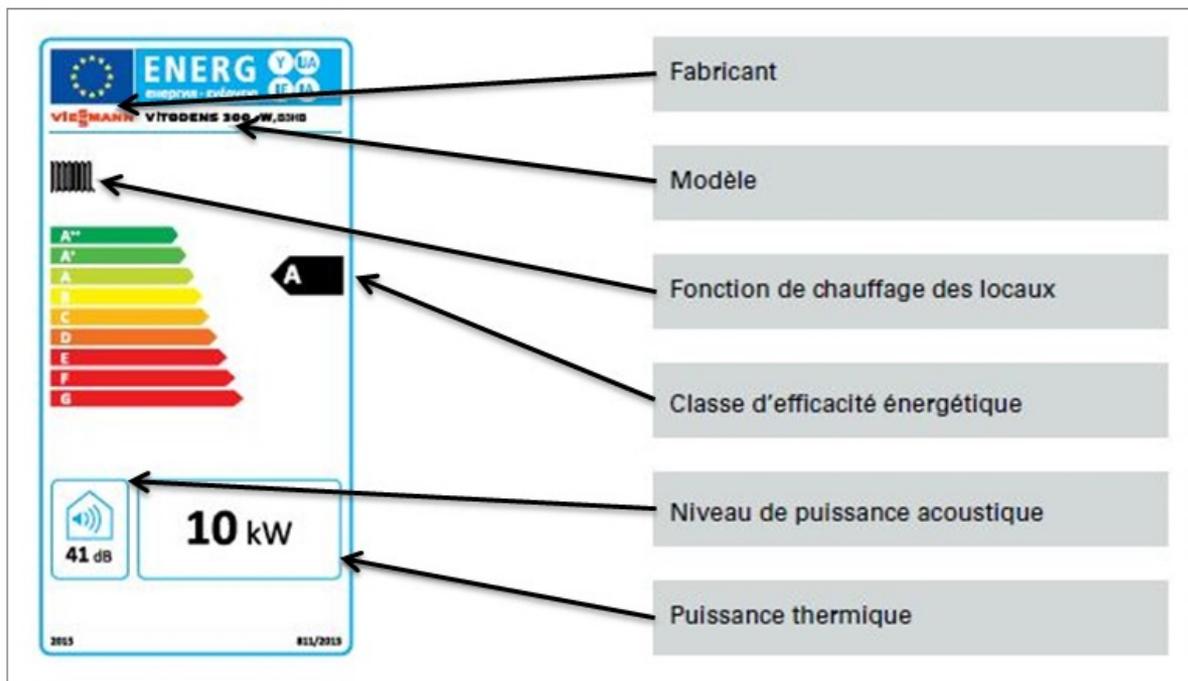
A+++	A++	A+	A	B	G
$150 \leq r$	$125 \leq r < 150$	$98 \leq r < 125$	$90 \leq r < 98$	$82 \leq r < 90$	$r < 30$

Ecodesign & Energy labelling

- Interdiction de mise sur le marché et de mise en service d'installation dont le rendement ($\eta_{s,PCS}$) est inférieur à 86 %.
- Chaudières et chaudières combinées **jusqu'à 70 kW** : $\eta \geq 86\%$
 - Exception : chaudières de Type B1 (chaudières ≤ 10 kW et chaudières combinées ≤ 30 kW; $\eta \geq 75\%$)
- Chaudières et chaudières combinées de **> 70 kW et ≤ 400 kW** :
 - $\eta \geq 86\%$ (avec débit thermique nominal de 100%)
 - $\eta \geq 94\%$ (avec débit thermique nominal de 30%)
- Renforcement prévu le 26/9/2018 (?)

