



Améliorer une installation de chauffage existante...
Concevoir une nouvelle installation de chauffage...

Ir. Michel DEMOL

Namur, 07/02/2013 -

Dans le cadre de la formation URE non marchand de Wallonie



Objectifs de la présentation



1. **évaluer** ⇒ Diagnostic énergétique d'une installation existante
 2. **améliorer** ⇒ Améliorer une installation existante
-
3. **concevoir** ⇒ Concevoir une nouvelle installation



Plan de l'exposé



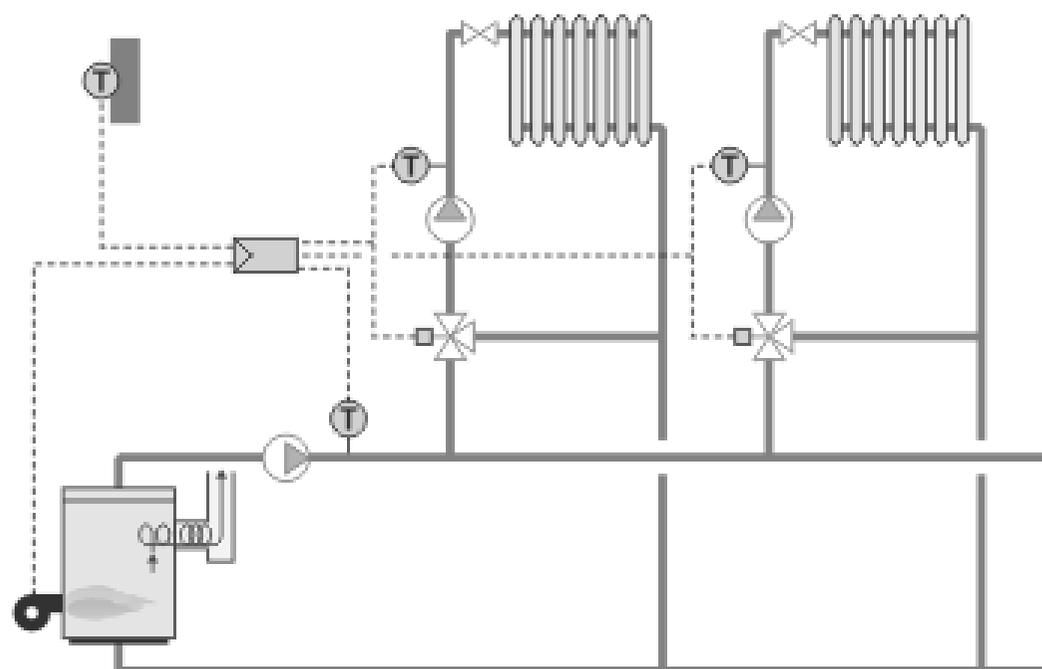
1. Une installation de chauffage à eau chaude ?
2. Production : évaluer / améliorer
3. Régulation : évaluer / améliorer
4. Distribution : évaluer / améliorer
5. Emission : évaluer / améliorer
6. Synthèse



Installation de chauffage à eau chaude ?



unipso



Pertes de ...

Production

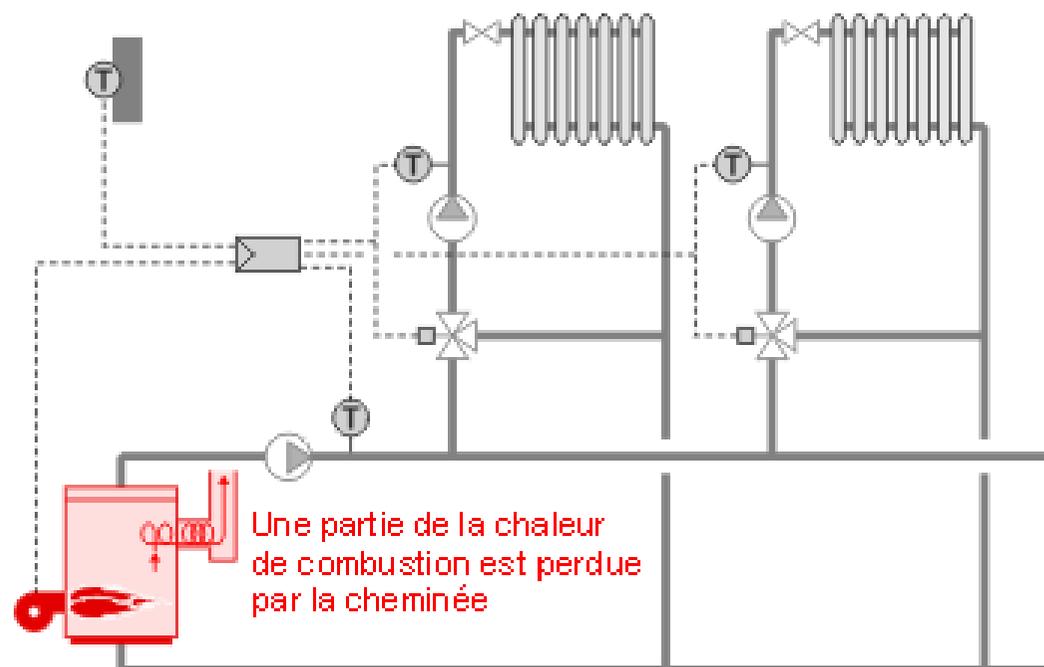
Distribution

Emission

Régulation



Les pertes ?



Pertes de ...

Production

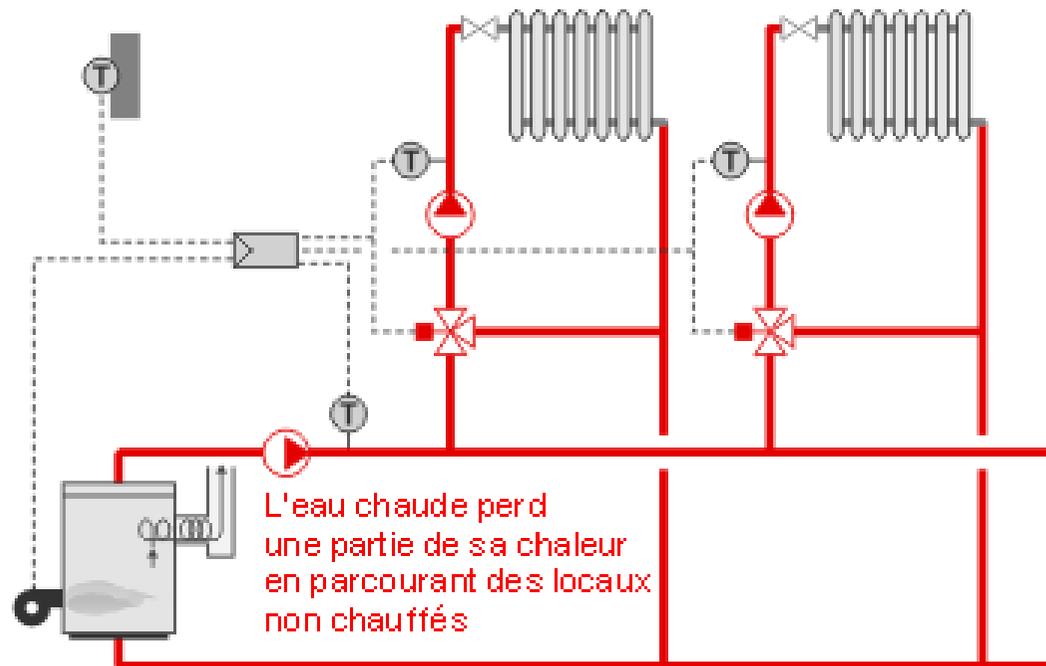
Distribution

Emission

Régulation



Les pertes ?

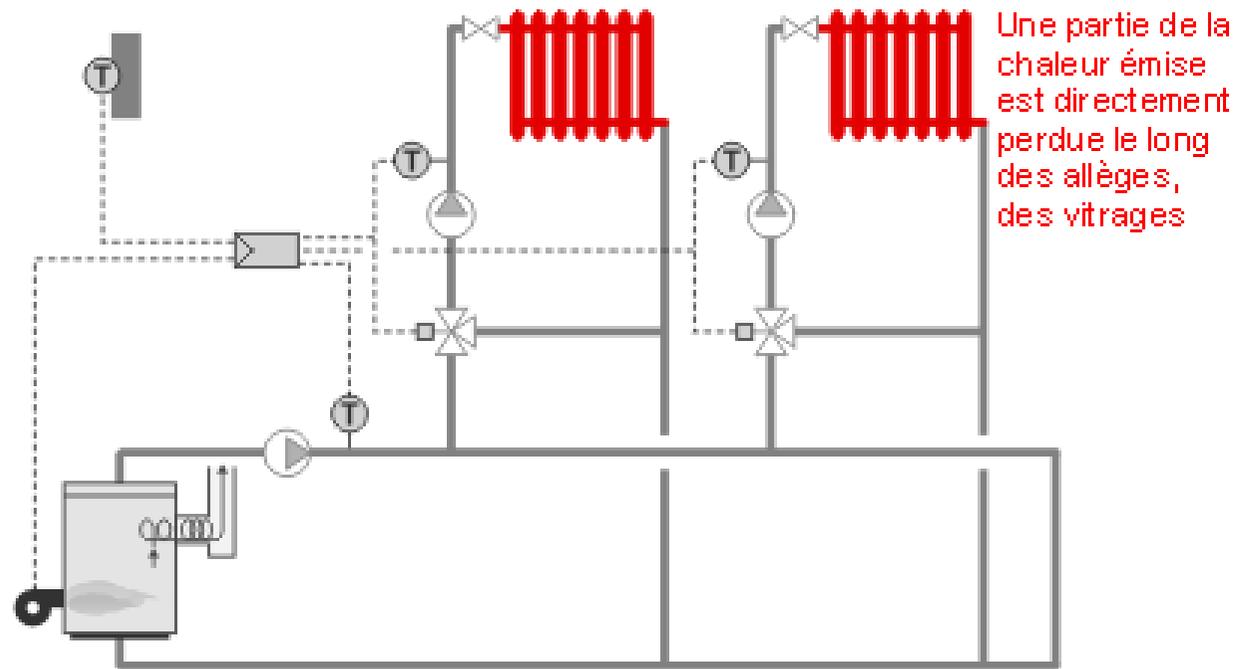


Pertes de ...

- Production
- Distribution**
- Emission
- Régulation



Les pertes ?



Pertes de ...

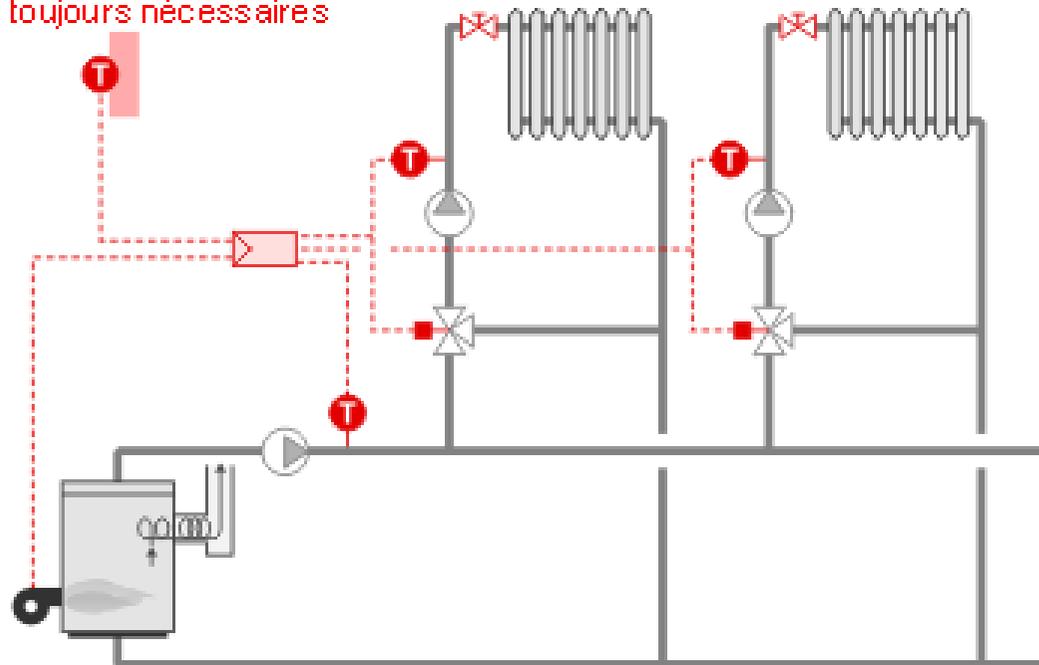
- Production
- Distribution
- Emission**
- Régulation



Les pertes ?



De la chaleur est fournie
à des moments et/ou
avec une puissance pas
toujours nécessaires



Pertes de ...

Production

Distribution

Emission

Régulation



Ordres de grandeur



Rendements en %

($\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} \times \eta_{\text{régulation}}$)

Type d'installation

Type d'installation	$\eta_{\text{production}}$	$\eta_{\text{distribution}}$	$\eta_{\text{émission}}$	$\eta_{\text{régulation}}$	η_{global}
Ancienne chaudière surdimensionnée, longue boucle de distribution	75 .. 80 %	80 .. 85 %	90 .. 95 %	85 .. 90 %	46 .. 58 %
Ancienne chaudière bien dimensionnée, courte boucle de distribution	80 .. 85 %	90 .. 95 %	95 %	90 %	62 .. 69 %
Chaudière haut rendement, courte boucle de distribution, radiateurs isolés au dos, régulation par sonde extérieure, vannes thermostatiques, ...	90 .. 93 %	95 %	95 .. 98 %	95 %	77 .. 82 %





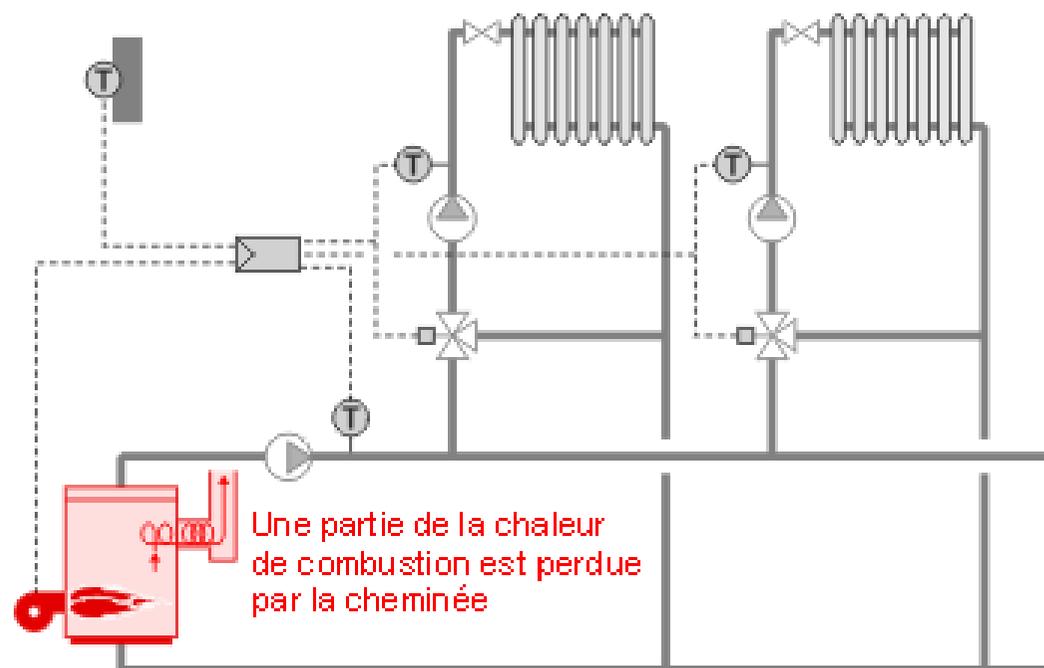
Plan de l'exposé



1. Une installation de chauffage à eau chaude ?
2. Production : évaluer / améliorer
3. Régulation : évaluer / améliorer
4. Distribution : évaluer / améliorer
5. Emission : évaluer / améliorer
6. Synthèse



Les pertes ?



Pertes de ...

Production

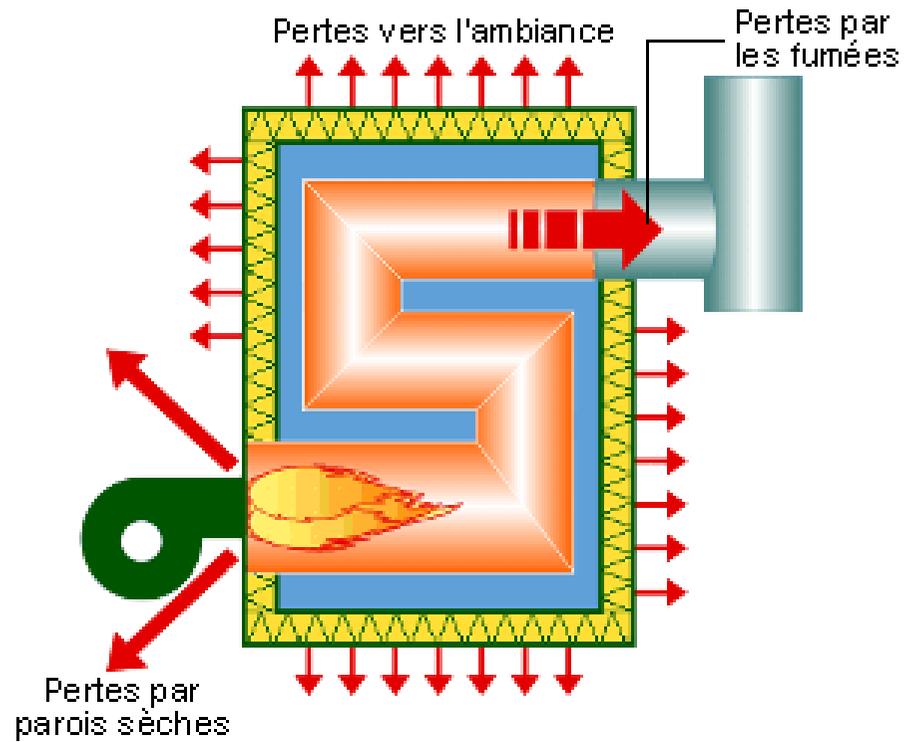
Distribution

Emission

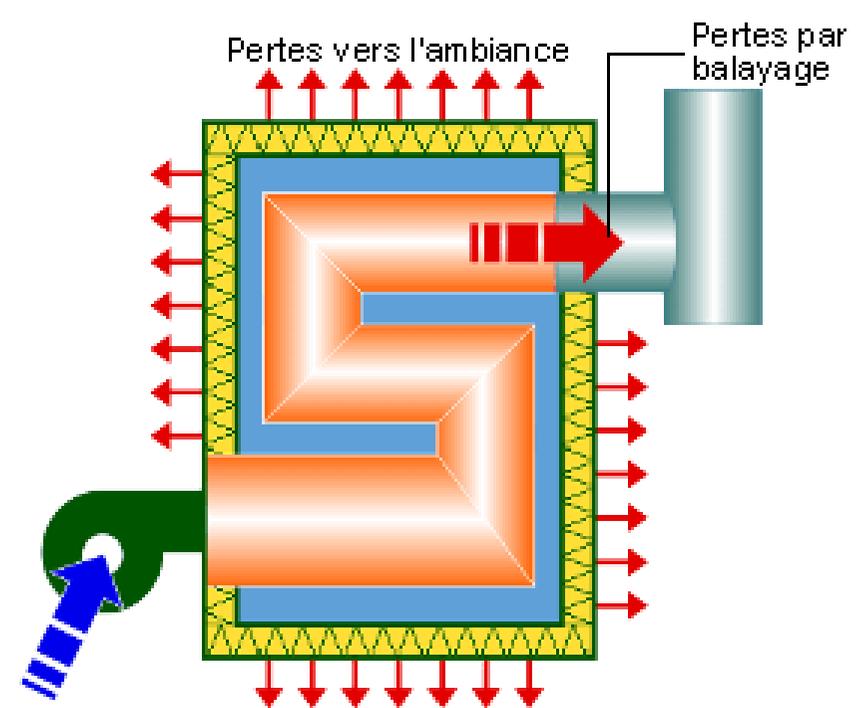
Régulation



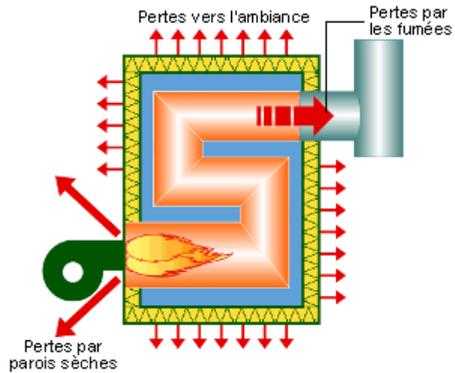
Pertes des chaudières



Quand le brûleur est en fonctionnement ...



Quand le brûleur est à l'arrêt ...



Le rendement de combustion



Rendement thermique = 100% - les pertes

Ordres de grandeur :

Avec une chaudière haut rendement actuel : 92 .. 93 .. 94%

Limite acceptable : ... 88 % ...

