

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2025

Comment chauffer ?

Production, distribution, émission et régulation



- ▶ Identifier les besoins en chauffage d'un bâtiment
- ▶ Découvrir les composants d'une installation de chauffage
- ▶ Obtenir une vue d'ensemble des systèmes de production de chauffage
- ▶ Obtenir une vue d'ensemble des systèmes d'émission de chaleur
- ▶ Comprendre l'importance de la régulation



INTRODUCTION

- ▶ **Besoins en chauffage**
 - ▶ Comment chauffer ?
 - ▶ Composants d'une installation de chauffage

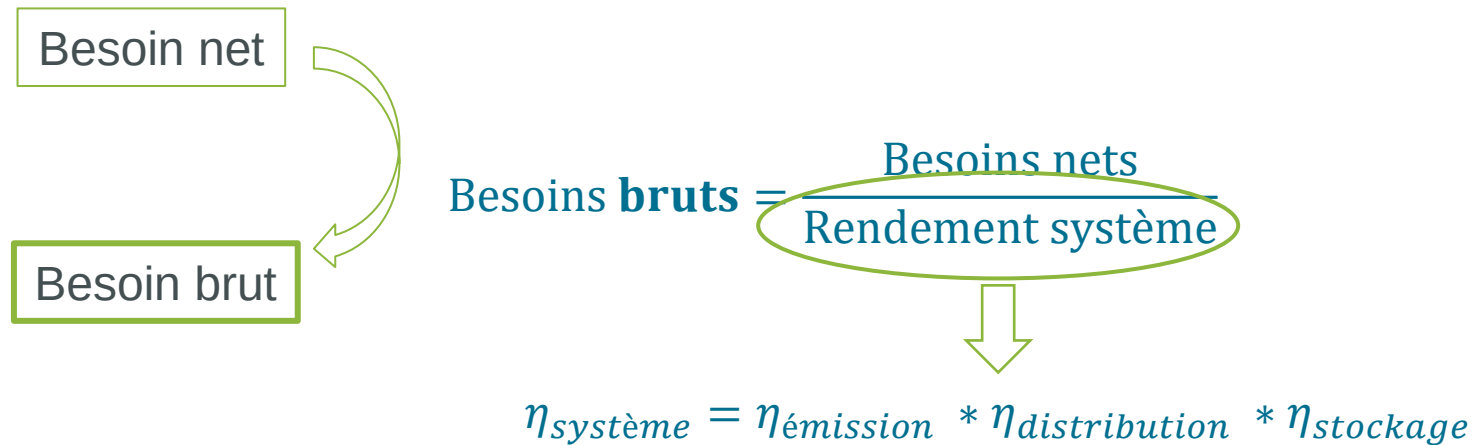
PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