Ecodesign & Energy labelling

Energy labelling en application depuis le 26/9/2015



Dispositifs de chauffage des locaux par chaudière

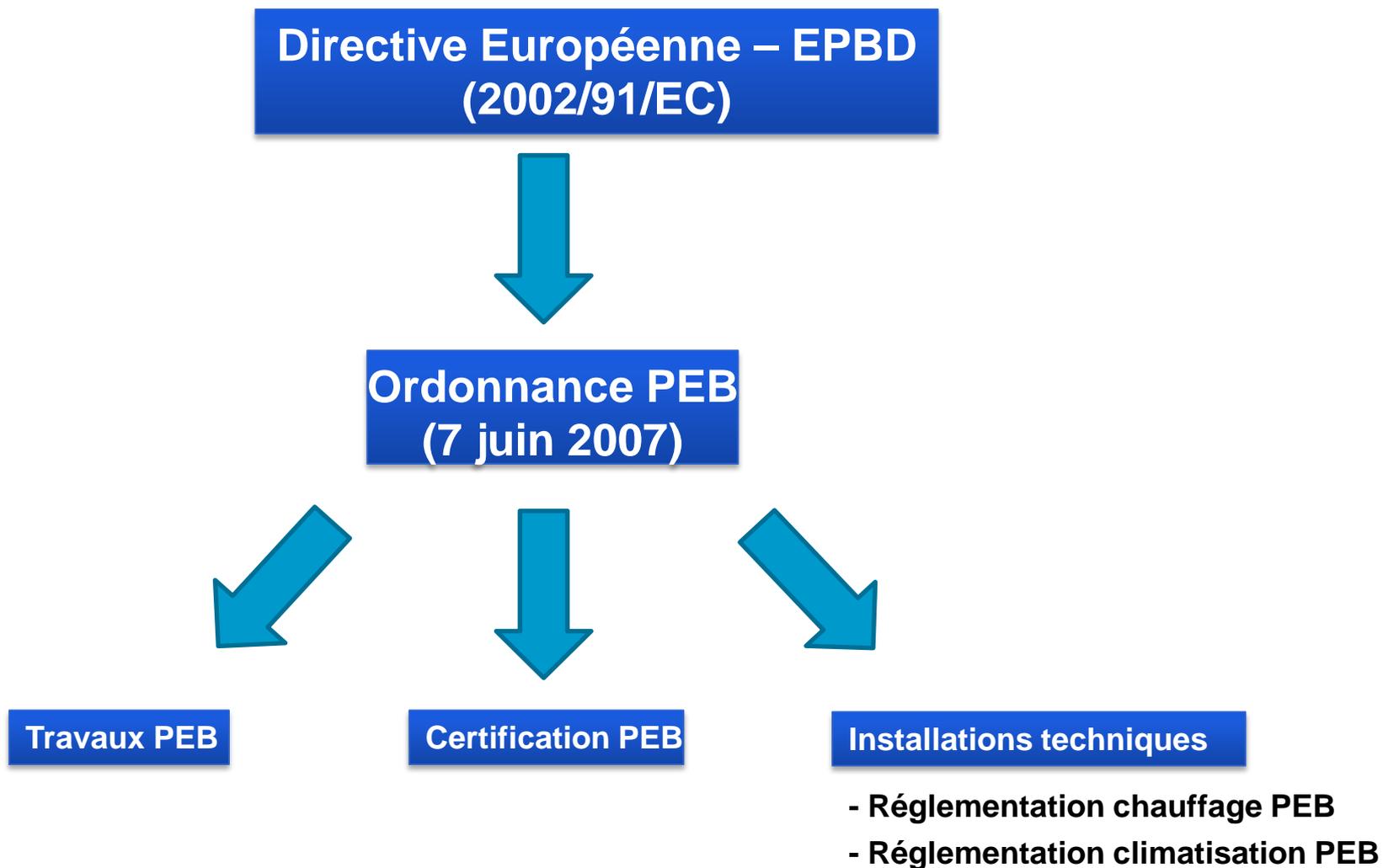
- I. le nom ou la marque commerciale du fournisseur;
- II. la référence du modèle donnée par le fournisseur;
- III. la fonction de chauffage des locaux;
- IV. la classe d'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux;
- V. la puissance thermique nominale en kW, arrondie à l'entier le plus proche.
- VI. le niveau acoustique à l'intérieur, exprimé en dB, arrondi à l'entier le plus proche.