1 % de moins de rendement = 1% de surconsommation

20°C de plus dans la cheminée = + 1% perte supplémentaire



ATTESTATION D'ENTRETIEN - COMBUSTIBLE LIQUIDE					
FIRME		CLIENT :			
		ADRESSE :			
		TEL :			
		ADRESSE INSTALLATION :			
CHAUDIERE	PUISSANCE	405 000	kW ou kcal/h		
	MARQUE ET TYPE				
BRULEUR	PUISSANCE		l/h ou kg/h		
	MARQUE ET TYPE				
COMBUSTIBLE		GASOIL CHAUFFAGE			
1.NETTOYAGE					
DATE / /		DUREE DU TRAVAIL : de h à h		ORDRE N°	
TRAVAUX ET VERIFICATION Ramonage de la cheminée Nettoyage des circuits de gaz de combustion Vérification des conduits de gaz de combustion			Remarques particulières		
J'atteste avoir procédé à l'entretien réglementaire obligatoire en application de la loi relative à la lutte contre la pollution atmosphérique, comprenant les travaux et la vérification repris ci-dessus					
NOM :			SIGNATURE :		
2.REGLAGE DU BRULEUR					
DATE / /		DUREE DU TRAVAIL : de h à h		ORDRE N°	
VERIFICATIONS		Essais de contrôle	Unité	Essai 1	Essai 2
<input checked="" type="checkbox"/> Tension	<input checked="" type="checkbox"/> Vanne magnétique	<input checked="" type="checkbox"/> Régulateur tirage	Gicleur	gal/h
<input type="checkbox"/> Thermostat ambiance	<input type="checkbox"/> Réservoir	<input checked="" type="checkbox"/> Ligne gicleur	Angle	degrés
<input type="checkbox"/> Thermostat chaudière	<input type="checkbox"/> Jauge	<input checked="" type="checkbox"/> Gicleur	Type
<input checked="" type="checkbox"/> Cellule	<input checked="" type="checkbox"/> Tuyauterie mazout	<input checked="" type="checkbox"/> Accrocheur flamme	Pression pompe	bar
<input checked="" type="checkbox"/> Relais	<input checked="" type="checkbox"/> Pompe	<input checked="" type="checkbox"/> Propreté chaudière	Dépress. cheminée	Pa
<input checked="" type="checkbox"/> Moteur	<input checked="" type="checkbox"/> Filtres	<input checked="" type="checkbox"/> Ventilation chauff.	Dépress. foyer	Pa
<input checked="" type="checkbox"/> Transfo H.T.	<input checked="" type="checkbox"/> Accouplement	<input checked="" type="checkbox"/> Etat chambre comb.	Indice fumée	Bacharach
<input checked="" type="checkbox"/> Câbles H.T.	<input checked="" type="checkbox"/> Ventilateur	<input type="checkbox"/> Etat cheminée	Teneur en CO2	%
<input checked="" type="checkbox"/> Electrodes	<input checked="" type="checkbox"/> Volet d'air	<input type="checkbox"/> Relais cheminée	Temp. cheminée	°C
	<input checked="" type="checkbox"/> Gueulard	<input type="checkbox"/>	Temp. ambiante	°C
FOURNITURES ET TRAVAUX EFFECTUES			Temp. nette	°C
.....			(cheminée ambiante)	
.....			Rendement	%
.....				
Fonctionne selon nes normes OPTIMAZ (*) OUI - NON		L'install est en bon état de fonctionnement			
		L'install n'est pas en bon état de fonctionn.			
J'atteste avoir procédé à l'entretien réglementaire obligatoire en application de la loi relative à la lutte contre la pollution atmosphérique, comprenant les vérifications citées au point 2 ci-dessus					
Le Technicien : Nom N°attribué Signature					
Cette attestation doit être conservée pendant 2 ans à la disposition			VII Signature du client		







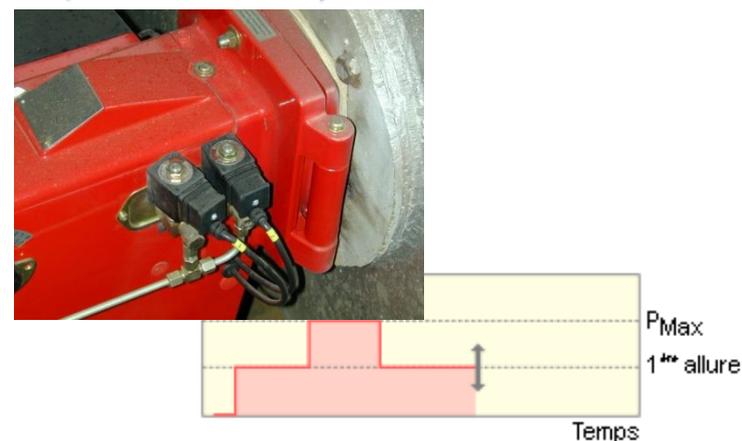
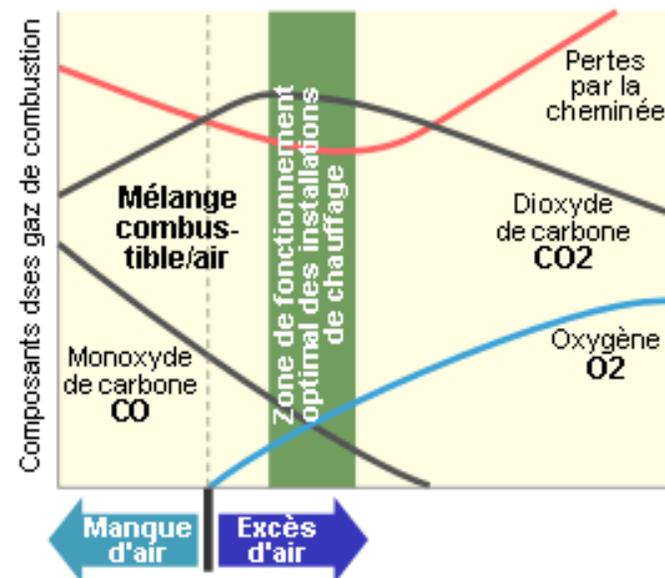
N° de identification:	053A00740
Warmtecapaciteit / Puissance calorifique:	116 kW
Warmtebelasting (v.c.w.) / Charge thermique (v.c.m.):	128,2 kW
Gasketel / Chaudière à gaz	
Kategorie / Catégorie:	"BE" I 2E+ 20/25 mbar
Ingesteld op / Réglée pour:	"BE" Q20 - 2E
Gas - aansluitdruk / Pression d'entrée gaz:	20 mbar



?

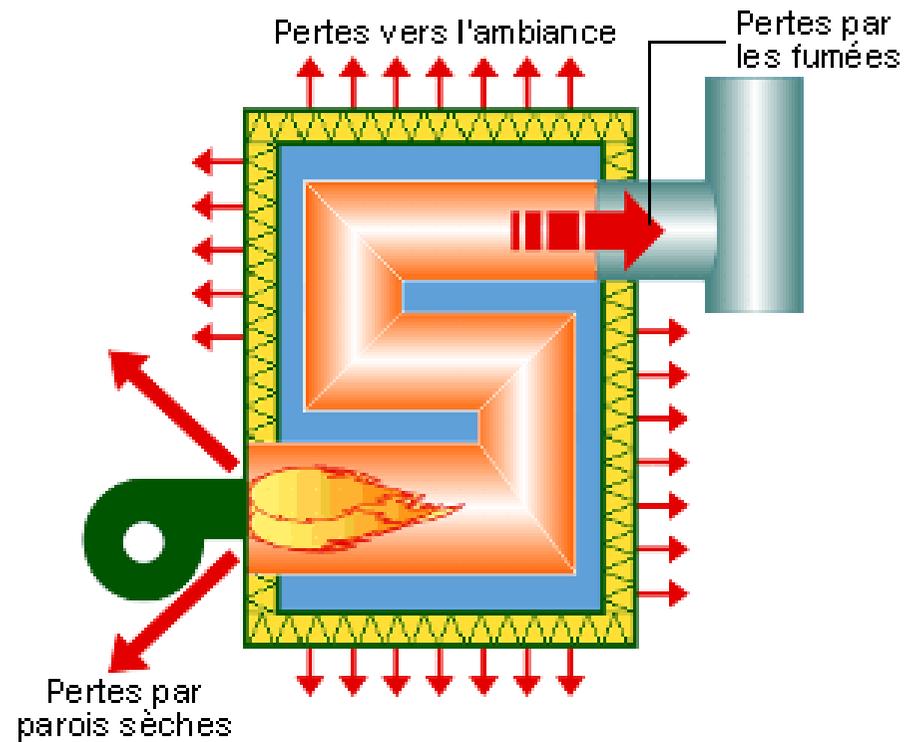
Améliorer le rendement de combustion ?

- Nettoyer la chaudière : 1 mm de suie = 50°C de température de fumée en plus = perte de rendement de 4 .. 8%
- Améliorer le réglage du brûleur (diminuer l'excès d'air) : objectif 20%
- Modifier la régulation du brûleur : fonctionnement en 2 allures (2 à 4 % de différence entre les 2 allures)
- Diminuer la puissance du brûleur
- Placer/régler un régulateur de tirage
- Colmater la chaudière





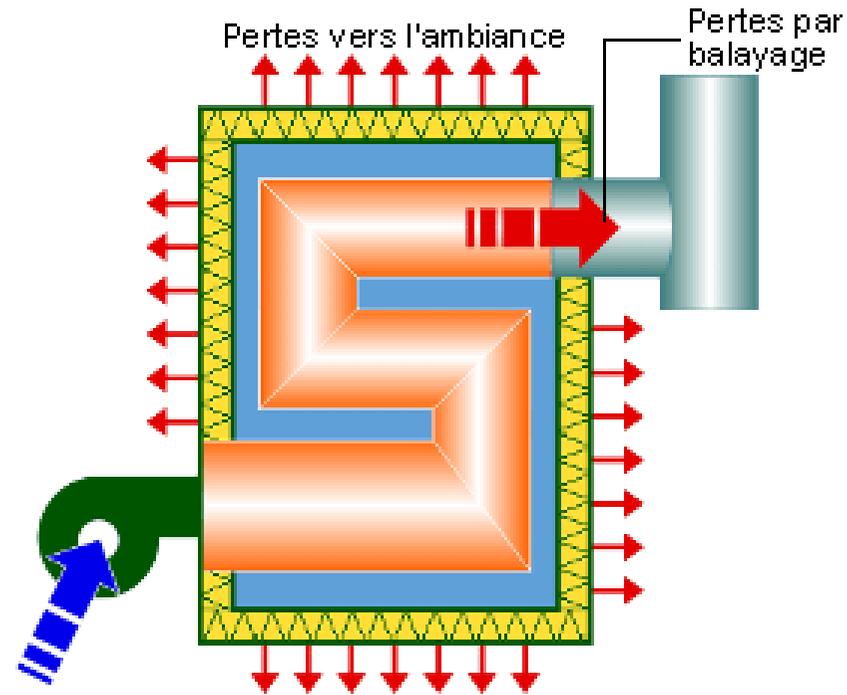
Pertes des chaudières en fonctionnement







Pertes des chaudières à l'arrêt





Paramètres influençant les pertes à l'arrêt



- Degré d'isolation de la jaquette
- Température de la chaudière
- Aspiration d'air du brûleur ouverte à l'arrêt (à fortiori : chaudière atmosphérique)
- Une chaudière en fonctionnement toute l'année





Pertes à l'arrêt : ordres de grandeur



Sur les anciennes chaudières 75 .. 85 avec un brûleur à ouverture permanente :

- Pertes vers la chaufferie : .. 0,5 .. % de P_n
- Pertes vers la cheminée : 1..1,5 % de P_n

Comparaison avec une chaudière à brûleur pulsé moderne:

- Pertes vers la chaufferie : .. 0,3 .. % de P_n
- Pertes vers la cheminée : .. 0 .. % de P_n



W↑





Importance du surdimensionnement



- Augmentation des temps d'arrêt et donc des pertes
- Diminution du temps de fonctionnement du brûleur et augmentation des séquences de démarrage

Comment repérer un surdimensionnement de la chaudière ?

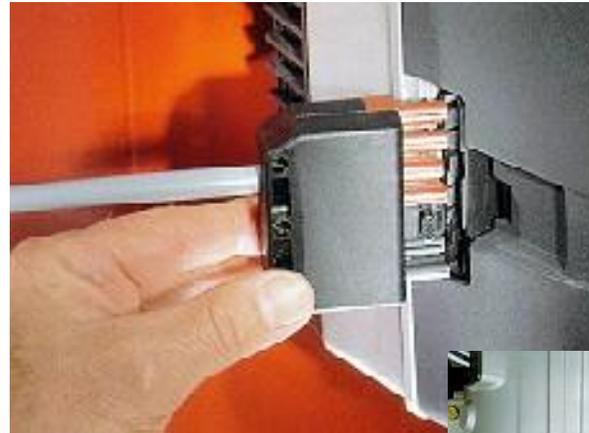
- Temps de fonctionnement du brûleur < 4 min
- Temps de fonctionnement annuel $< 1000 \text{ ..}1500$ h/an



Diminuer les pertes à l'arrêt



- Réisoler la jaquette
- Faire modifier le raccordement électrique du brûleur
- Diminuer la puissance brûleur

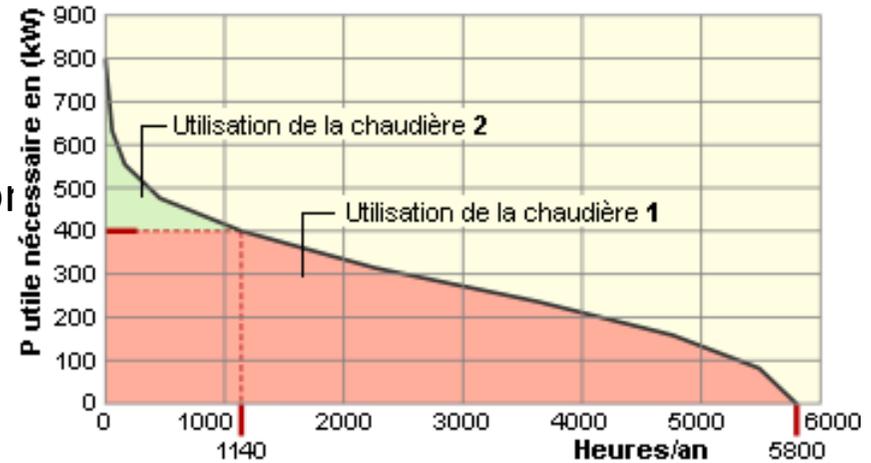




Diminuer les pertes à l'arrêt



- Arrêter l'irrigation inutile des chaudières : régulation en cascade ou arrêt complet





- Remplacer le brûleur ?



- Remplacer la chaudière ?



Rendement saisonnier des chaudières



$$\eta_{\text{sais}} = [\eta_{\text{comb}} - q_C] / [1 + q_E \times (n_T/n_B - 1)]$$

q_C = pertes à l'ambiance

q_E = pertes à l'arrêt

n_T = durée de la saison de chauffe

n_B = durée de fonctionnement du brûleur

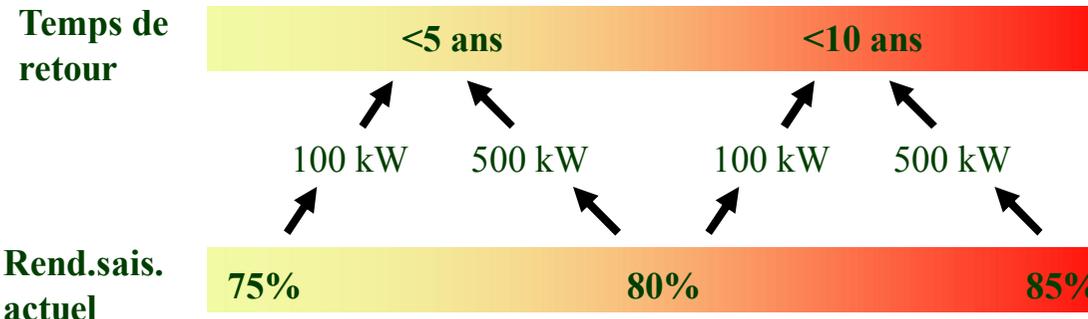
Objectif :

- 92 % (chaudière traditionnelle)
- 101% (chaudière à condensation)





Remplacer une chaudière ?



Anciennes chaudières atmosphériques maintenues en température;

Anciennes chaudières pulsées, surdimensionnées, rendement de combustion .. 86 ..%, brûleur sans clapet d'air fermé, cascade sans coupure hydraulique

Anciennes chaudières pulsées, bien dimensionnées, rendement de combustion .. 88 ..%, brûleur sans clapet d'air fermé, cascade sans coupure hydraulique

Anciennes chaudières pulsées, bien dimensionnées, rendement de combustion .. 90 ..%, clapet d'air fermé, cascade sans coupure hydraulique



Plan de l'exposé



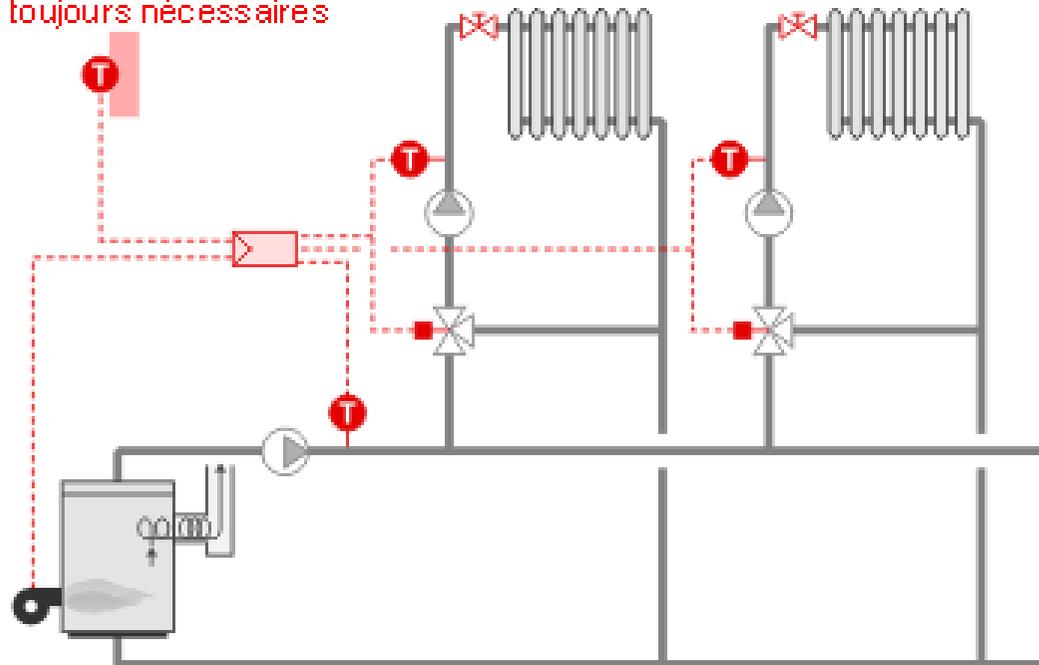
1. Une installation de chauffage à eau chaude ?
2. Production : évaluer / améliorer
3. Régulation : évaluer / améliorer
4. Distribution : évaluer / améliorer
5. Emission : évaluer / améliorer
6. Synthèse



Les pertes ?



De la chaleur est fournie
à des moments et/ou
avec une puissance pas
toujours nécessaires



Pertes de ...