EMISSION

RÉGULATION



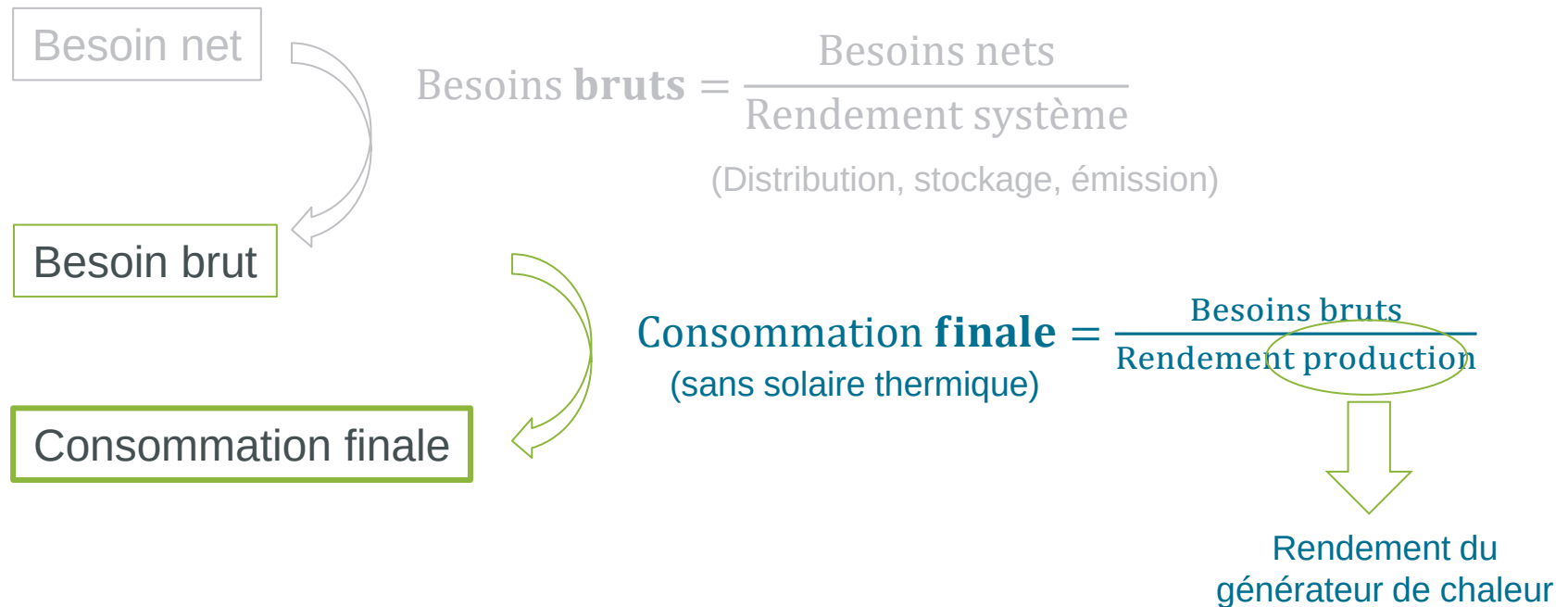


Rendement du système de chauffage – facteurs d’influence

- ▶ Type de régulation
- ▶ Type de corps de chauffe et leur localisation (devant mur isolé >< vitrage)
- ▶ Longueur, diamètre et localisation des conduites (VP / EANC / Hors VP)
- ▶ Température de l’eau de chauffage
- ▶ Qualité de l’isolation des conduites
- ▶ Stockage (présent/absent, localisation, qualité d’isolation, t° d’eau)



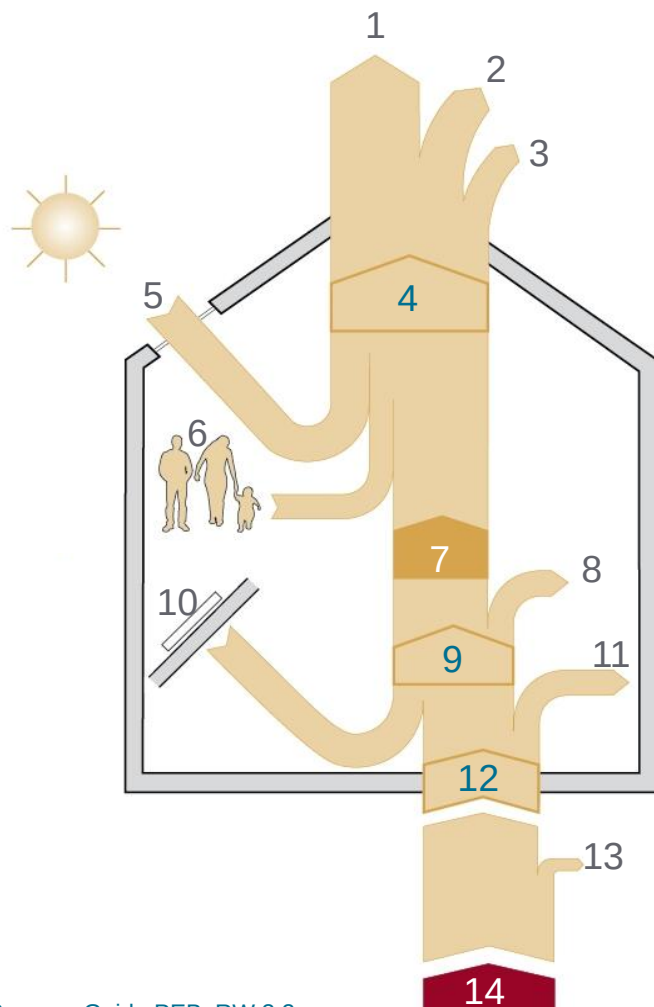
DU BESOIN À LA CONSOMMATION

**Rendement de production**

- ▶ Lié aux pertes dues à la transformation du combustible en chaleur (pertes via la fumée de combustion...)
- ▶ Fonction du type d'appareil
 - Chaudière : rendement pour une charge partielle de 30 % = image réaliste du rendement global annuel
 - Pompe à chaleur : COP