Ecodesign & Energy labelling

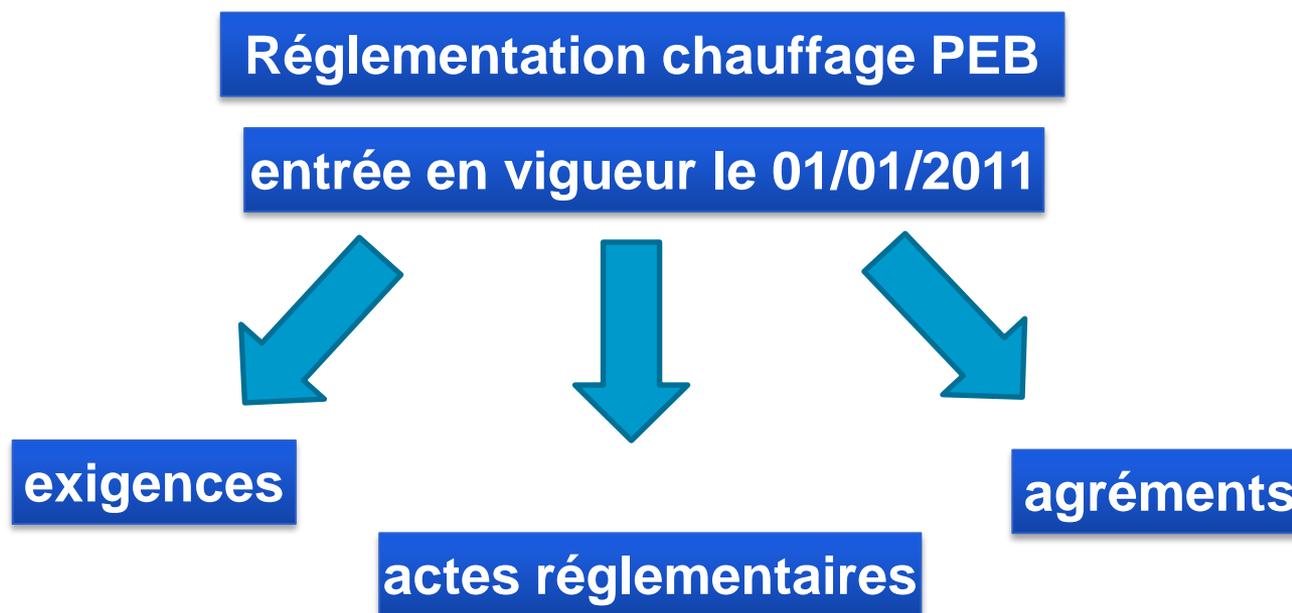
Classe d'efficacité	Efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux en %	Label produit – Chaudière à combustible fossile			
		Dispositifs de chauffage des locaux et mixtes à combustible			
A+++	$\eta_s \geq 150$				
A++	$125 \leq \eta_s < 150$				
A+	$98 \leq \eta_s < 125$				
A	$90 \leq \eta_s < 98$			94% 30%*	Fioul best condens, Gaz best condens
B	$82 \leq \eta_s < 90$		86%	100%*	Fioul condens, Gaz condens
C	$75 \leq \eta_s < 82$	75%			Fioul BT, Gaz BT
D	$36 \leq \eta_s < 75$	Exigences applicables au 26/09/2015			
E	$34 \leq \eta_s < 36$				Fioul St, Gaz St
F	$30 \leq \eta_s < 34$				
G	$\eta_s < 30$				
Puissance nom. [kW]		B1 combi ≤ 30 kW B1 heater ≤ 10 kW	0 and ≤ 70 kW	> 70 and ≤ 400 kW	

Source : Cedicol

PEB « réglementation chauffage »