Production

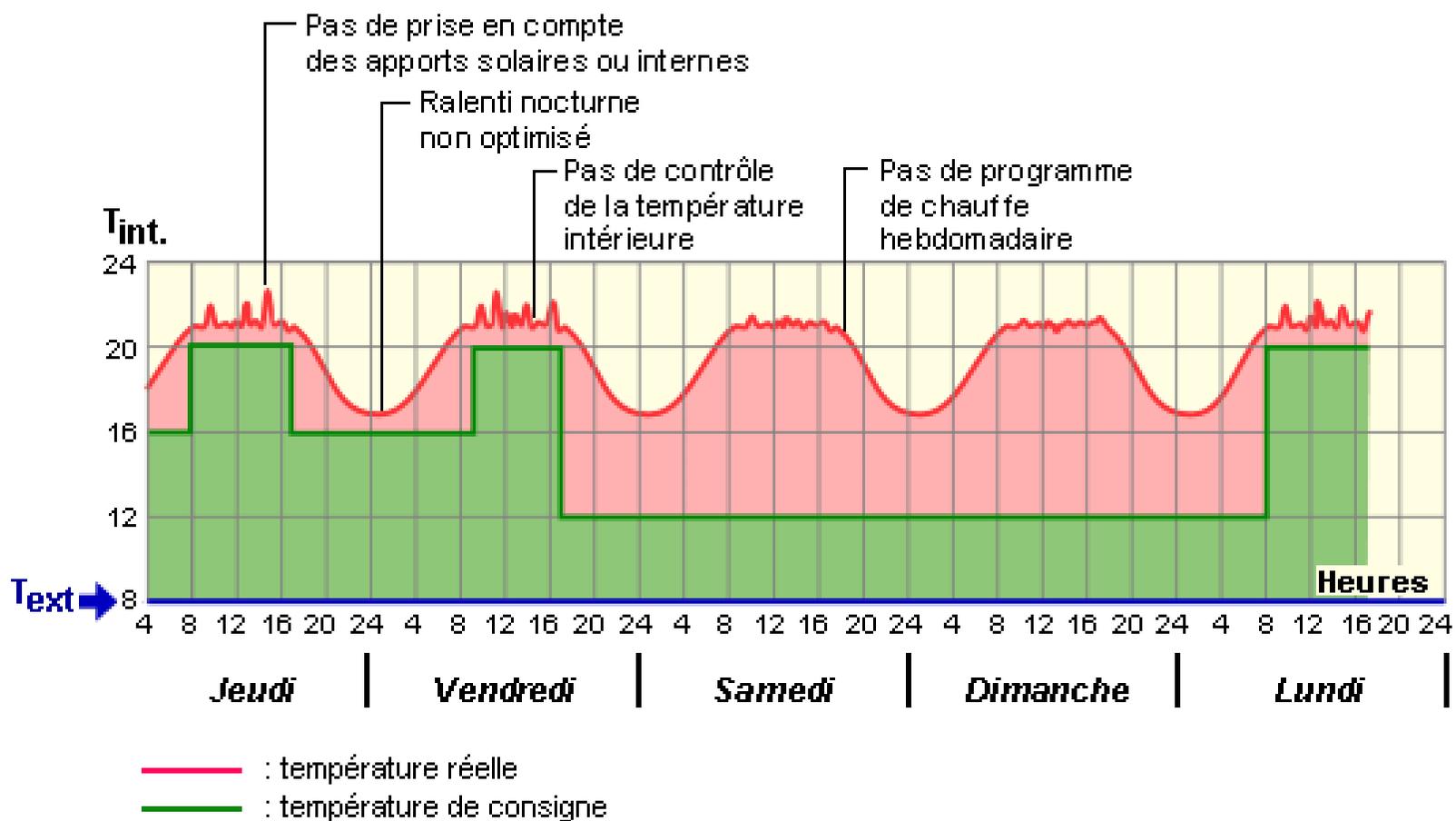
Distribution

Emission

Régulation

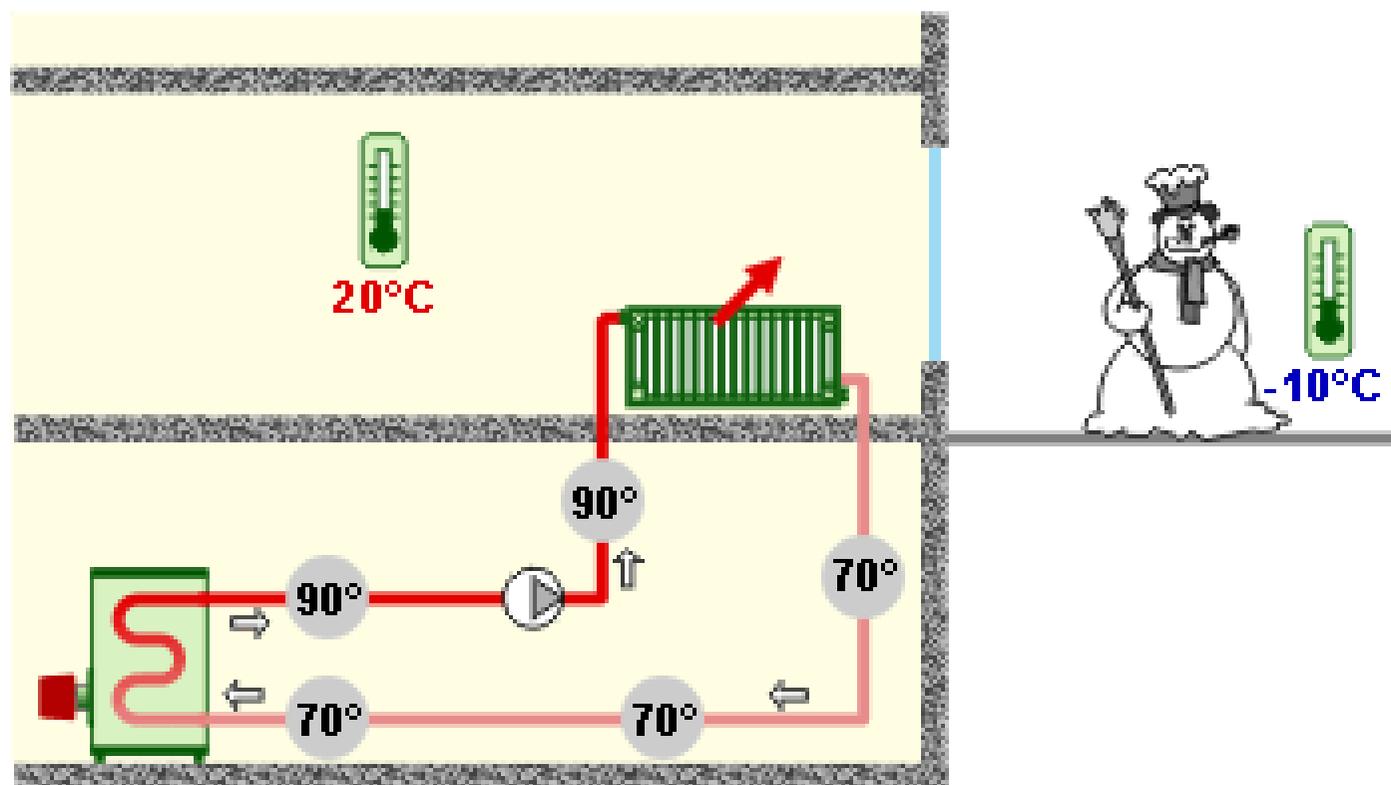


Performance de la régulation ?



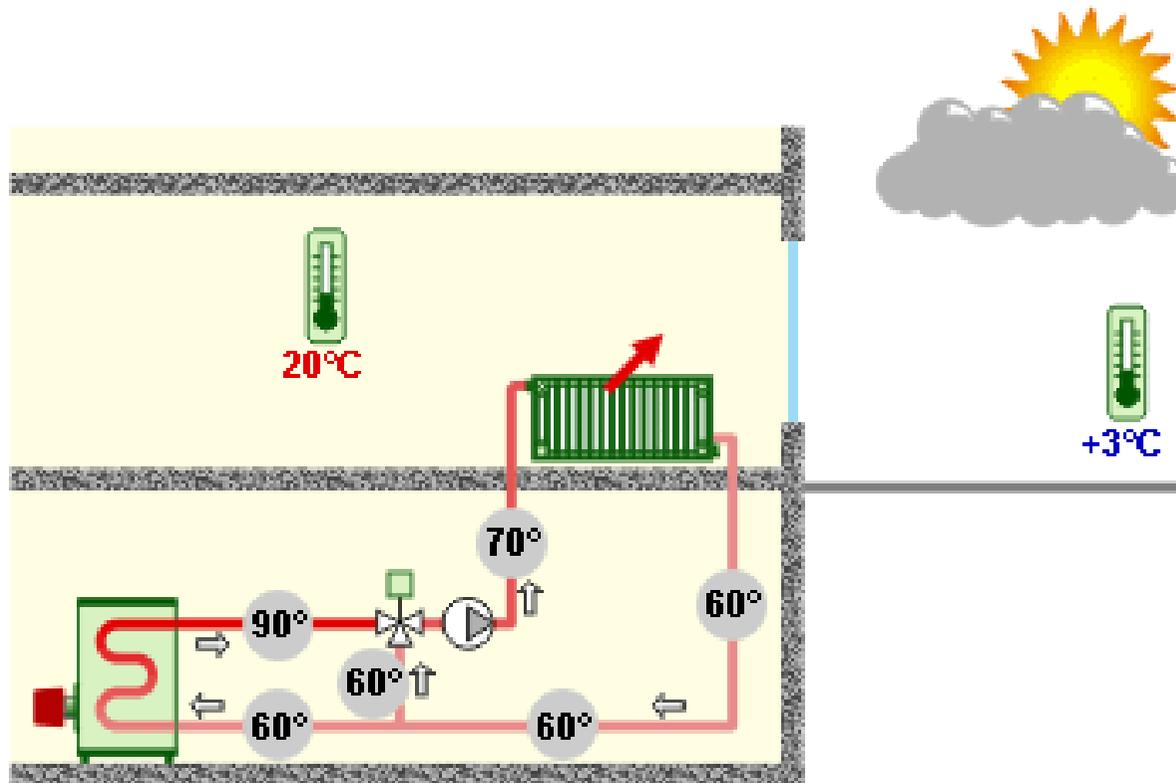


Régulation ?



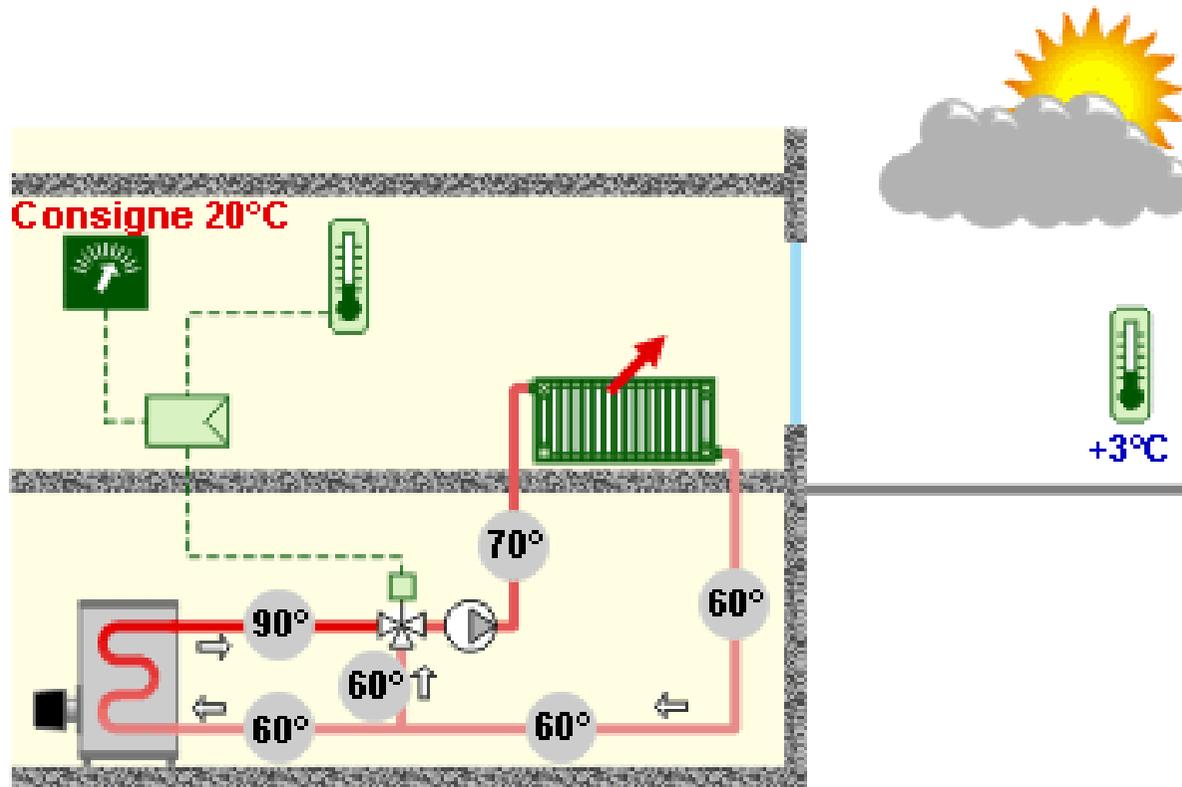


Adapter la température de l'eau



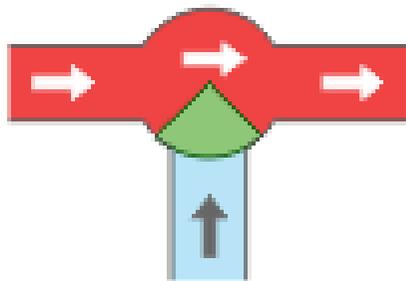


... en fonction de la température ambiante

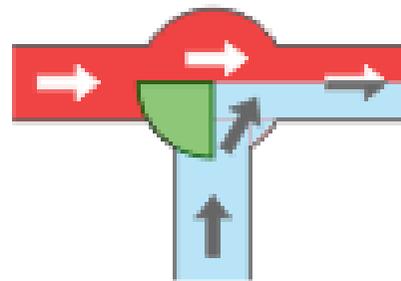




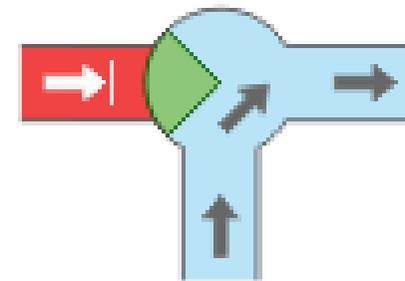
Vanne mélangeuse ou « 3 voies »



La vanne est 100% ouverte.



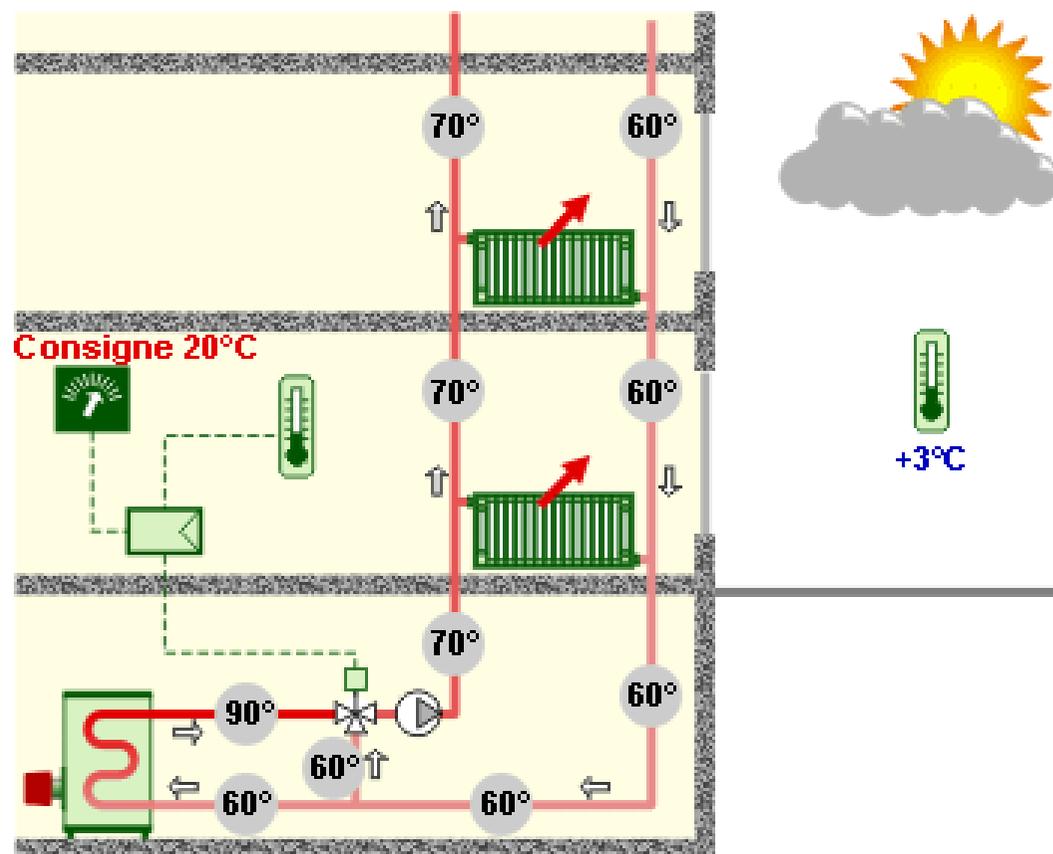
La vanne mélange 50% du débit de la chaudière et 50% du débit de retour des radiateurs.



La vanne est fermée ; l'eau des radiateurs tourne sur elle-même et se refroidit.

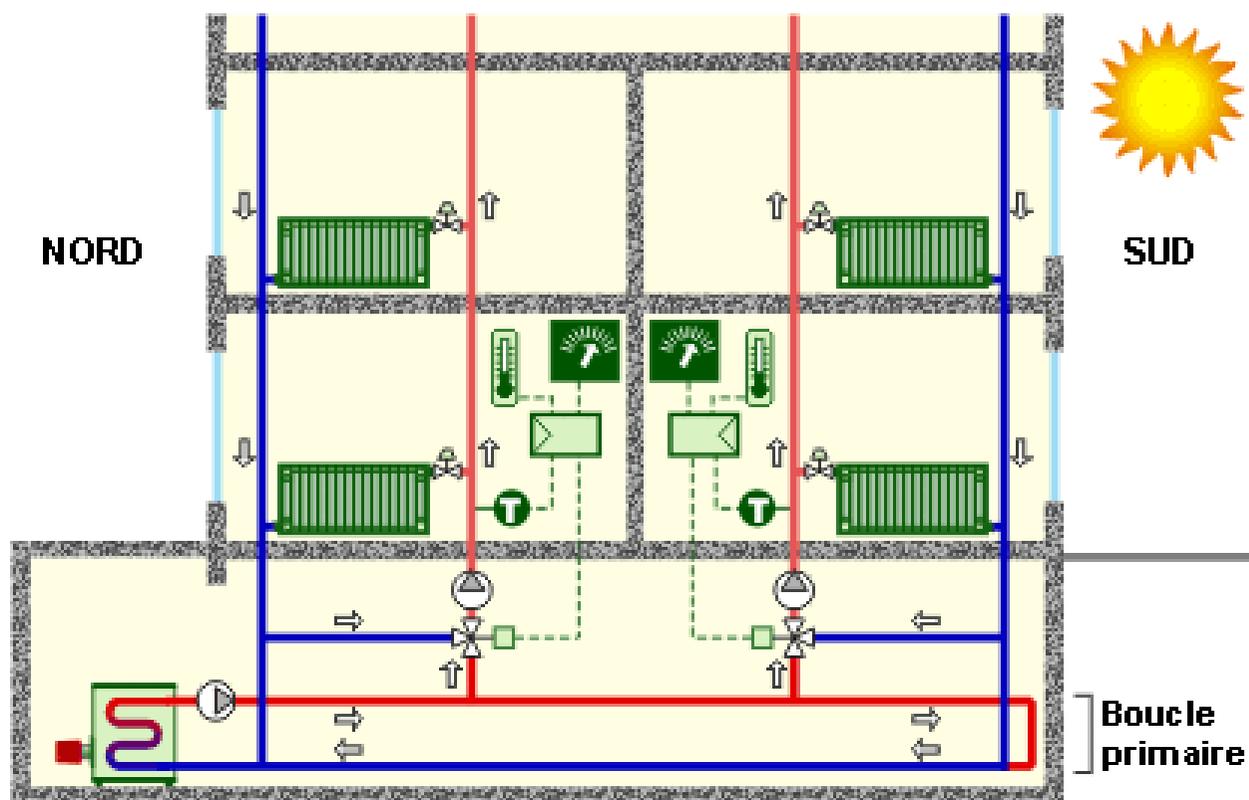


Local témoin ?



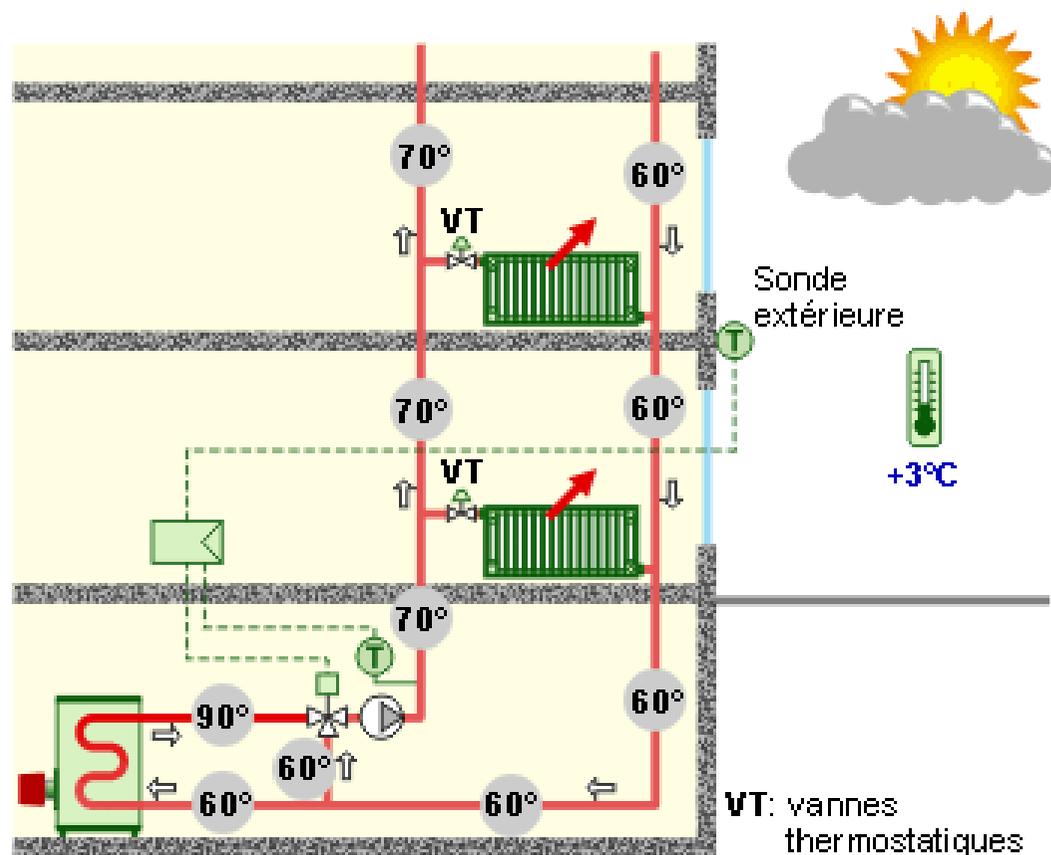


Si plusieurs circuits ...