BESOINS EN ÉNERGIE POUR LE CHAUFFAGE



Source : Guide PEB RW 3.2

- 1. Déperditions par transmission
- + 2. Déperditions par ventilation volontaire
- + 3. Déperditions par in/exfiltration
- = 4. Déperditions totales de l'enveloppe
- 5. Apports solaires
- 6. Apports internes
- = 7. Besoins nets en énergie pour le chauffage
- + 8. Pertes du système
- = 9. Besoins bruts en énergie pour le chauffage
- 10. Solaire thermique éventuel
- + 11. Pertes de production
- = 12. Consommation finale pour le chauffage
- + 13. Pertes de transformation
- = 14. Consommation d'énergie primaire pour le chauffage



Puissance nécessaire au chauffage d'un bâtiment

▮ NBN
B62-003
▮ ▮

- ▶ Déterminée sur base d'un calcul de déperditions normalisées
NBN B62-003 & NBN EN 12831

▮ NBN
EN-12831
▮ ▮

- ▶ Pour le jour le plus froid
- ▶ Dépend de plusieurs facteurs
 - Déperditions thermiques du bâtiment: pertes par transmission / infiltration / ventilation
 - Surpuissance de relance du chauffage
 - Localisation du projet
→ conditions climatiques normalisées
- ▶ Apports internes et solaires non pris en compte



Ordres de grandeur

- ▶ Ancien bâtiment (non isolé, non étanche à l'air...): de 100 à 150 W/m²
- ▶ Bâtiment TBE: de 20 à 40 W/m²
- ▶ Bâtiment Passif : de 10 à 30 W/m²



INTRODUCTION

- Besoins en chauffage
- **Comment chauffer ?**
- Composants d'une installation de chauffage

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

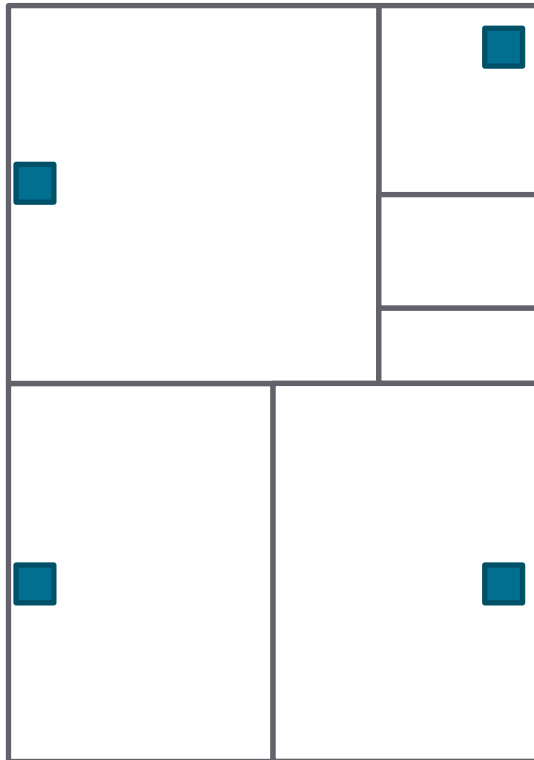
EMISSION

RÉGULATION

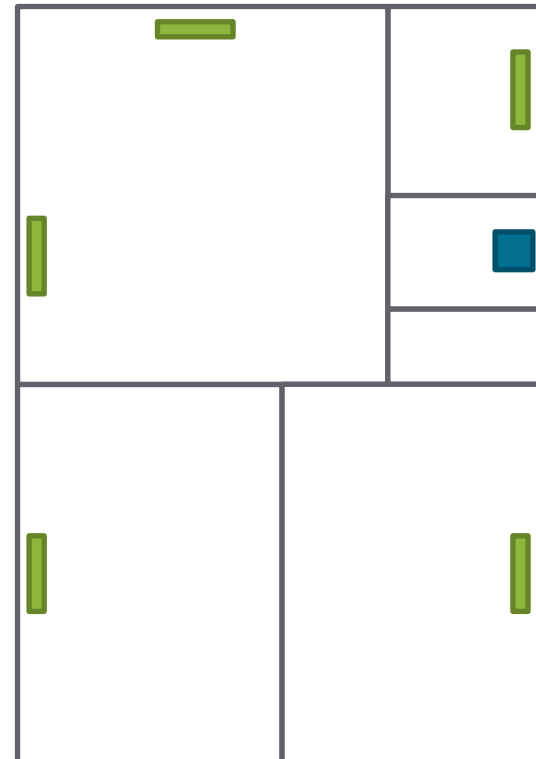


Mode de production

Production locale



Production centrale



Emetteurs

Producteurs



Production locale

- Poêle à bois, au gaz, au mazout,
- Radiateurs électriques
- ...