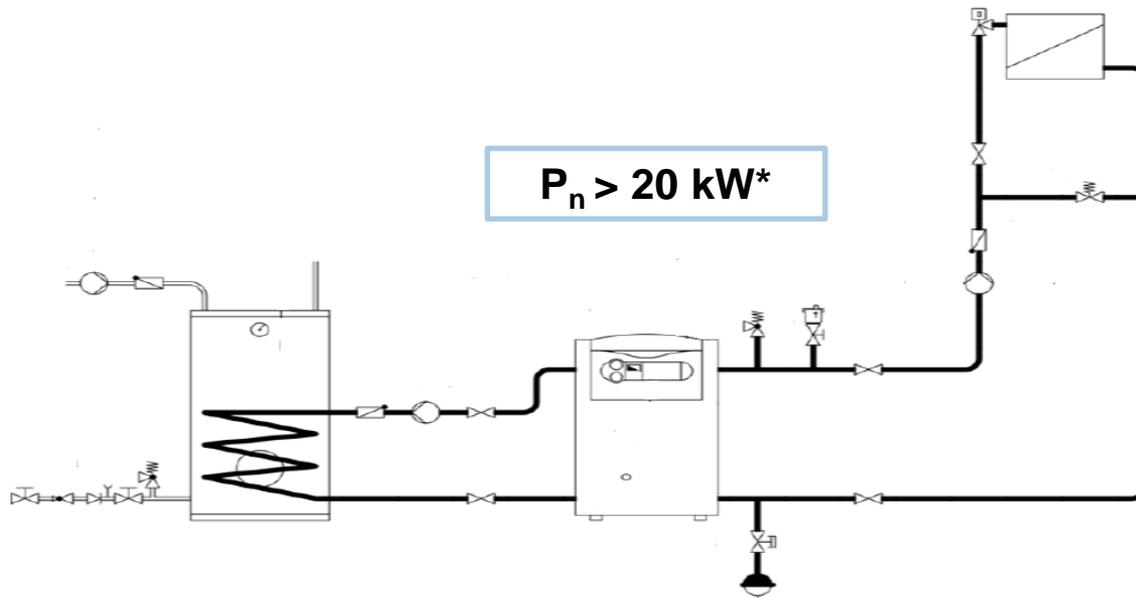
PEB « réglementation chauffage »



PEB « réglementation chauffage »

- Champ d'application

**Chauffage de locaux (et ECS)
via une distribution d'eau**



**combustible liquide ou gazeux
non renouvelable**

***pour le gaz: en régime 80/60 - G20!**

PEB « réglementation chauffage »

Actes	Type de système de chauffage	Type d'agrément
Réception	Type 1	Chauffagiste agréé
	Type 2	Conseiller chauffage PEB
Contrôle périodique	Type 1 & 2	Technicien chaudière agréé L, G1, G2
Diagnostic	Type 1	Chauffagiste agréé
	Type 2	Conseiller chauffage PEB

Actes :

- **Réception** des installations de chauffage : installation d'une nouvelle chaudière, remplacement du corps de chauffe ou du brûleur → conformité?
- **Contrôle périodique:**
 - Chaudière mazout → annuel
 - Chaudière gaz → tous les 3 ans
- **Diagnostic:** obligatoire mais informatif, chaudière de 15ans d'âge

EXIGENCES DE LA REGLEMENTATION CHAUFFAGE PEB

PEB « I

Exigenc

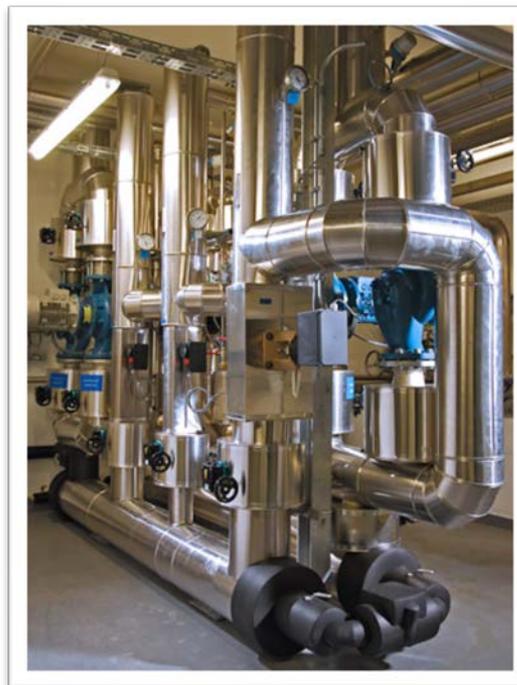
Exigences techniques		Contrôle périodique	Réception	
n°	Nature		Type 1	Type 2
1	Présence des orifices de mesure			
2	Combustion et analyse des émissions de fumée			
3	Modulation de la puissance du brûleur			
4	Tirage cheminée			
5	Ventilation chaufferie			
6	Étanchéité conduits de fumée et d'amenée d'air			
7	Dimensionnement chaudière			
8	Calorifugeage conduits et accessoires			
9	Partitionnement eau et air			
10	Régulation			
11	Carnet de bord			
12	Compteur(s) sur chaudière			
13	Comptage électrique des ventilateurs			
14	Récupérateur de chaleur			
15	Variation du débit d'air neuf			
16	Comptabilité énergétique			