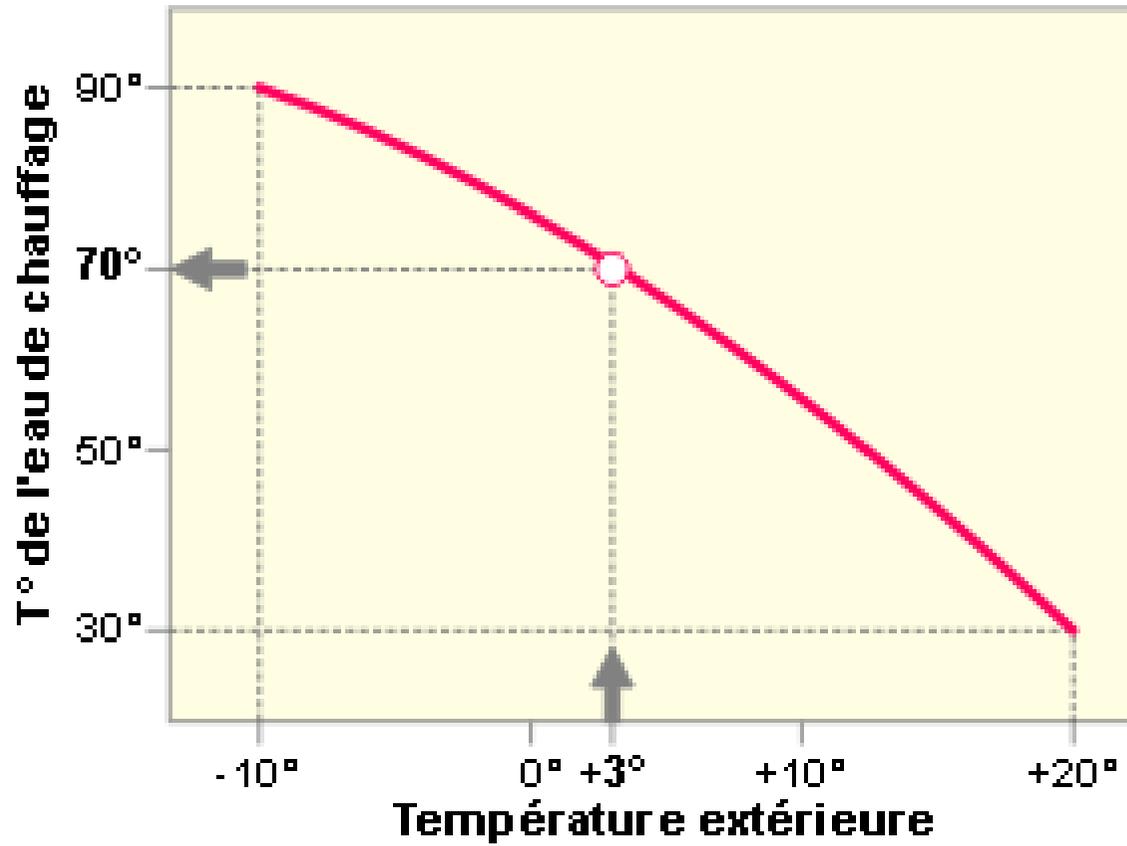


Pas de local témoin possible ...



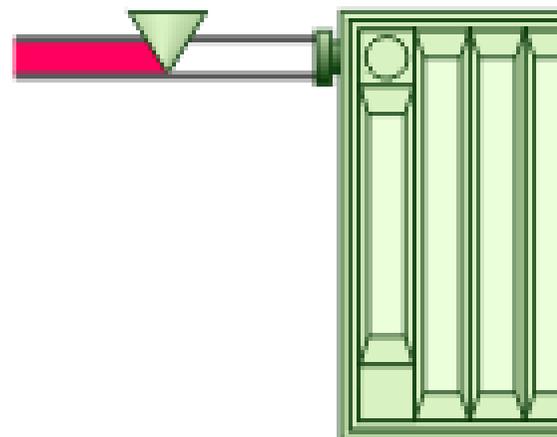
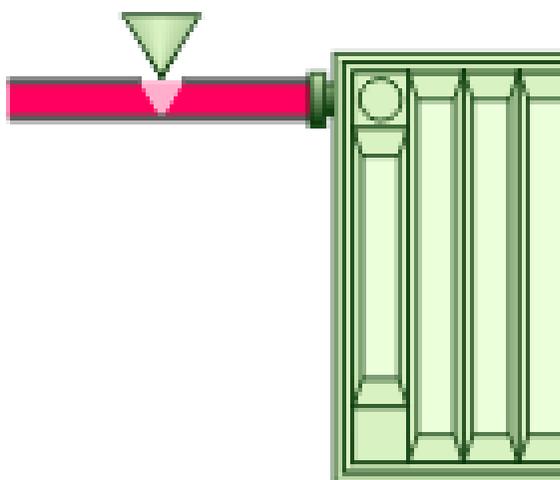


Courbe de chauffe



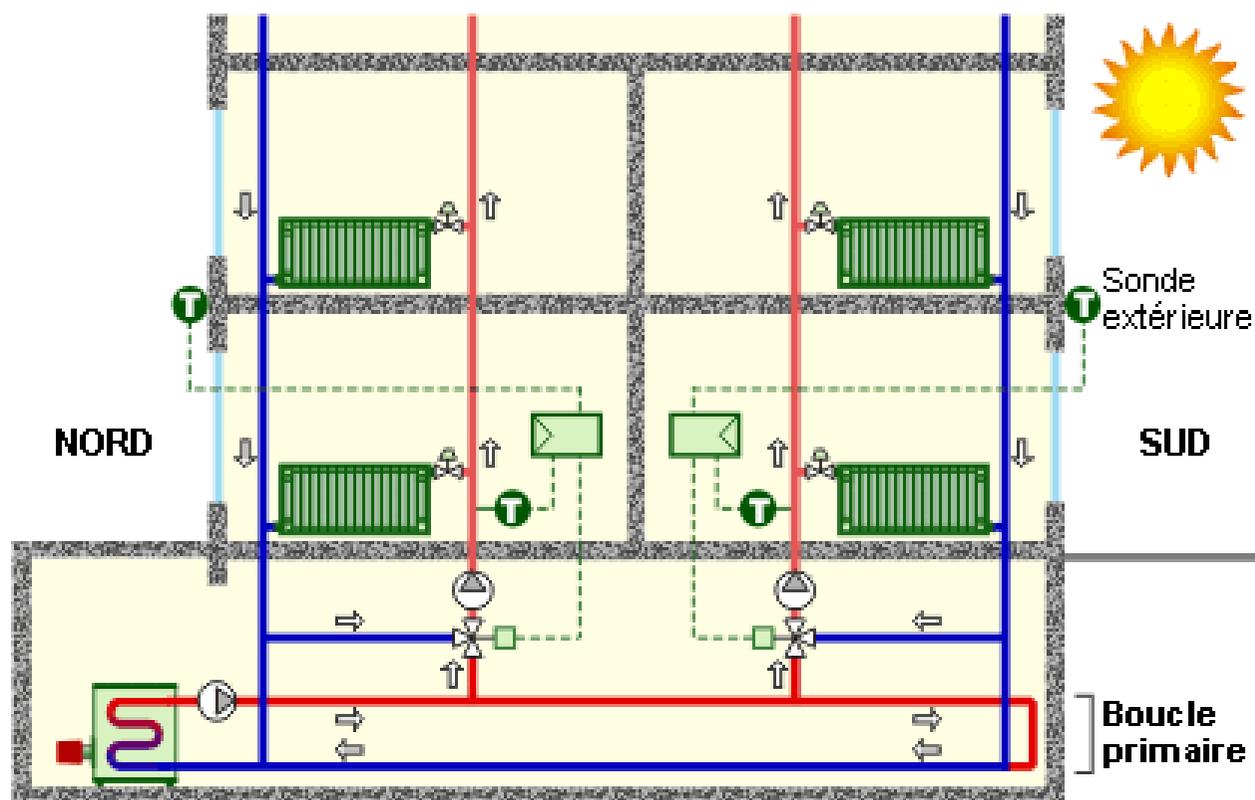


Vannes thermostatiques





Avec plusieurs façades ...





Que faut-il observer ?

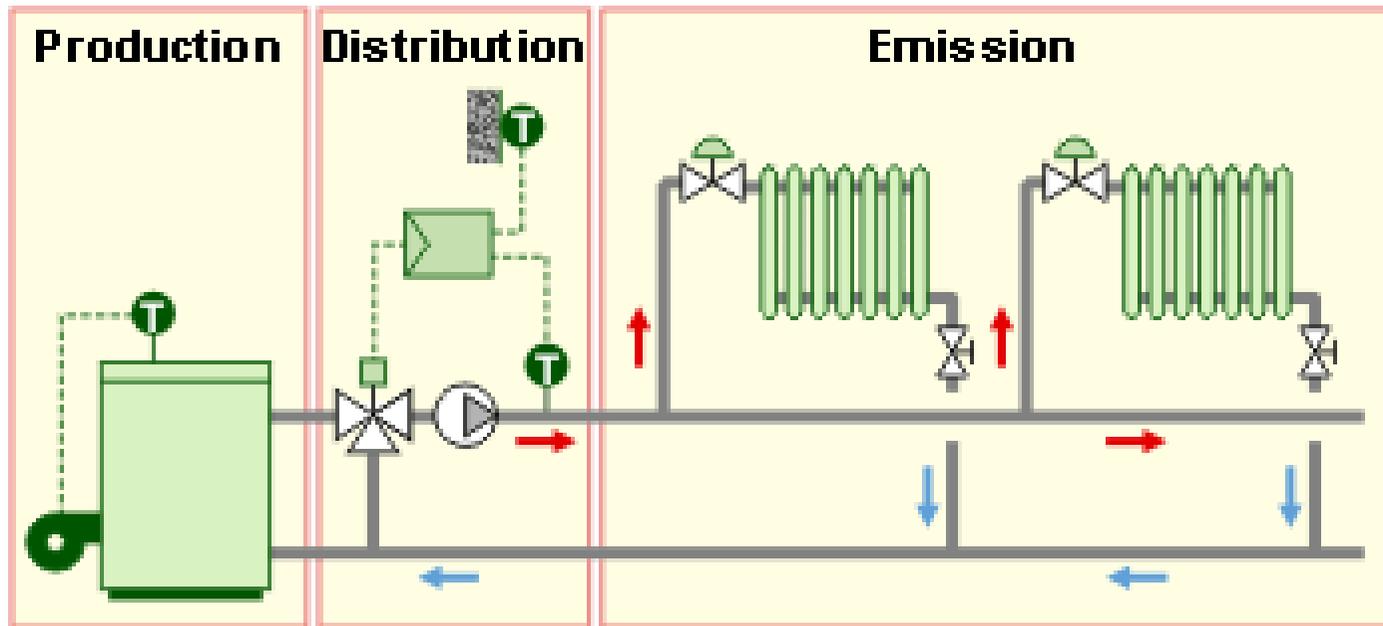


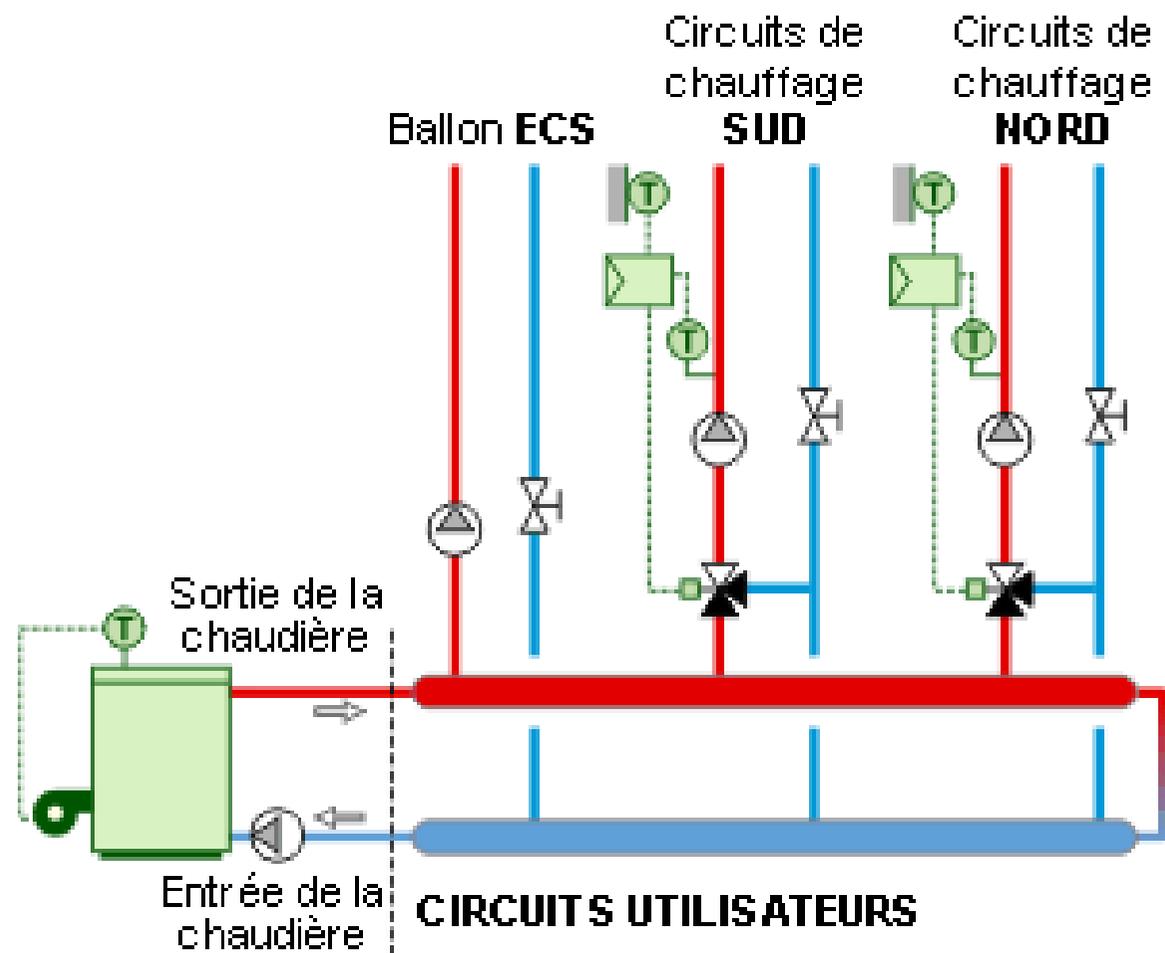
La chaleur fournie est-elle adéquate :

- En intensité ?
- Dans l'espace ?
- Dans le temps ?



Point de départ : le relevé de l'installation







Surchauffe = surconsommation



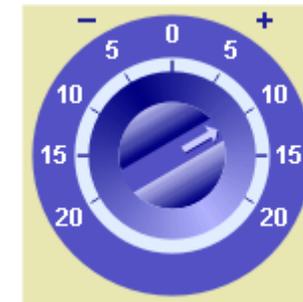
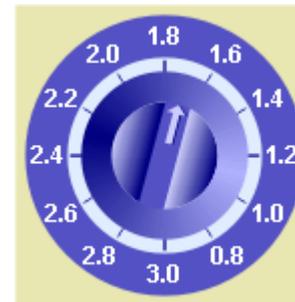
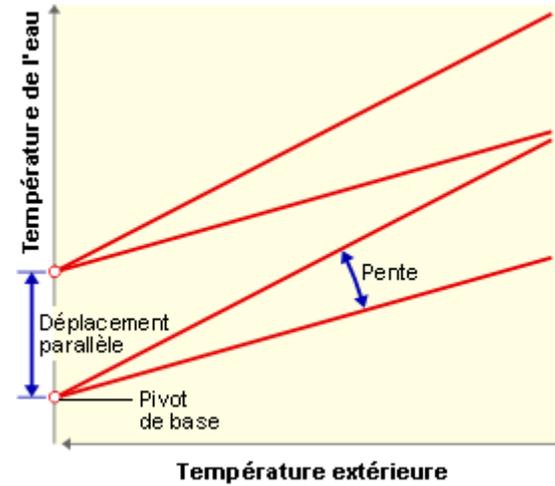
1 °C de trop = 8% de surconsommation

- Globale : mauvais réglage de la régulation centrale
- Locale : locaux avec apports de chaleur plus importants





Régulateur climatique





Réglage du régulateur climatique



- Est unique
- Dépend du degré d'isolation du bâtiment, de la surpuissance des corps de chauffe
- Le réglage ne doit pas être fait :
 - par le chauffagiste
 - au hasard en fonction des plaintes
- Mais :
 - Par une personne vivant dans le bâtiment et tenant un historique des réglages





Placer des vannes thermostatiques dans les locaux à fort apport de chaleur?



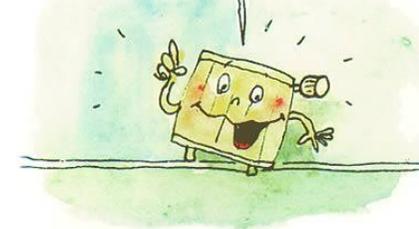
Permet d'éviter la surchauffe des locaux



SOYEZ
PARESSEUX...

Si, si, JE VOUS ASSURE!

CHANGER LA POSITION DE
LA VANNE D'UN RADIATEUR
DEMANDE UN EFFORT
MUSCULAIRE CONSIDÉRABLE!



...Laissez la vanne
du radiateur sur **3** ! (=20°C)



Zonage



- Locaux chauffés en dehors des heures d'occupation du bâtiment (par exemple à cause de la conciergerie) ?
- Locaux exceptionnellement occupés en journée (par exemple la bibliothèque ouverte 1 fois par semaine) ?
- Que coûte l'école chauffée 24h/24 pour la conciergerie ?



Solutions possibles



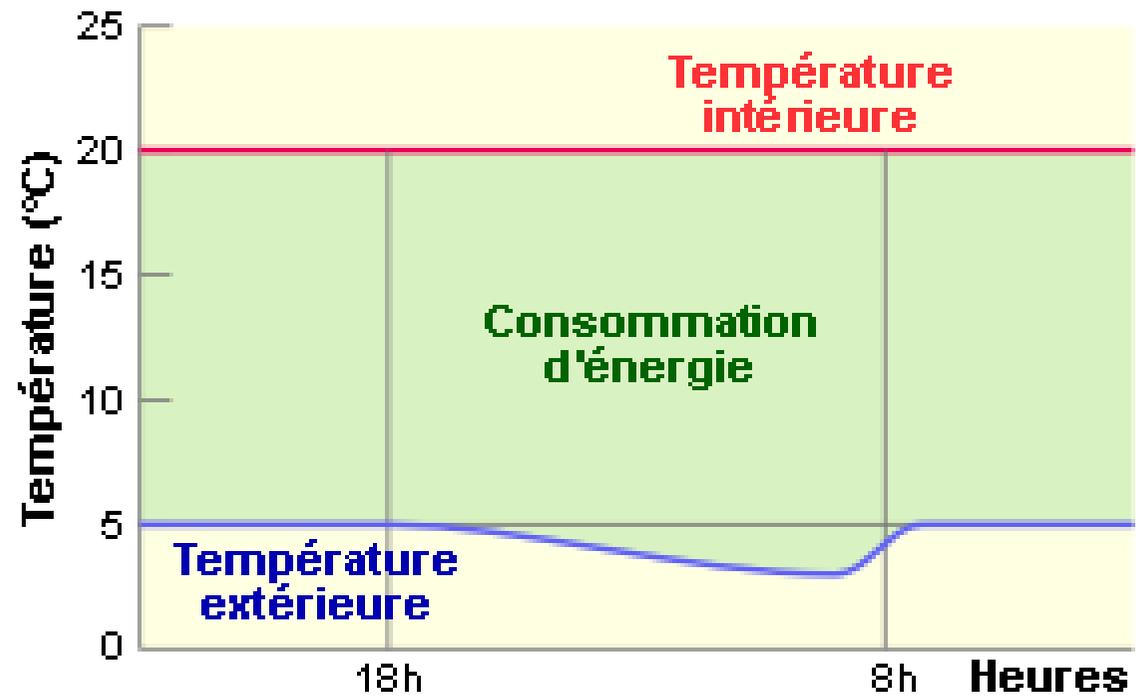
- modifier les circuits hydrauliques,
- placer des vannes de zones,
- placer des vannes thermostatiques programmables,
- modifier l'occupation des locaux,
- placer une production indépendante