PEB « réglementation chauffage »

7. Calorifugeage des conduits et accessoires

- tous les conduits et accessoires nouvellement installés
- tous les conduits et accessoires existants non calorifugés, lors du placement d'une nouvelle chaudière dans un circuit de chauffage existant

Les épaisseurs du calorifuge dépendent de la situation du conduit ou de l'accessoire, de son diamètre et de la classe de l'isolant.



PEB « réglementation chauffage »

10. Carnet de bord

- Exigence sans événement déclencheur

**Constitué et tenu à jour
par les différentes
personnes intervenant
sur le système de
chauffage**



PEB « réglementation chauffage »

11. Comptage sur les chaudières

– Exigence sans événement déclencheur

**$100 \text{ kW} < \Sigma P \text{ chaudières} < 500 \text{ kW}$
→ compteur de combustible**

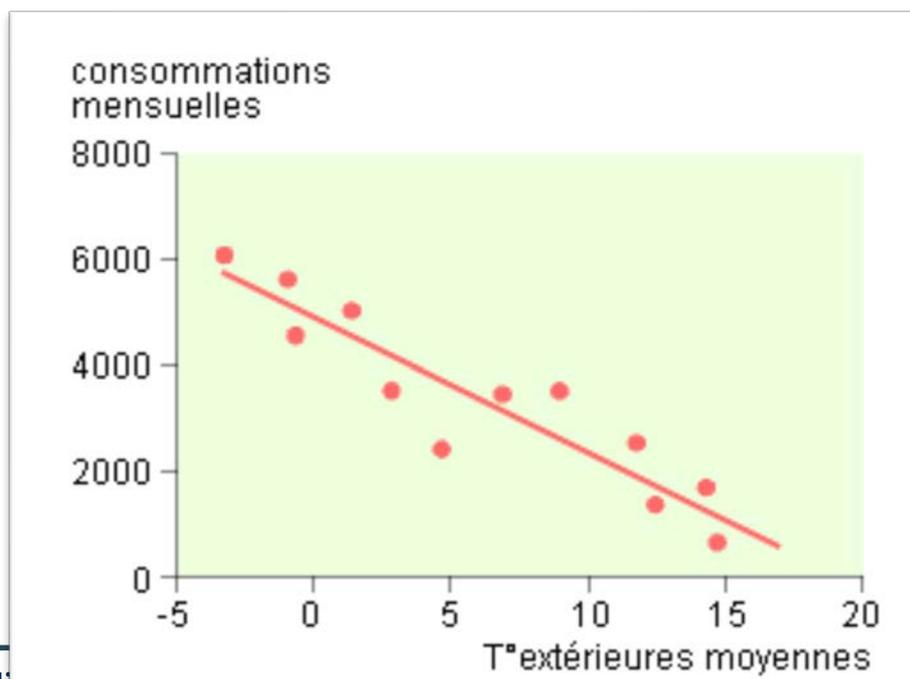
**$\Sigma P \text{ chaudières} \geq 500 \text{ kW}$ →
compteur de combustible +
compteur énergie**



PEB « réglementation chauffage »

15. Comptabilité énergétique

- Exigence sans événement déclencheur.
- Si ΣP chaudières > 100 kW \rightarrow le système de chauffage doit faire l'objet d'une comptabilité énergétique (relevé de consommation, calcul de consommation normalisée, comparaison avec les années antérieures,...)