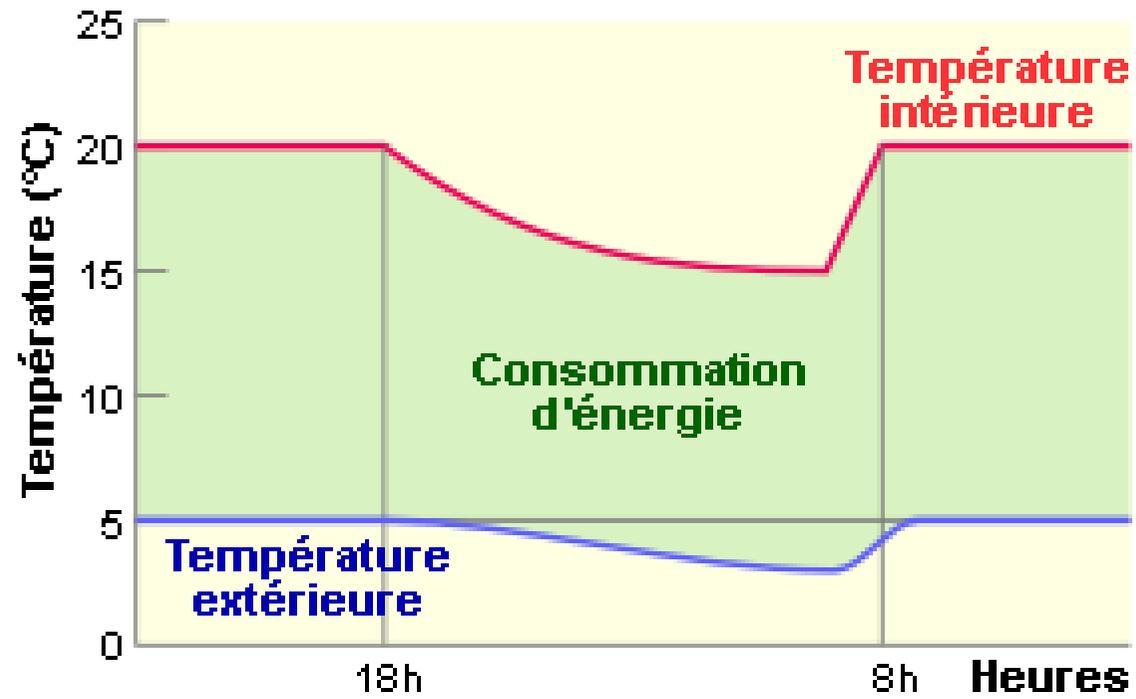


Intermittence



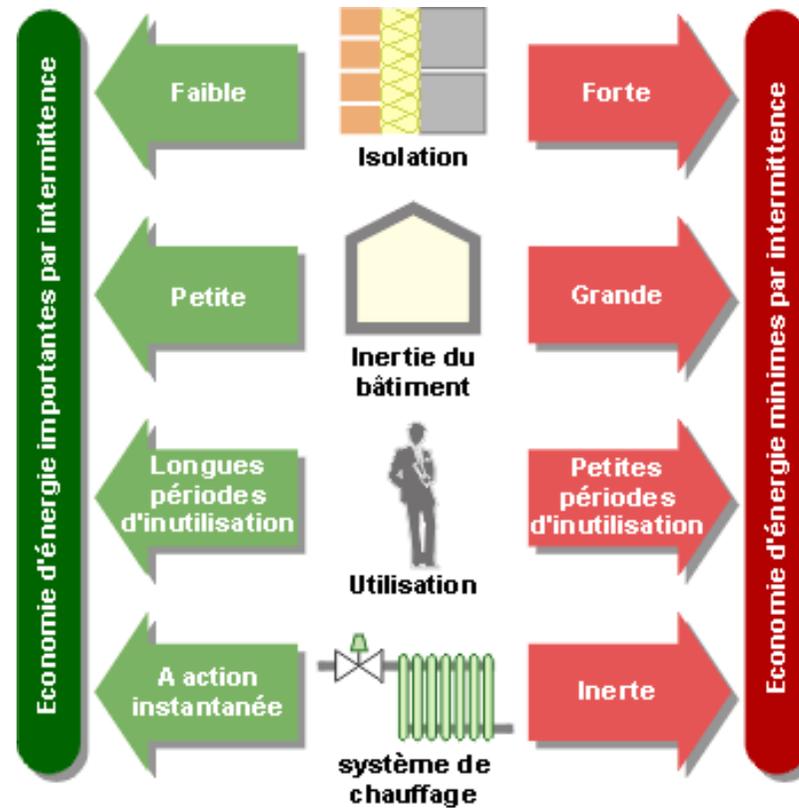
~~"Cela ne sert à rien de couper le chauffage
durant la nuit, la chaleur économisée est
repayée en début de journée suivante pour
recharger les murs !"~~







Intérêt de l'intermittence

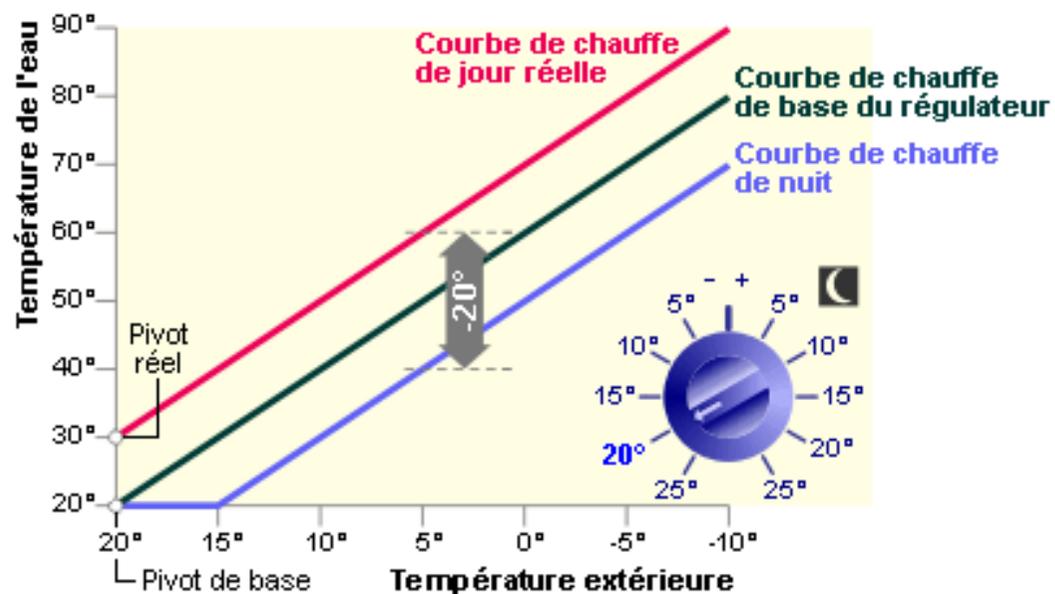
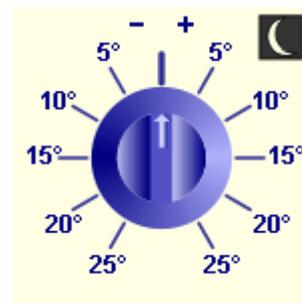
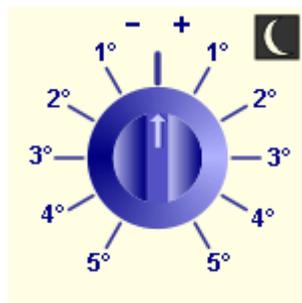


L'intermittence permet de réaliser des économies d'autant plus importante que l'isolation du bâtiment est faible, que l'inertie thermique du bâtiment est faible,

...

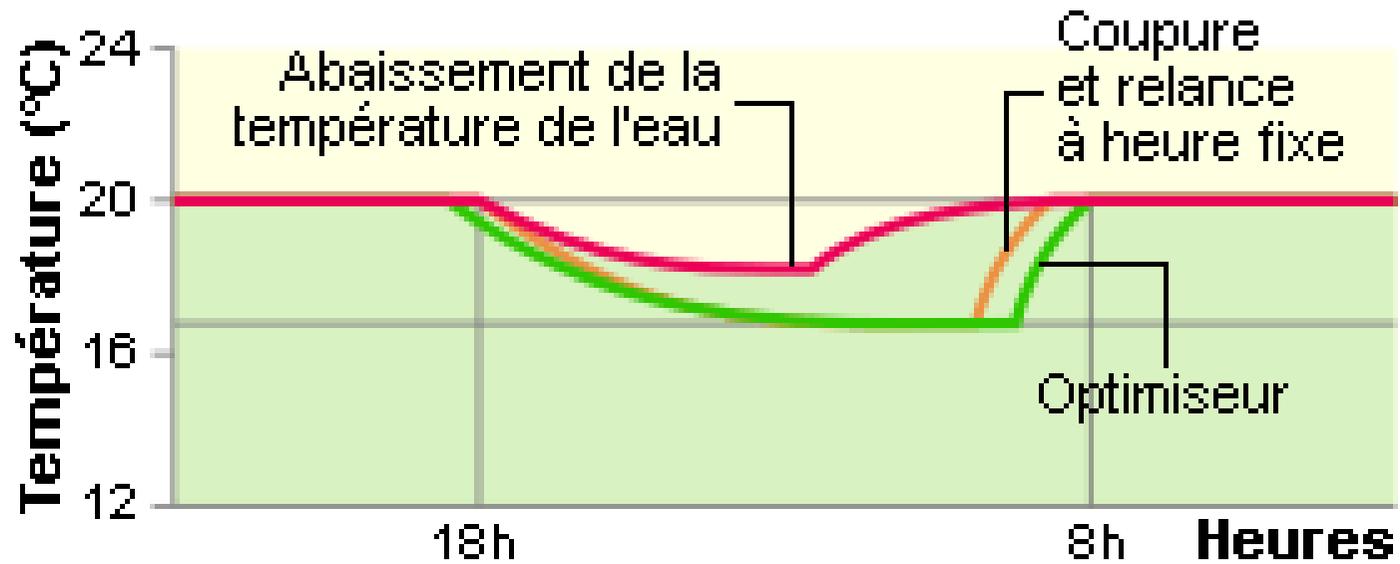


Types d'intermittence : abaissement de la température d'eau





Types d'intermittence





Exemples d'économie possible

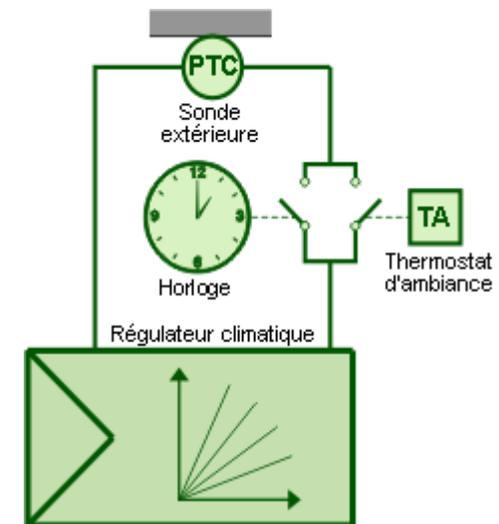
- *Prenons l'exemple d'une école ouverte de 8h à 18h, 182 jours par an. Le temps d'inoccupation durant la saison de chauffe est de près de 70 % !*
- *Les économies réalisable en y pratiquant l'intermittence du chauffage avec un optimiseur sont de l'ordre de (à nuancer en fonction du degré d'isolation et de l'inertie thermique du bâtiment) :*
 - *30 % par rapport au bâtiment chauffé en continu,*
 - *15 à 20 % si le bâtiment dispose déjà d'un abaissement de température d'eau,*
 - *5 à 10 % si on dispose déjà d'une intermittence par coupure complète et thermostat d'ambiance.*



A vérifier ...



- Les horloges :
 - heure correcte
 - programme quotidien/hebdomadaire
 - adéquation des horaires (attention aux problèmes hydrauliques)
- La mise en dérogation
- Type de ralenti et le choix de la température d'eau
- Vérifier le ralenti réel





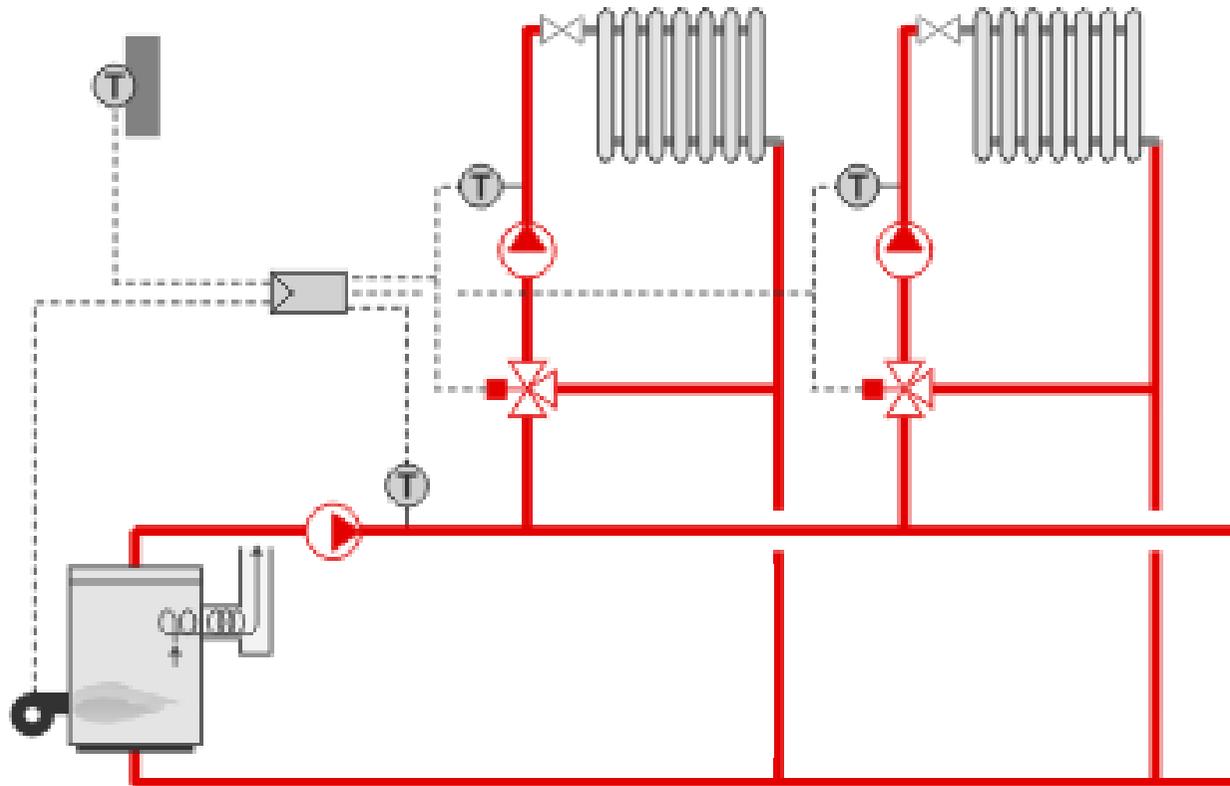
Plan de l'exposé



1. Une installation de chauffage à eau chaude ?
2. Production : évaluer / améliorer
3. Régulation : évaluer / améliorer
4. **Distribution : évaluer / améliorer**
5. Emission : évaluer / améliorer
6. Synthèse



Evaluer la distribution



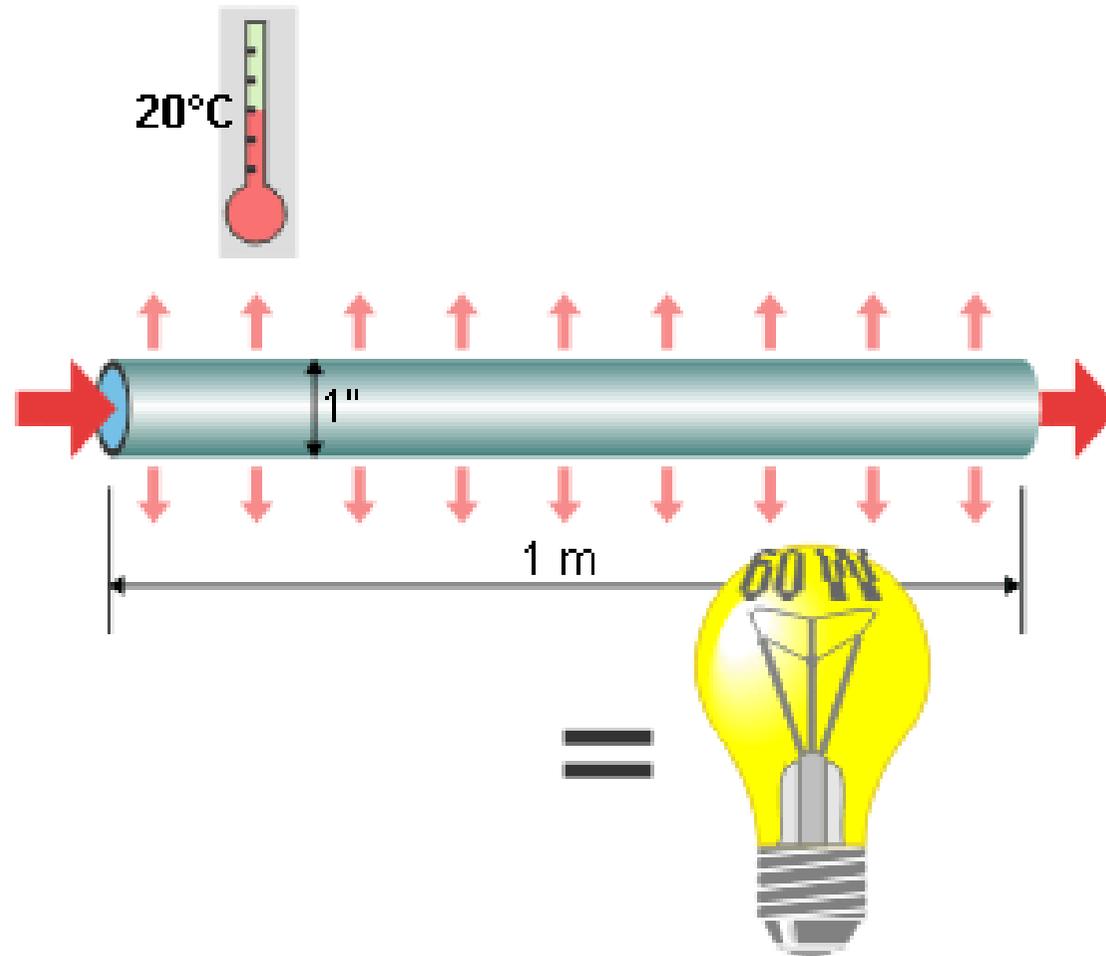
Pertes de ...

- Production
- Distribution**
- Emission
- Régulation





Ordre de grandeur





Pertes des vannes



Perte des vannes > pertes des tuyaux :

1 vanne \approx 1,7 m de conduite

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



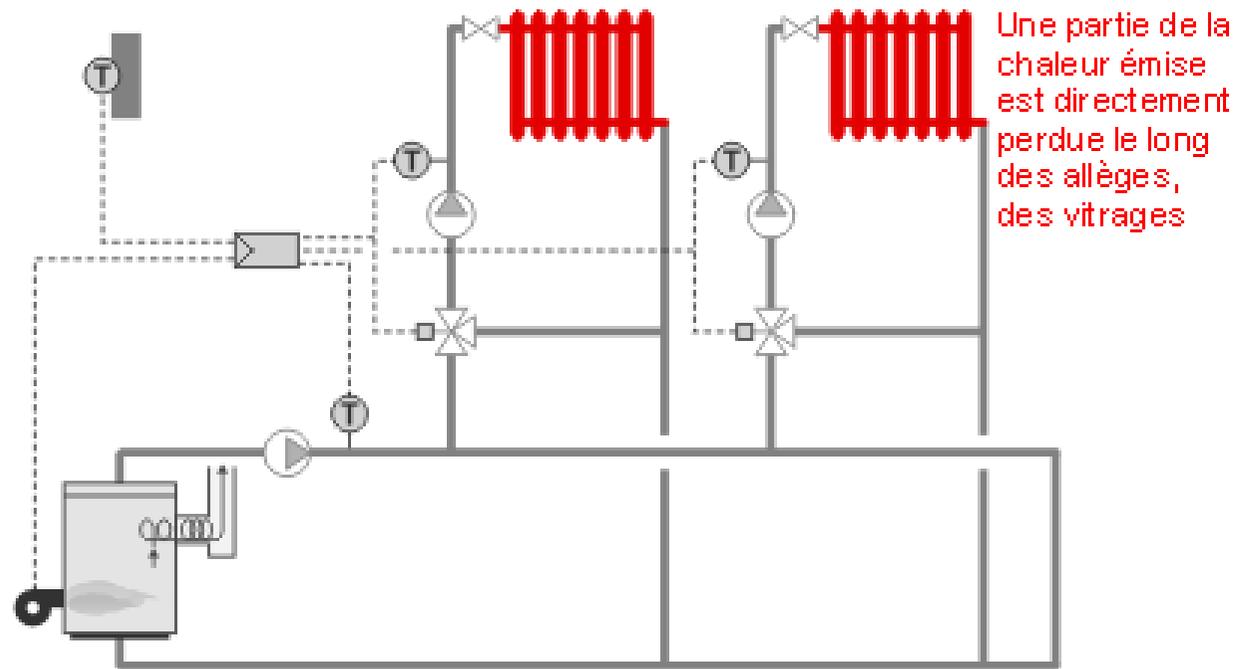
Plan de l'exposé



1. Une installation de chauffage à eau chaude ?
2. Production : évaluer / améliorer
3. Régulation : évaluer / améliorer
4. Distribution : évaluer / améliorer
5. Emission : évaluer / améliorer
6. Synthèse



Les pertes ?