Apports d'air dans le local de chauffe

- **NORMES EN VIGUEUR:**

- NBN B 61-002 ($P < 70$ kW)
- NBN B 61-001 ($P \geq 70$ kW)

- **Buts des exigences de ventilation :**

- ✓ Apport d'air comburant pour les chaudières à circuit ouvert
- ✓ Eliminer les odeurs éventuelles
- ✓ Eviter que la température du local de chauffe excède 40°C

Apports d'air dans le local de chauffe

- **Ordre de grandeur de ventilation basse pour $P > 70\text{kW}$**

1 dm² par 17,5 kW, si la cheminée est plus haute que 6 m.

1,5 dm² par 17,5 kW, si la cheminée est moins haute que 6 m.

- **EXEMPLE :**

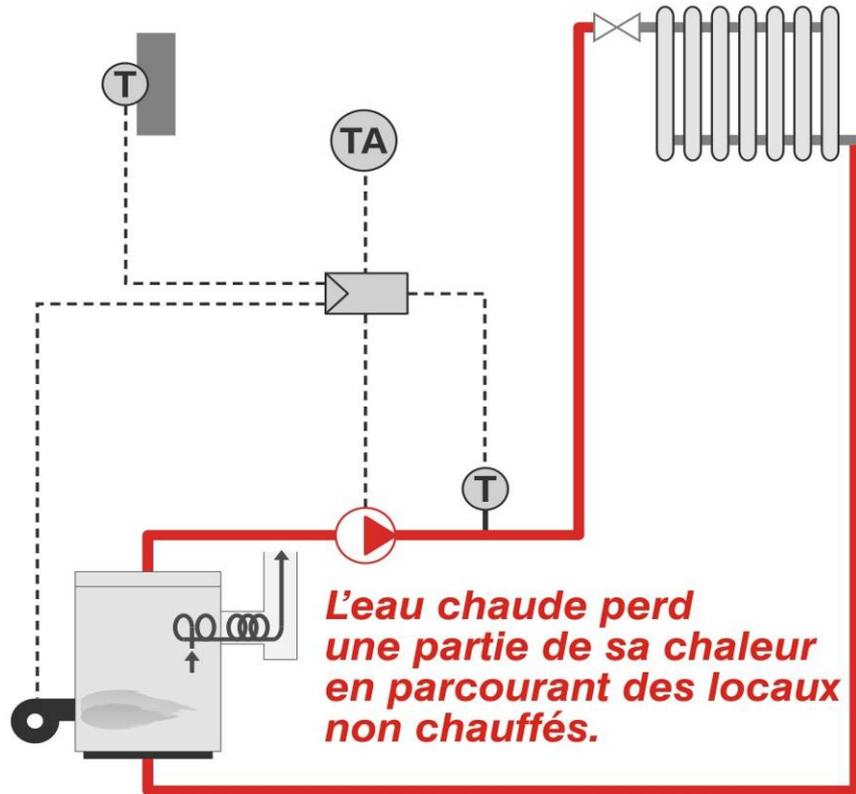
Chaufferie de 500 kW : $500 / 17,5 \approx 28 \text{ dm}^2$

soit une ouverture de 40cm sur une largeur de 70 cm.

Plan de l'exposé

- Introduction
- La production
- **La distribution**
- L'émission
- La régulation
- Les auxiliaires
- Focus sur les installations à condensation
- Remplacer une chaudière / rénover une chaufferie
- Conclusions

Distribution



Isolation des conduites ?



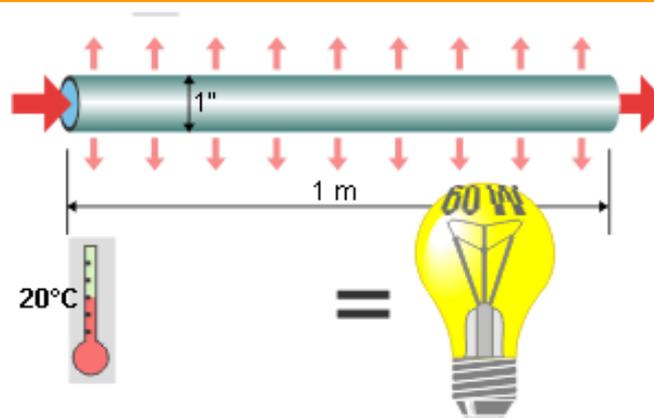
Isolation des conduites ?