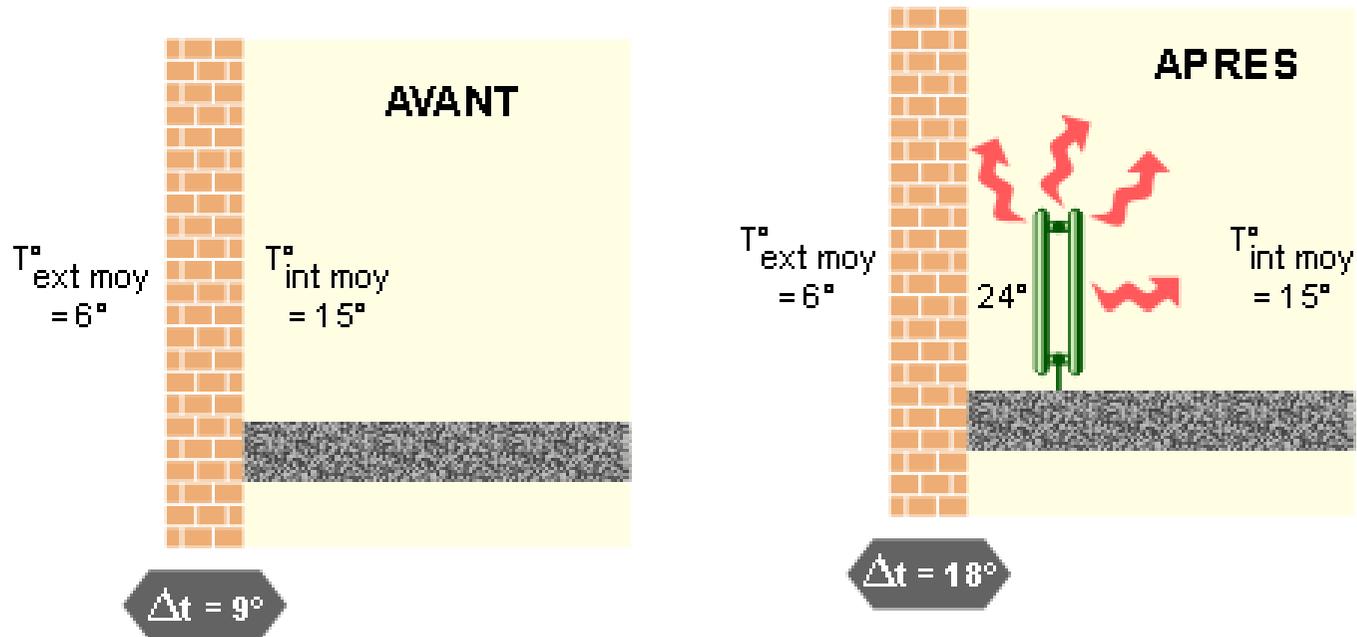


Pertes de ...

- Production
- Distribution
- Emission**
- Régulation



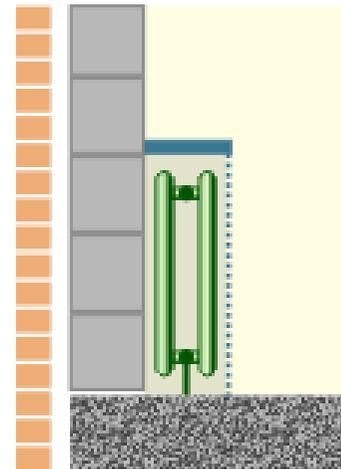
Pertes au dos des radiateurs



Placer un isolant de 0,5 cm recouvert d'aluminium sur un mur non isolé au dos d'un radiateur permet de gagner :

10 .. 15 litres fuel/m².an

Et est remboursé en **1 .. 2 ans.**





Plan de l'exposé



1. Une installation de chauffage à eau chaude ?
2. Production : évaluer / améliorer
3. Régulation : évaluer / améliorer
4. Distribution : évaluer / améliorer
5. Emission : évaluer / améliorer
6. Synthèse



En résumé



Type d'installation	Rendements en % ($\eta_{\text{global}} = \eta_{\text{production}} \times \eta_{\text{distribution}} \times \eta_{\text{émission}} \times \eta_{\text{régulation}}$)				
	$\eta_{\text{production}}$	$\eta_{\text{distribution}}$	$\eta_{\text{émission}}$	$\eta_{\text{régulation}}$	η_{global}
Ancienne chaudière surdimensionnée, longue boucle de distribution	75 .. 80 %	80 .. 85 %	90 .. 95 %	85 .. 90 %	46 .. 58 %
Ancienne chaudière bien dimensionnée, courte boucle de distribution	80 .. 85 %	90 .. 95 %	95 %	90 %	62 .. 69 %
Chaudière haut rendement, courte boucle de distribution, radiateurs isolés au dos, régulation par sonde extérieure, vannes thermostatiques, ...	90 .. 93 %	95 %	95 .. 98 %	95 %	77 .. 82 %



Concevoir une nouvelle installation

A quoi faut-il être attentif lorsque l'on remplace une installation de chauffage ?

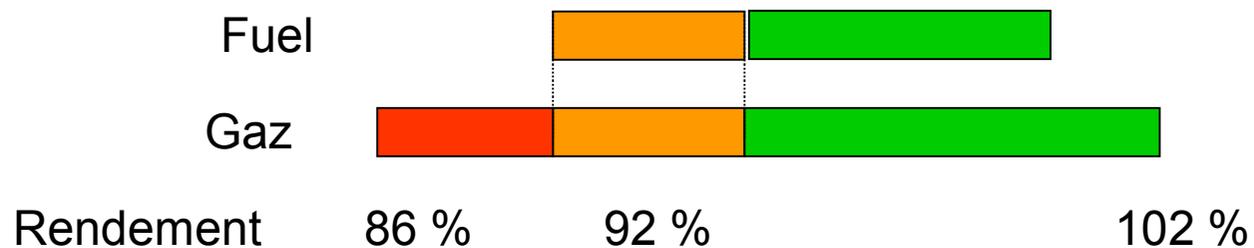
- Choix du combustible
- Dimensionnement de la chaudière
- Choix de la chaudière et du brûleur
- Choix du circuit hydraulique et de la régulation
- Adaptation des équipements auxiliaires



Fuel ou gaz ?



- L'efficacité énergétique



Attention à la dégradation du rendement de la chaudière fuel,
lié à l'encrassement progressif des surfaces de chauffe



Fuel ou gaz ?



- La production de CO₂

1 kWh gaz = 0,2 kg CO₂

1 kWh fuel = 0,265 kg CO₂

Emission de CO₂ du gaz

=

75% émission de CO₂ du fuel



Fuel ou gaz ?



- L'investissement

Gaz	Fuel
Chaudière et brûleur	
Raccordement à la cheminée	
Tuyauterie d'alimentation du brûleur, filtre à gaz, robinet d'isolement	Tuyauterie d'alimentation du brûleur, filtre à fuel, robinet, pompe à fuel
Raccordement au réseau gaz (dont le coût est négociable)	Cuve à fuel (enterrée, en cave ou extérieure)
Equipements de protection : détection des fuites de gaz, vannes électromagnétiques	

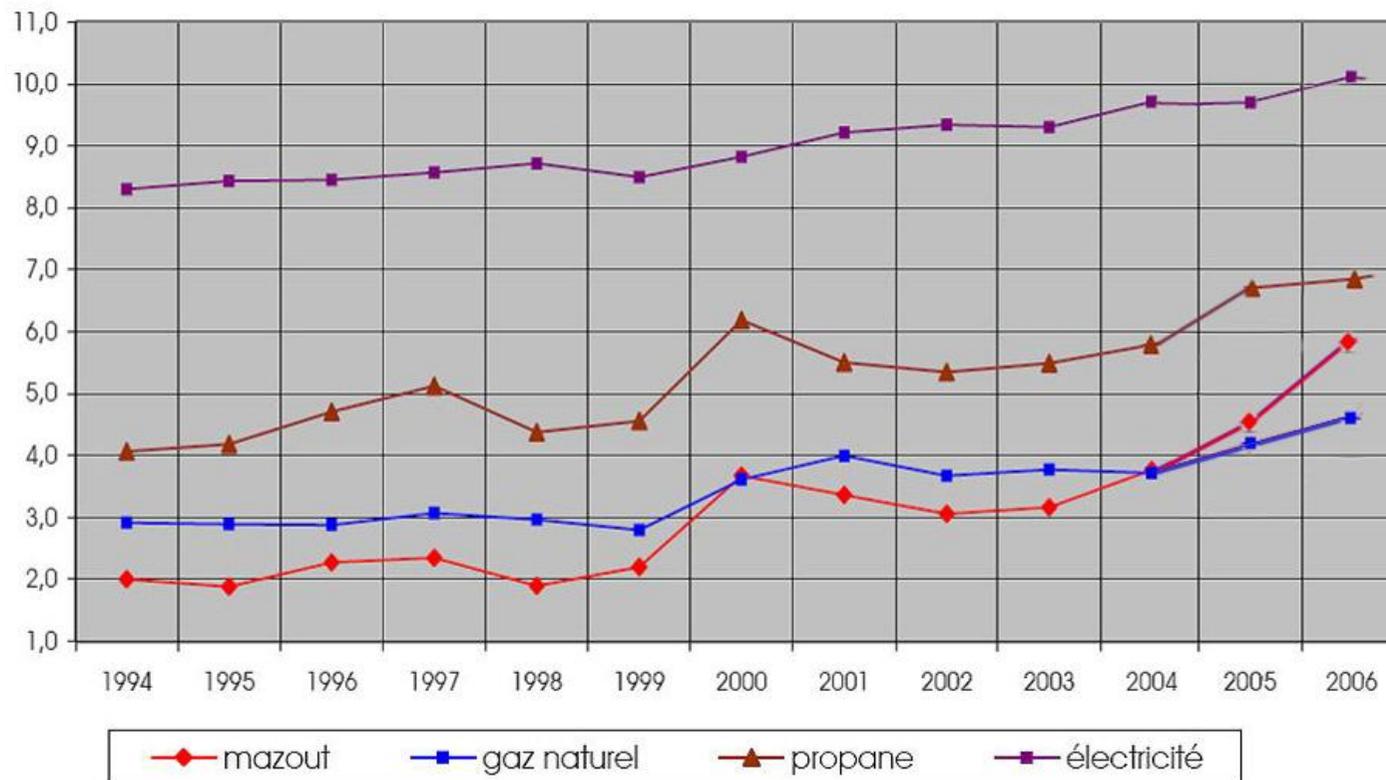


Fuel ou gaz ?



- Le coût du combustible

Aperçu de la moyenne des prix annuels des combustibles en c/kWh

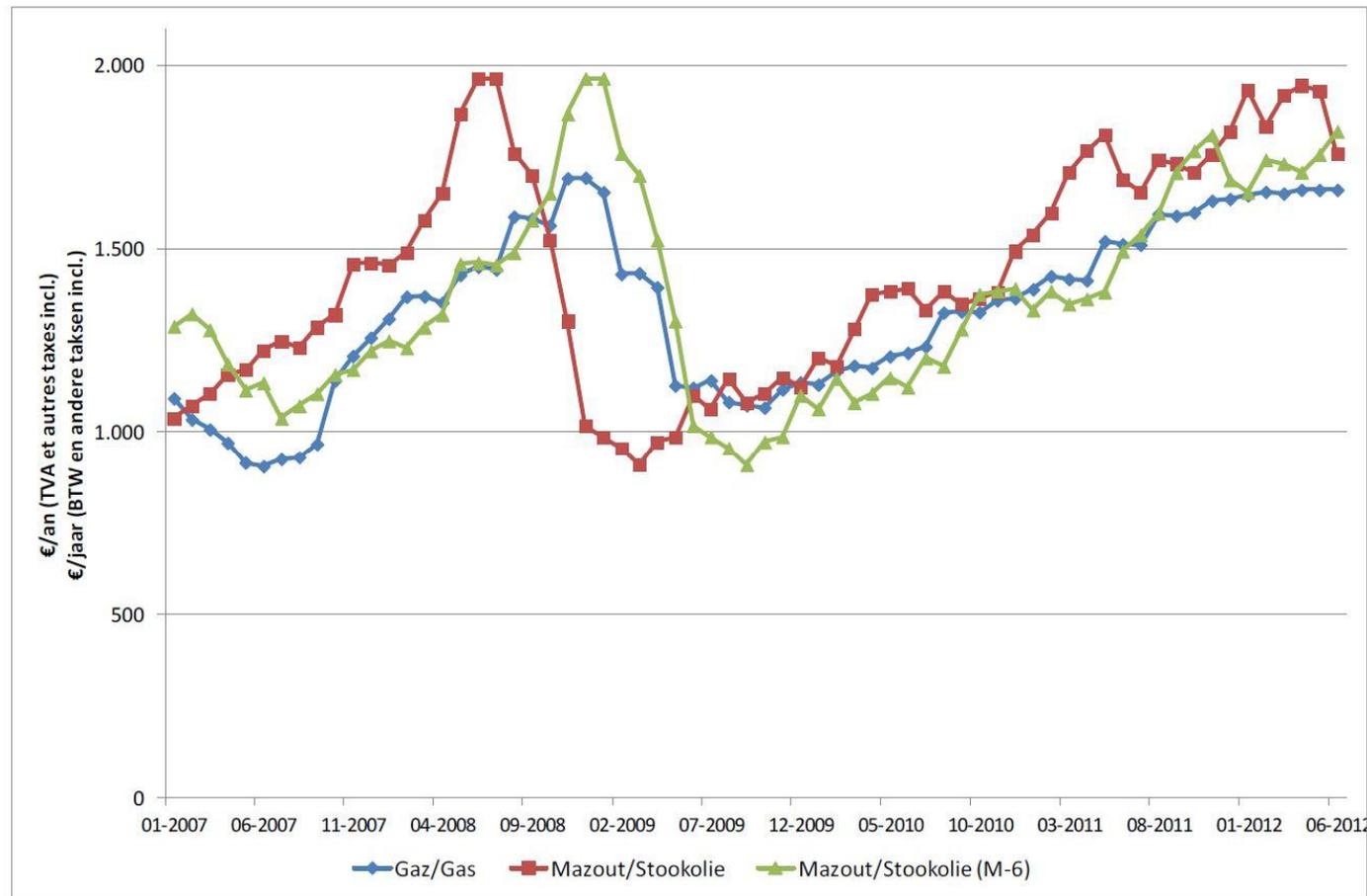


En moyenne, de 1996 à 2001, le gaz a été 8 % plus cher que le fuel (au tarif officiel).

Choix du combustible



Evolution des prix all-in du mazout (2.115 litres/an) et du gaz (23.260 kWh/an - ECS Energy Plus - zone Iverlek)



Choix du combustible



Electrabel base (prix d'énergie indexé)
D'application en NOVEMBRE 2012 - TVA incluse



ENERGIE	Gaz 5	Gaz 30	Gaz 400	
max (kWh/an)	5.000	30.000	400.000	
RESEAU DE DISTRIBUTION	T1	T2		T3
Consommation max en kWh/an	5.000	150.000		1.000.000
COÛT DU GN TVAC (€/kWh PCS)	0,0877	0,0717	0,0717	0,0677
COÛT DU MAZOUT TVAC (€/kWh PCI)	0,0917	0,0917	0,0917	0,0917
DIFFERENCE G-M TVAC (€/kWh)	-0.004	-0,020	-0,020	-0,0203
POURCENTAGE	-4%	-22%	-22%	-26%

Choix du combustible



Synthèse des avantages

- **Pour le gaz**
 - Le meilleur rendement grâce aux chaudières à condensation
 - Emission de CO₂ moindre de 25 % (à consommation égale)
 - Emission de NOx et de SO₂ moindre
 - Approvisionnement continu (absence de stockage)
 - Suivi facile des consommations
- **Pour le fuel**
 - Disponible sur tout le territoire



Dimensionnement de la chaudière

Rappel : Impact du surdimensionnement de la chaudière et du brûleur :

- Surinvestissement,
- Augmentation des pertes à l'arrêt,
- Augmentation des émissions polluantes et de l'encrassement



Dimensionnement de la chaudière

NBN B62-003 :

- La puissance utile de la (des) chaudière(s) doit donc être supérieure ou égale à :

$$P_{\text{TOT}} \geq (P_{\text{ti}} + 0,5 P_{\text{vi}}) \times (1 + M_0 + M_{\text{cw}})$$

où :

- P_{tot} = déperditions calorifiques totales du bâtiment [W]
- P_{ti} = déperditions par transmission de tous les locaux [W]
- P_{vi} = déperditions par ventilation de tous les locaux [W]
- M_0 = majoration pour l'orientation (selon NBN B62-003)
- M_{cw} = majoration pour les parois froides (selon NBN B62-003)

Remarque : dans le cas d'une ventilation mécanique, il faut tenir compte, lors du calcul des déperditions, de la totalité des déperditions par ventilation mécanique de tous les locaux.



Dimensionnement de la chaudière

Le dimensionnement est lui basé sur le calcul des déperditions au travers des surfaces de l'enveloppe en contact avec l'extérieur et celles provoquées par la ventilation hygiénique.

Ces déperditions, fonction de la différence des températures internes et externes, sont calculées sur base de la norme NBN EN 12831 : 2003 qui remplace partiellement la norme NBN B62 -003 en se référant au climat local.

Le but de l'installation de chauffage est de compenser ces déperditions pour maintenir la température intérieure constante. Dimensionner les systèmes de chauffage, c'est calculer la puissance utile nécessaire pour y parvenir lors des conditions extrêmes : lorsque la température extérieure est minimale, qu'il n'y a pas de soleil et que les apports internes sont nuls.



Données nécessaires

- la surface et la composition de toutes les parois qui entourent le volume chauffé du bâtiment :

murs extérieurs, murs intérieurs en contact avec des locaux non chauffés, portes et fenêtres, planchers sur sol, sur cave, sur vide ventilé, toiture ou plafond sous grenier non chauffé, coupoles, ...

- les températures de ces parois, les températures intérieures et la température extérieure ...



Dimensionnement chaudière



Mauvaises méthodes



- **en sommant la puissance des radiateurs existants**
 - les radiateurs sont presque toujours surdimensionnés
- **ou en appliquant une proportionnelle au volume du bâtiment, du type 60 .. 80 W/m³**
 - puissance nettement supérieure à la réalité
 - c'est la surface déperditive qui définit les besoins de chaleur, pas le volume chauffé
- **ou en reprenant la puissance des chaudières existantes**
 - les anciennes chaudières sont presque toujours surdimensionnées
 - les bâtiments anciens ont souvent fait l'objet d'améliorations énergétiques (double vitrage, isolation de toiture, ...)
 - les chaudières ont un meilleur rendement utile

Dimensionnement chaudière

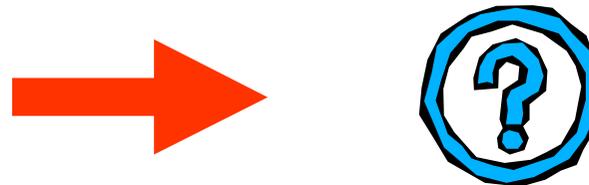


Vérification du dimensionnement

Puissance ancienne chaudière

<>

Puissance nouvelle chaudière



Sur base des **consommations antérieures** ainsi que de l'évaluation **du rendement annuel de l'ancienne installation !**

Dimensionnement chaudière



Surdimensionnement ?

- **A relativiser parfois !**
- Car il s'agit du surdimensionnement du brûleur, et non de la surface d'échange de la chaudière
Plus les surfaces d'échange de la chaudière sont importantes, plus les températures des fumées seront faibles (diminution des pertes à la cheminée)
- Plus la plage de modulation du brûleur est grande, meilleures seront également les performances de la chaudière (voir plus loin)



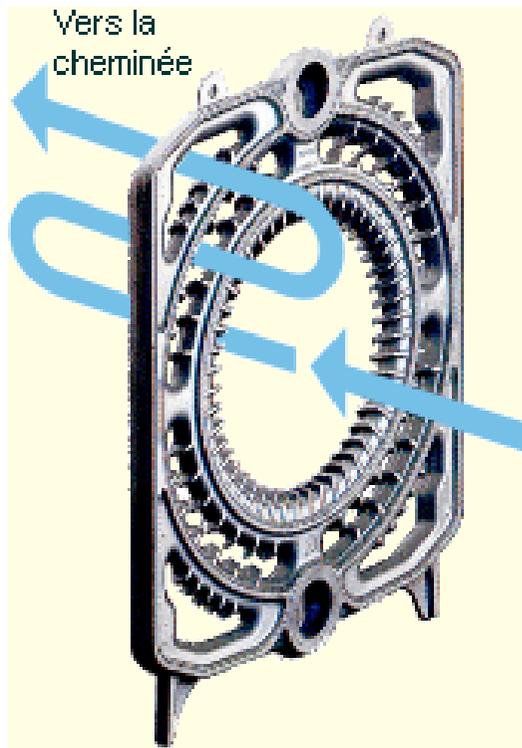
Choix de la chaudière - brûleur

Évolution technologique en chaudières et brûleurs

Nouveaux concepts hydrauliques dépendant des exigences chaudières



- **Chaudière**
 - fonte



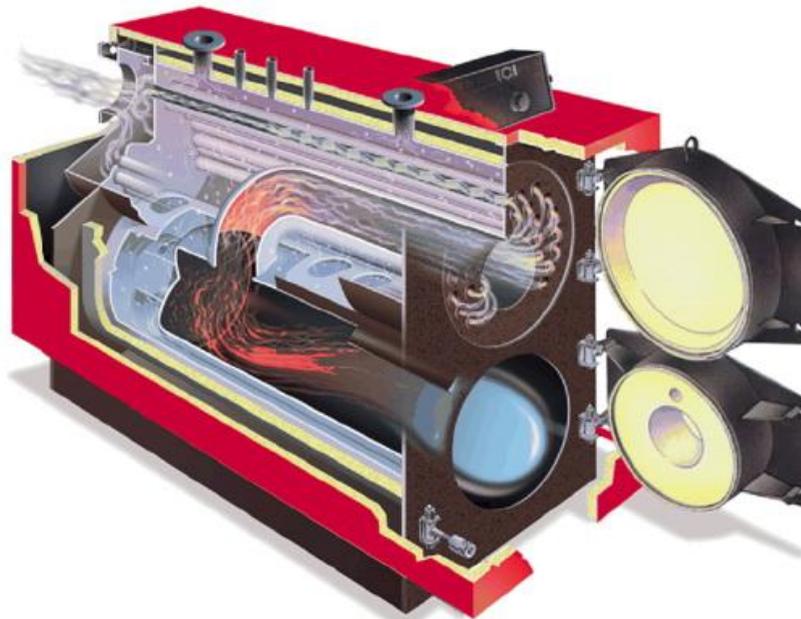
- les chaudières en fonte s'adaptent aux chaufferies d'accès difficile car elles peuvent être montées sur place ;

- La fonte est plus cassante que l'acier et supporte mal les chocs thermiques

- Echange thermique diminuée de par les épaisseurs => nombreux chicanages et difficultés de nettoyage au combustible liquide.



- **Chaudière**
 - acier

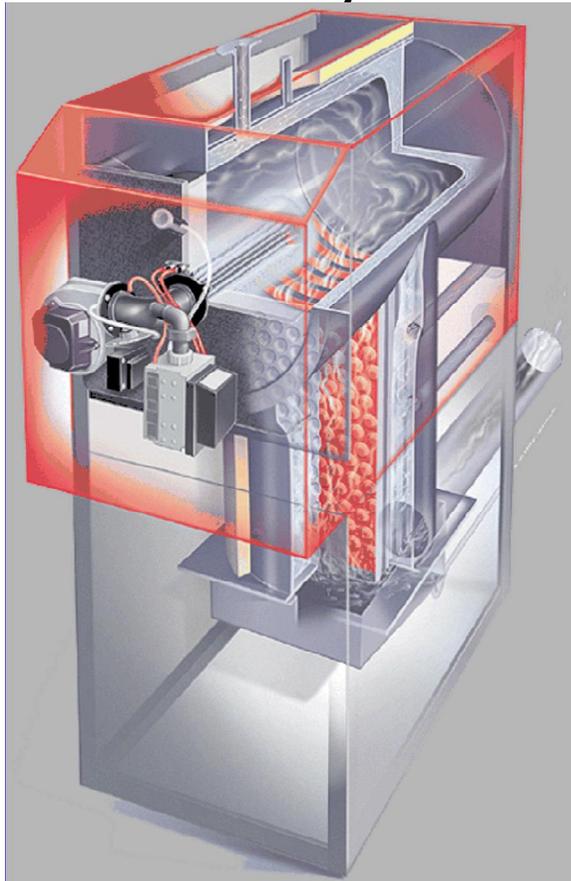


- les chaudières en acier sont du type monobloc, étanches, et résistantes aux tensions thermiques;
- Echange thermique nettement améliorée, avec comme conséquence des risques plus importants de condensation et de corrosion en l'absence de régulation appropriée.

Choix chaudière



- Chaudière
– acier inoxydable



- les chaudières en acier inoxydable résistent à la condensation, et n'imposent plus aucune limite basse de température,
- Elles sont surtout utilisées dans le domaine de la condensation.

- Elles sont plus délicates à la fabrication.

Choix chaudière



- **Chaudière**
 - Fonte d'aluminium



- La fonte d'aluminium est un matériau très conductible et léger.
- les chaudières en fonte d'aluminium résistent à la condensation, et n'imposent plus aucune limite basse de température,
- Elles sont en général très compactes (très faible encombrement au sol).

Choix chaudière



Performances



- La législation impose un rendement minimal à toutes les chaudières vendues en Belgique. Les labels (OPTIMAZ (elite) pour le fuel et HR+/HR Top pour le gaz) ne garantissent guère plus.



- D'un autre côté, les chiffres annoncés par les fabricants ne représentent pas la réalité en exploitation et ne sont généralement pas comparables entre eux. Attention donc !



Performances

- HR + « basse température » ?? (rendement se situant entre HR+ et HRTop)

Il ne s'agit là que de performances améliorées, mais pas nécessairement de « basses températures d'eau »

En effet, plus une chaudière est performante, plus elle risque de condenser si on lui ramène de l'eau à basse température !!

Une vraie chaudière « basse température » ou « très basse température » doit être construite en matériaux résistant à la condensation ! Car condensation il y aura !

Cette chaudière pourra toutefois ne pas disposer du label « condensation », d'un point de vue performances !, mais pourra fonctionner en température glissante, sans limite basse éventuelle !



- **Concept de chaudière :**

Grand ou faible volume d'eau ?

On rencontre sur le marché :

- des chaudières *à faible volume d'eau* (0,15 .. 0,2 litre/kW) et perte de charge importante. En règle générale, ces chaudières imposent un débit d'eau minimum (pour éviter les risques de surchauffe dans la chaudière)

Une chaudière à faible volume d'eau a **très peu d'inertie**; elle peut donc réagir très rapidement à toute demande de variation de puissance, par exemple dans le cas d'une demande d'eau chaude sanitaire et d'une régulation avec priorité sanitaire.



- **Concept de chaudière :**

On rencontre sur le marché :

- des chaudières *à grand volume d'eau* (plus de 1 litres/kW) et faible perte de charge.
- Une chaudière à grand volume d'eau a une **plus grande inertie thermique**. Ceci augmente les temps de fonctionnement des brûleurs et donc limite le nombre de démarrages du brûleur lorsque la demande varie fortement, source d'imbrûlés.



- Concept hydraulique :

Pour la **condensation**, il faut que la **température d'eau de retour** soit la plus froide possible !!!!

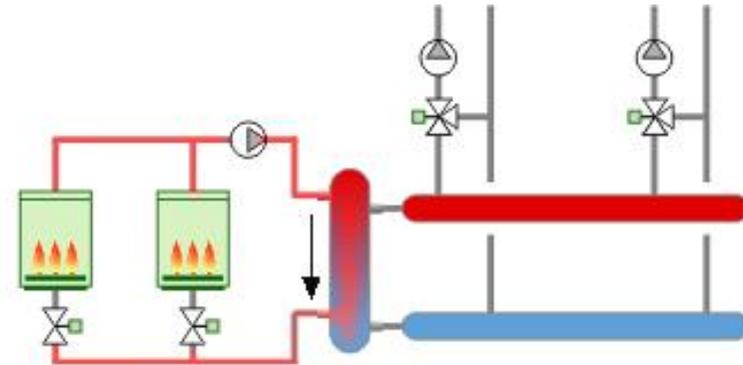


Schéma défavorable à la condensation

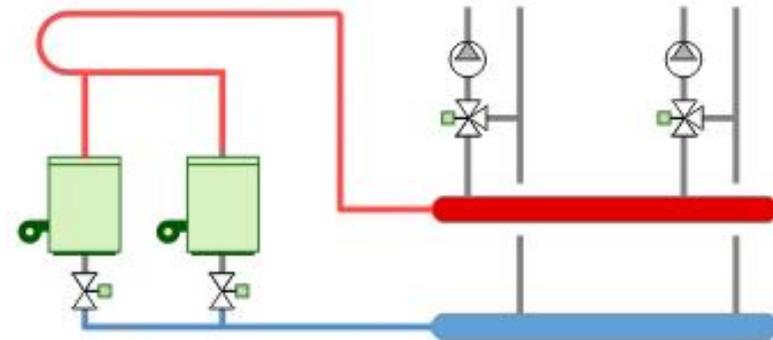
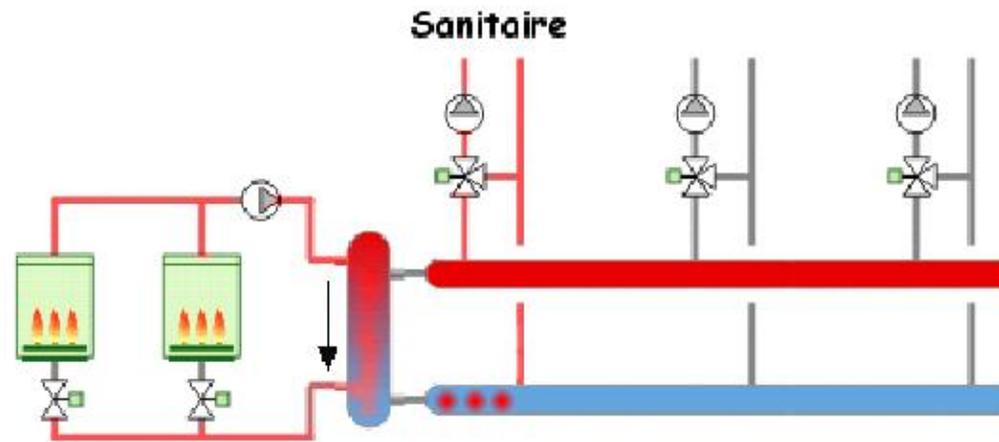


Schéma favorable à la condensation

Choix chaudière



Circuit hydraulique :



Il est donc recommandé de préparer l'eau
chaude sanitaire indépendamment des chaudières
de chauffage



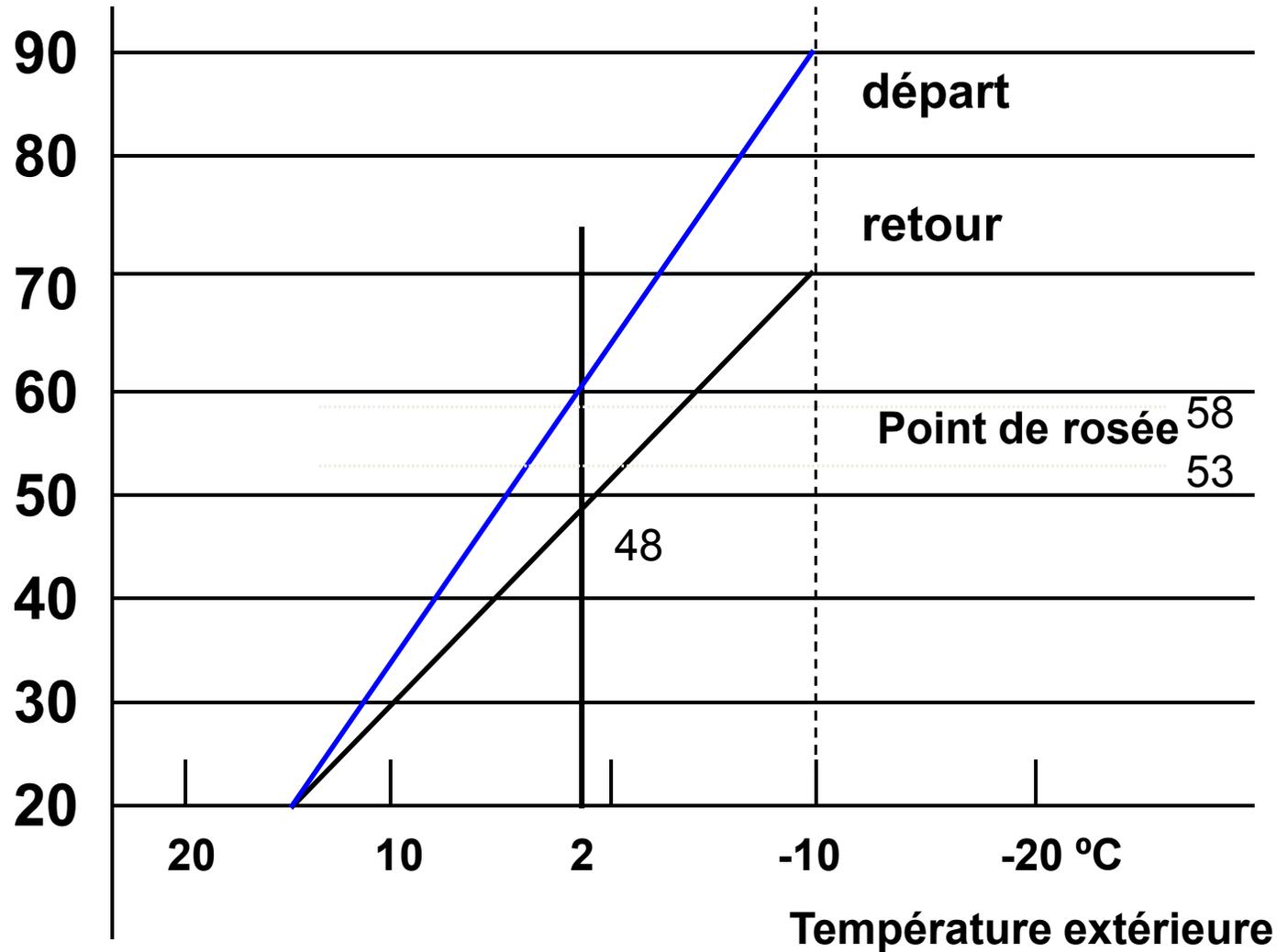
En résumé

Si chaudière à condensation

- Éviter la production simultanée de ECS ou
 - : chaudière à grand volume d'eau et 2 retours distincts
 - : chaudière à faible volume d'eau et ballon ECS tampon
- Réguler la température de départ chaudière le plus froid possible, en fonction de la température extérieure et de la demande des circuits de chauffage secondaires



**Système
classique
70 / 90 °C**



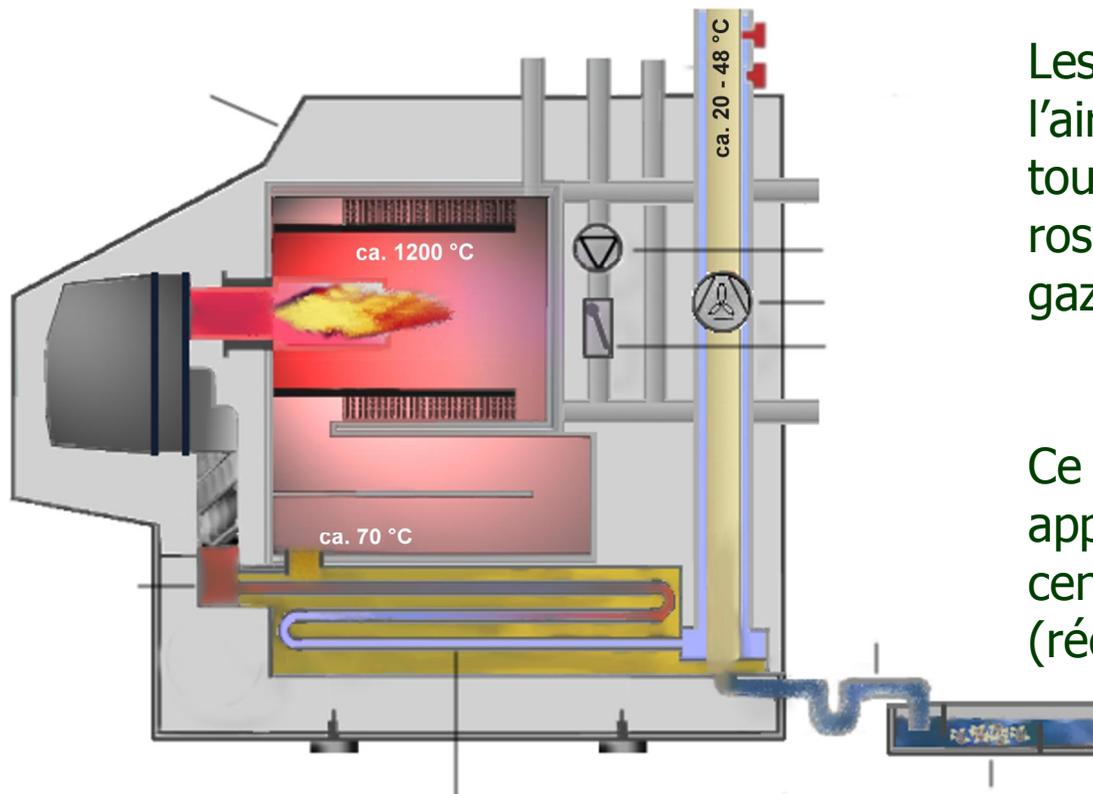


La chaudière à condensation permanente

- Le problème des chaudières à condensation provient du fait que c'est l'eau de l'installation qui doit refroidir les fumées en dessous du point de rosée !
- Or ce point se situe à environ 55°C pour le gaz naturel et 45°C pour le mazout
- En hiver, l'eau est souvent à une température supérieure !! (ou pendant la production d'eau chaude sanitaire !)



La chaudière à condensation permanente



Les fumées sont refroidies par l'air de combustion qui est toujours inférieure au point de rosée des fumées aussi bien au gaz naturel qu'au **mazout**

Ce principe est d'ailleurs appliqué dans toutes les grosses centrales thermiques (réchauffeur d'air)



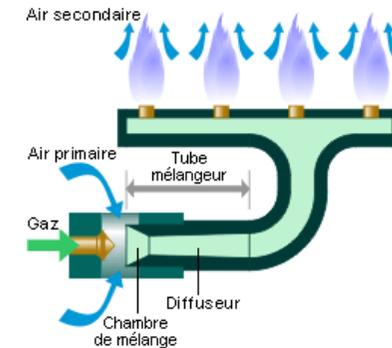
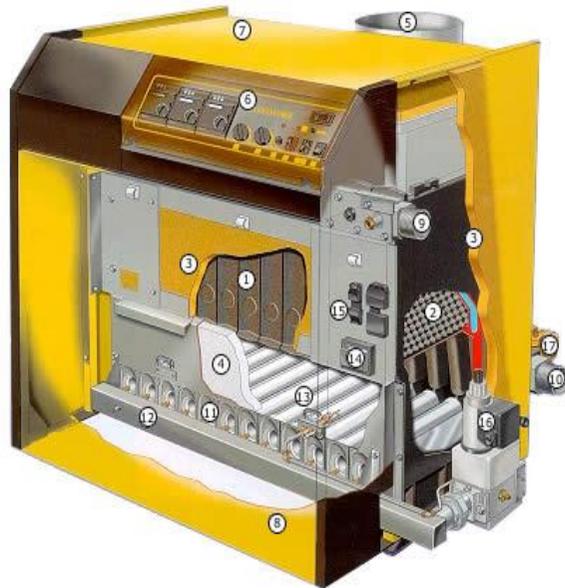
Evolution technologique

Brûleur : Gaz ou mazout ?

- Brûleur **mazout** => pulsé
- Brûleur **gaz** =>
 - atmosphérique
 - pulsé
 - pulsé à prémélange total



- **Brûleur**
 - atmosphérique



Avantages

Le prix moindre. Une chaudière atmosphérique de conception "bas de gamme" coûte moins cher qu'une chaudière équipée d'un brûleur gaz pulsé.

L'absence de bruit. Une chaudière atmosphérique ne comportant pas de ventilateur est nettement moins bruyante qu'un brûleur pulsé.

La facilité de montage et de réglage.

Possibilité de raccordement de plusieurs chaudières à une **même cheminée**

Choix brûleur



- **Brûleur**
 - atmosphérique



Inconvénients

Un rendement saisonnier nettement dégradé, jusqu'à **20% inférieur** aux chaudières à brûleur pulsé.

Cela provient fondamentalement des pertes à l'arrêt !

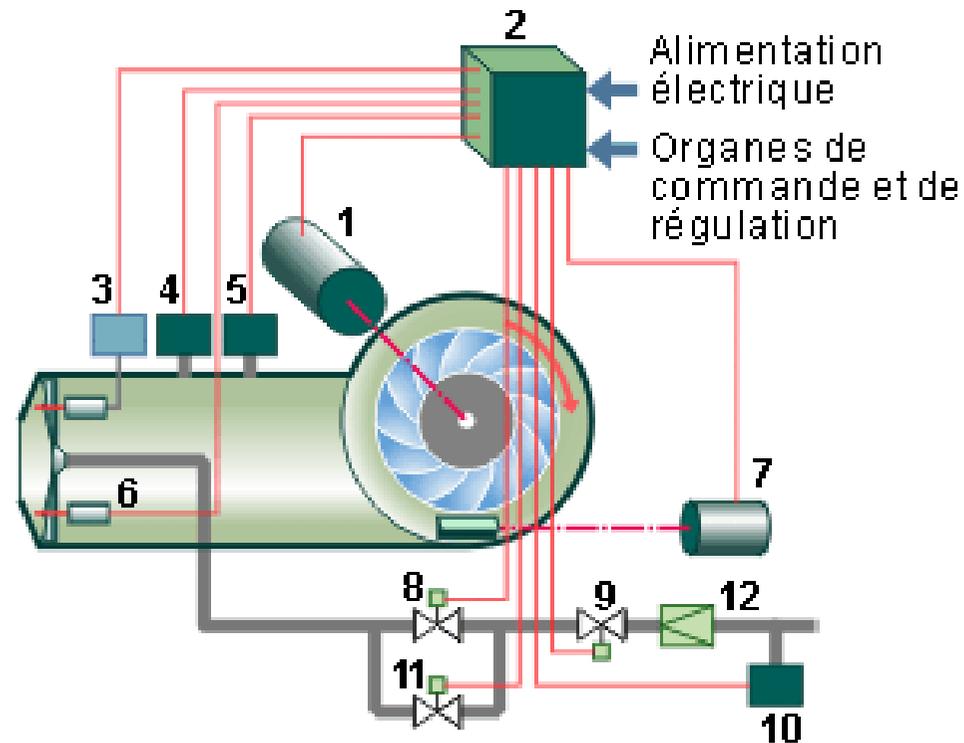
Dimension de cheminée beaucoup plus importante !