Pertes des conduites

Ordre de grandeur :

1 m de tuyau en acier non isolé de 1 pouce (DN25) avec de l'eau à 70 °C = 60 W

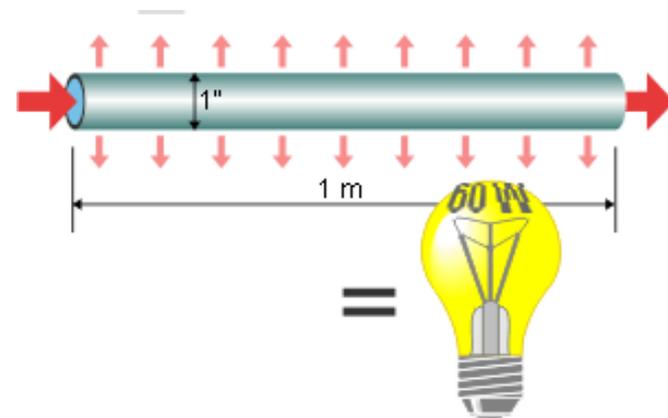
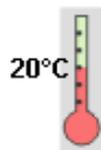


Perte de chaleur d'un tuyau en acier non isolé en [W/m]										
DN [mm]	10	15	20	25	32	40	50	62	80	100
Diam [pouce]	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
$T_{\text{eau}} - T_{\text{air}} :$										
20°C	11	13	17	21	26	30	38	47	55	71
40°C	22	29	36	45	57	65	81	101	118	152
60°C	36	46	58	73	92	105	130	164	191	246
80°C	52	67	84	105	132	151	188	236	276	355

Pertes des conduites

Ordre de grandeur :

1 m de tuyau en acier non isolé de 1 pouce (DN25) avec de l'eau à 70 °C = 60 W



Exemple :

100 m de conduite DN25 non isolée au plafond d'une cave représente : $100 \times 60 \text{ W} = 6 \text{ kW}$

Soit sur la saison de chauffe : $5800 \text{ h} \times 6 \text{ kW} = 34\,800 \text{ kWh}$
ou $34\,800 \times 0,06 = 2088 \text{ €} !!$

Pertes des conduites

- Isoler les conduites dans les espaces chauffés?



Pour éviter les problèmes de surchauffe !

Particulièrement recommandés si :

- Irrigation continue même lorsque la VT est fermée
- Longueur ou diamètre de conduite important

Exemple :

10 x 4 m de conduite DN25 non isolée au plafond d'une cave représente : $40 \times 60 \text{ W} = 2,4 \text{ kW}$

= puissance d'un radiateur, allumé en permanence!

Perte des vannes



Perte des vannes > pertes des tuyaux :
1 vanne \approx 1,7 m de conduite

Exemple : 1 vanne DN100 avec de l'eau à 80°C = 1,7 m de tuyau
DN100 = 365 W de perte !

Isoler les vannes



**Au moyen de matelas
démontables**

Isoler les accessoires



Choisir des circulateurs isolés au moyen de coquilles...

... et ne pas oublier de remettre les coquilles, après intervention !



Un TRÈS bon exemple !!!

Chaufferie industrielle de démonstration chez un fabricant de chaudières



Isolation des conduites

Exigences de calorifugeage des conduite dans la réglementation PEB
« systèmes »