Taux de rejets polluants et en particulier de **NOx** nettement supérieur aux autres technologies.



- **Brûleur**
 - Pulsé (gaz ou mazout)

Les chaudières actuelles pour ce type de brûleur sont dites "à foyer pressurisé", c'est-à-dire que le trajet des fumées dans la chaudière est assuré grâce à la pression fournie par le ventilateur du brûleur.





■ Brûleur

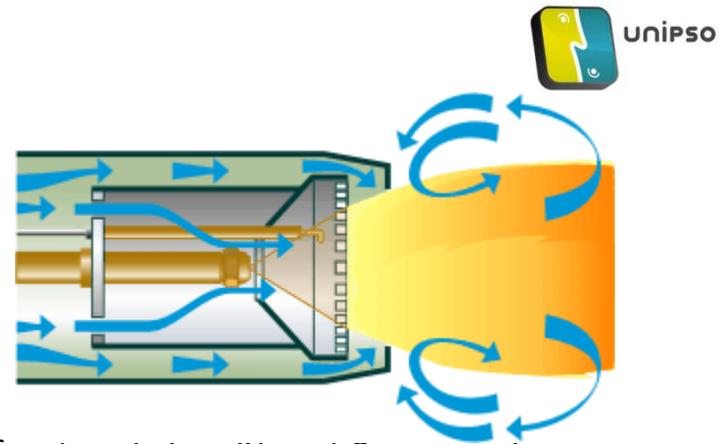
■ Pulsé (gaz ou mazout)

• Avantages

- Des pertes à l'arrêt très faibles
- Maîtrise des taux de rejets en NOx (recyclage des fumées et chaudières à 3 parcours)
- Les faibles pertes à l'arrêt et la possibilité d'obtenir des rendements de combustion les plus élevés (sans condenser), font des chaudières à brûleur pulsé les chaudières les plus performantes dans le catégorie des chaudières dites "traditionnelles".
- Rendements améliorés par les possibilités de modulation du brûleur (jusqu'à 25 à 30%)

• Inconvénients

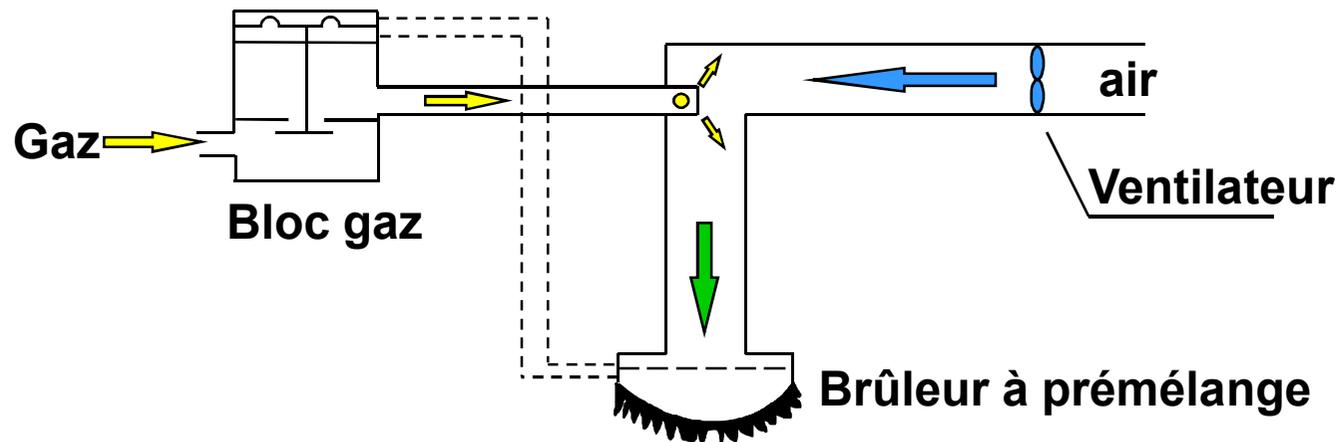
- Coûts d'installation
- Bruit





- **Brûleur**

- Pulsé à prémélange total



- **Avantages**

- Faible taux de rejets NOx
- Rendements améliorés par les possibilités de modulation du brûleur (jusqu'à 20% de charge) et les excès d'air plus faibles
- Bruit nettement plus faible (grâce au ventilateur à courbe de pression plus plate)



- **Brûleur**
 - Pulsé à prémélange total

Brûleur gaz à pré-mélange de forme cylindrique avec

- matelas de fibres métalliques pour une émission de particules nocives la plus basse possible
- Accouplement gaz/air par Venturi pour un mélange optimisé et des rendements extrêmement élevés et constants sur toute la plage de modulation





- Brûleur 1, 2 allures ou modulant ?



Le brûleur 2 allures se justifie d'office à partir d'une puissance installée de 150 kW.

Attention, il faut un brûleur à deux allures vraies réellement [régulé en cascade](#) et non un brûleur possédant une petite allure uniquement pour le démarrage et qui, en régime, fonctionne en 2ème allure, quels que soient les besoins.

Le brûleur modulant se justifie plus difficilement, sauf dans le cas des **brûleurs à prémélange !**

Pour celle-ci, le brûleur est intégré à la chaudière et ne demande pas de réglage compliqué. La plage de modulation est également plus importante (jusqu'à 25 % de la puissance pour les chaudières non à condensation). Dans cette gamme de chaudière, si un dispositif adapte automatiquement le débit d'air au débit de gaz, on a tout intérêt, quelle que soit la puissance, à choisir un modèle avec brûleur modulant



Paramètres influençant les performances des chaudières à condensation :

La température des fumées à la cheminée, dépendant de :

- la température d'eau de retour des consommateurs ;
- L'efficacité de l'échangeur (chaudière), c.a.d. sa surface d'échange par rapport à la puissance brute.

Plus sa surface d'échange est grande, plus la température des fumées se rapproche de celle de l'eau de retour.

Les températures des fumées se situent en général entre 0,5 et 10° au dessus de la température de retour de l'eau de chaudière.

La qualité de combustion



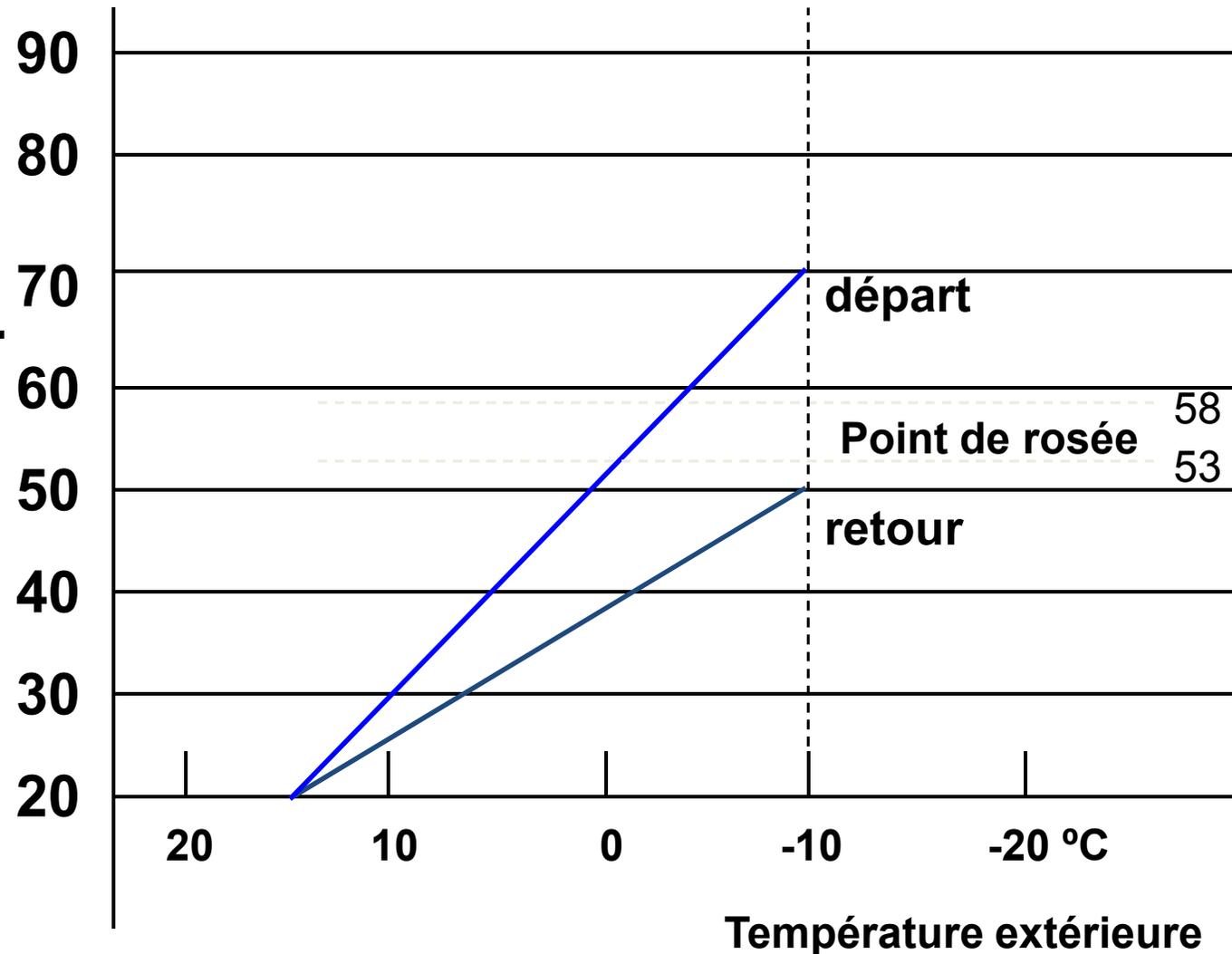
Nombre de chaudières

- Au dessus d'une puissance à installer de 200 kW, il est conseillé de diviser la puissance en plusieurs chaudières, principalement pour assurer une continuité de fonctionnement en cas de panne.
- Ce découpage permet également de diminuer le nombre de démarrage des brûleurs et donc de diminuer l'encrassement des chaudières et les émissions polluantes.
- L'intérêt purement énergétique est, quant à lui, réduit du fait de l'important niveau d'isolation des chaudières actuelles.
- [Si la condensation se justifie](#), l'idéal énergétique est de choisir une seule chaudière à condensation équipée d'un brûleur modulant. Si la sécurité de fonctionnement prime, la combinaison idéale est constituée d'une chaudière à condensation associée à une chaudière traditionnelle (chaufferie mixte).



Température de départ et de retour de l'eau de chauffage en fonction de la temp. extérieure

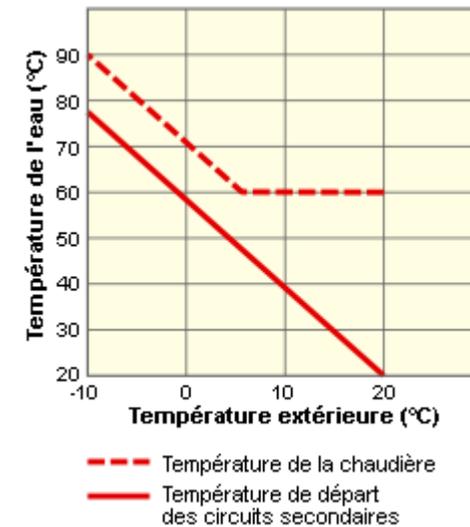
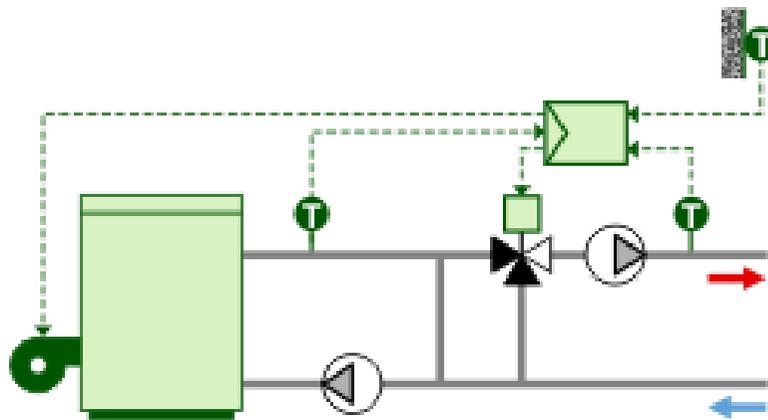
**Systeme
50 / 70 °C
avec
surdimension-
nement des
radiateurs**





Régulation en température glissante avec limite basse

De plus, la température de départ de la régulation glissante peut avoir une limite basse afin de s'assurer d'une température de retour suffisante.

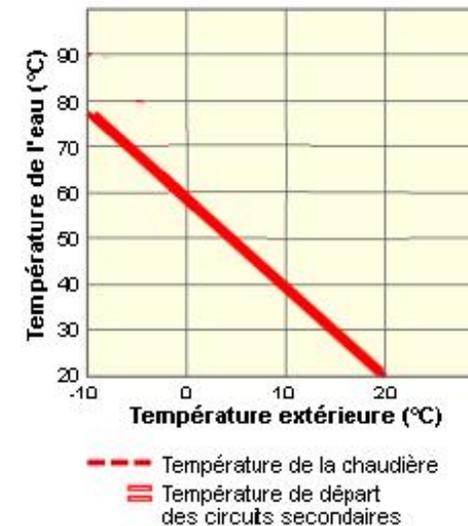
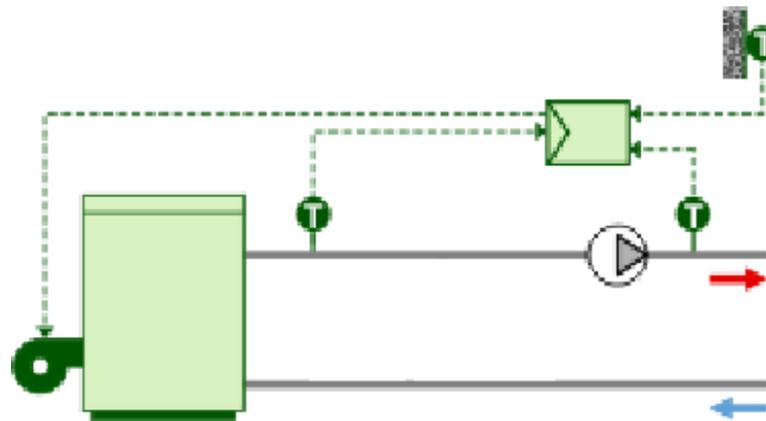


Régulation



Régulation en température glissante sans limite basse

Essentiellement valable pour les chaudières à condensation (sans production d'eau chaude sanitaire).





Adaptation des équipements auxiliaires

- **Evacuation des fumées**
 - Résistant à la corrosion et étanche à l'eau
 - Tubage pour cheminées existantes



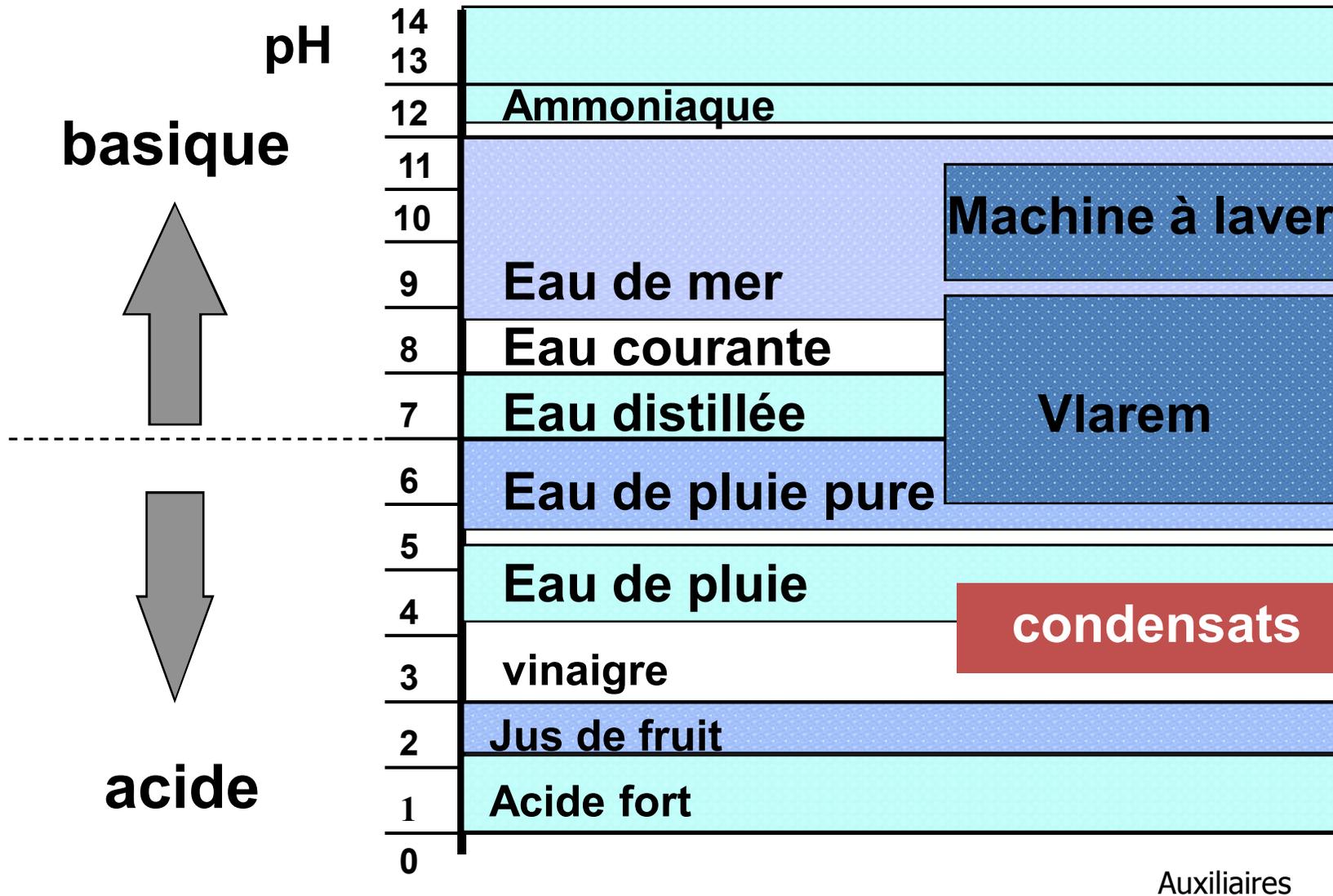
Adaptation des équipements auxiliaires

Evacuation de l'eau condensée

- Une chaudière de 70 kW produit env. 4 lit. de condensats par heure
- Acidité entre pH 3,9 et 4,5 pour le gaz naturel
- Attention, au mazout, on parle d'acide sulfurique !!!



Acidité de l'eau condensée





CONCLUSION :

Pour les chaudières au gaz, il est donc totalement inutile de neutraliser ces condensats (acide faible et en faible quantité), car :

- Son acidité approche celle de l'eau de pluie, or personne n'a, jusqu'à présent, imposé de neutraliser l'eau de pluie !!!
- La production d'eau usée d'un bâtiment (ph alcalin) est très nettement supérieure à la production d'eau condensée (légèrement acide), de l'ordre de 1 sur 500, et le mélange ne fera qu'améliorer la neutralité des eaux usées du bâtiment.

Par contre, pour les condensats du mazout, l'acidité approche celle de l'acide sulfurique, et la neutralisation est nécessaire pour ne pas dégrader les conduits d'évacuation vers les égouts.



Ce qu'il faut retenir de l'exposé

Si nous devions concevoir une nouvelle installation de production de chaleur, nous opterions pour :

si le gaz est disponible :

une chaudière gaz à **condensation** ou la combinaison de deux chaudières à condensation en cascade (si on désire une assurance de fourniture de chaleur en cas de panne),

cette chaudière serait dimensionnée suivant la norme NBN B62-003,

elle serait équipée d'un **brûleur modulant** (avec une grande plage de modulation : de 20 à 100 %) et avec un dosage entre l'air comburant et le gaz le plus précis possible sur toute la plage de modulation,

elle serait raccordée à un circuit **hydraulique** favorisant au maximum la condensation et de préférence le plus simple possible de manière à éviter les erreurs de conception et de régulation.

elle aurait les **émissions de NOx** les plus faibles possibles.



Si nous devons concevoir une nouvelle installation de production de chaleur, nous opterions pour :

si le gaz n'est pas disponible :

- une ou plusieurs chaudières (si on désire une assurance de fourniture de chaleur en cas de panne) fuel à triple parcours,
- à « condensation » ou à « haut rendement », travaillant avec des températures fumées les plus basses possibles!
- équipée d'un brûleur "Low NOx" à 2 allures,
- équipée d'un compteur fuel.



*Je vous remercie
de votre attention*



Ir. M. Demol

Michel.demol@thema-sa.be



Contact

Ir. DEMOL Michel , Commercial Manager – Thema.sa

- Av. JB Depaire 56 – 1020 Bruxelles

 : 02 474 055 444

E-mail : michel.demol@thema-sa.be