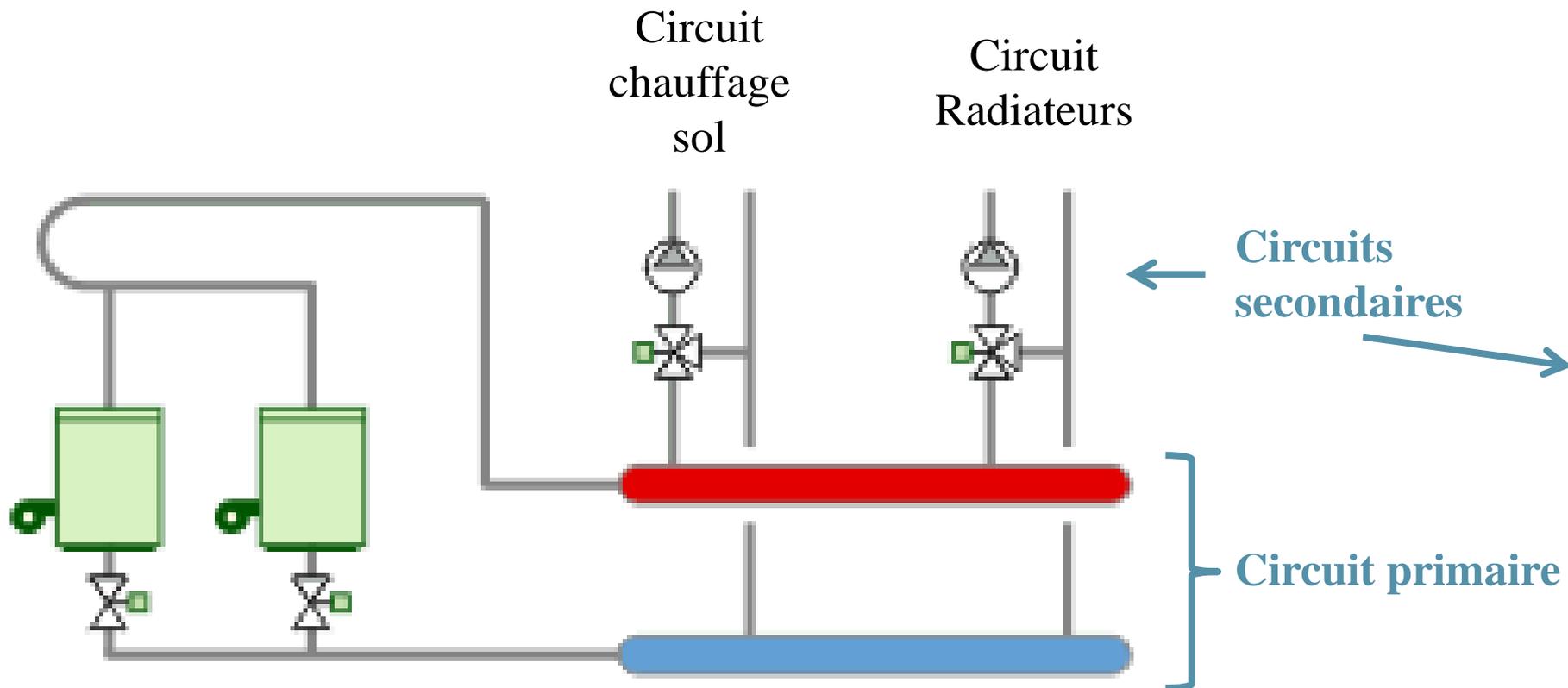
$\lambda = 0,039$

Diamètre extérieur de la conduite en mm	Epaisseur de l'isolant après pose en mm			
	Extérieur du VP		Intérieur du VP (*)	
	$\lambda < 0,035$	$0,045 \leq \lambda \leq 0,035$	$\lambda < 0,035$	$0,045 \leq \lambda \leq 0,035$
de 20 à 24,9	13	23	11	19
de 25 à 29,9	17	29	13	22
de 30 à 39,9	22	35	16	26
de 40 à 60,9	27	42	21	32
de 61 à 89,9	35	54	25	37
de 90 à 114,9	39	59	28	41
de 115 à 159,9	42	62	32	46
de 160 à 229,9	47	68	36	50
de 230 à 329,9	49	70	38	53
≥ 330	60	80	50	60

Réduire les pertes de distribution

- Privilégier le placement des conduites de chauffage à l'intérieur du volume protégé
- Isoler les conduites, coudes et vannes ...
 - ... situés dans le sol, à l'extérieur ou dans des espaces non chauffés
 - ... traversant des locaux desservis par un système de climatisation
 - ... passant à l'intérieur d'un volume protégé mais n'alimentant pas des émetteurs placés dans ce volume protégé
- Diminuer la température de l'eau (régulation)

Diminuer la température de l'eau



Diminuer la température de l'eau