Production centrale

Chauffage par air

Chauffage par eau



Source : Aduro



Source : Radson



Chauffage par l'air

- ▶ $C_{p,air} = 1000 \text{ kJ/kgK}$
 - Encombrement des conduites important
 - Risque de courants d'air
- ▶ Inertie thermique faible
 - Réchauffement rapide
 - Refroidissement rapide
- ▶ Présence de ventilateurs
 - Consommation d'énergie plus élevée
 - Risque de nuisances sonores
- ▶ Air
 - Entretien des conduites d'air,
 - Couplage éventuellement possible avec la ventilation,
 - Température de pulsion de 35°C max pour maintenir le confort

Chauffage par l'eau

- ▶ $C_{p,eau} = 4186 \text{ kJ/kgK}$
 - Encombrement des conduites plus faible
 - Intégration des conduites aisée
- ▶ Inertie thermique plus élevée
 - Réchauffement lent
 - Refroidissement lent
- ▶ Présence de circulateurs
 - Consommation d'énergie



INTRODUCTION

- Besoins en chauffage
- Comment chauffer ?
- **Composants d'une installation de chauffage**

PRODUCTION DE CHALEUR

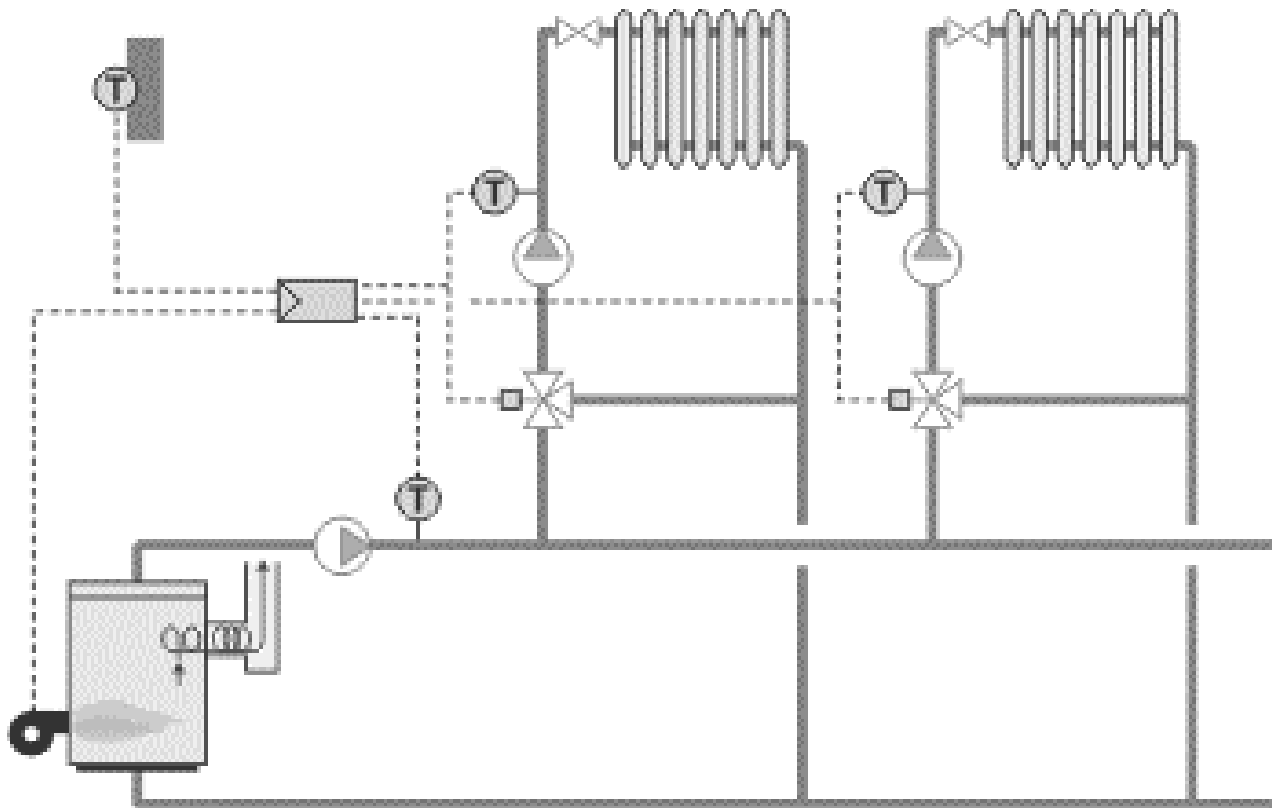
DISTRIBUTION

EMISSION

RÉGULATION



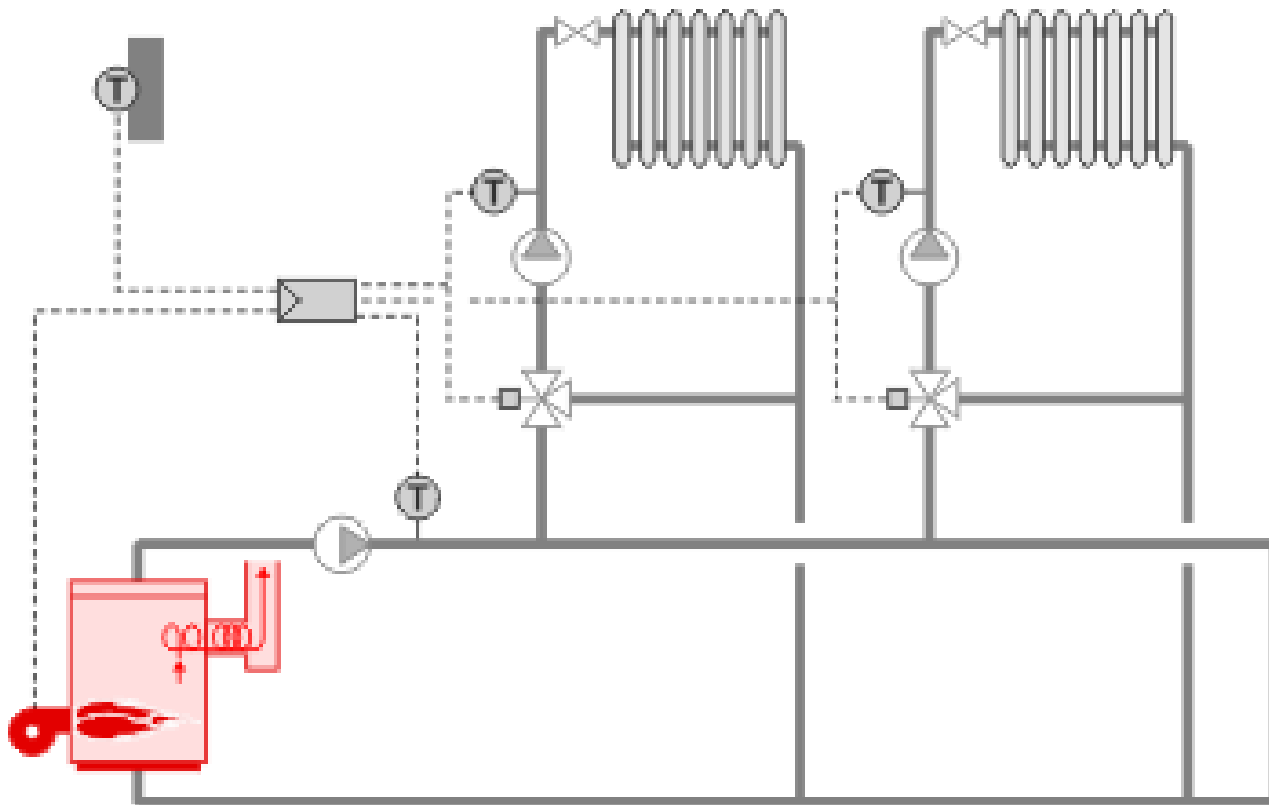
Composants d'une installation de chauffage



$$\Rightarrow \eta_{\text{Global}} = \eta_{\text{production}} * \eta_{\text{distribution}} * \eta_{\text{émission}} * \eta_{\text{régulation}}$$



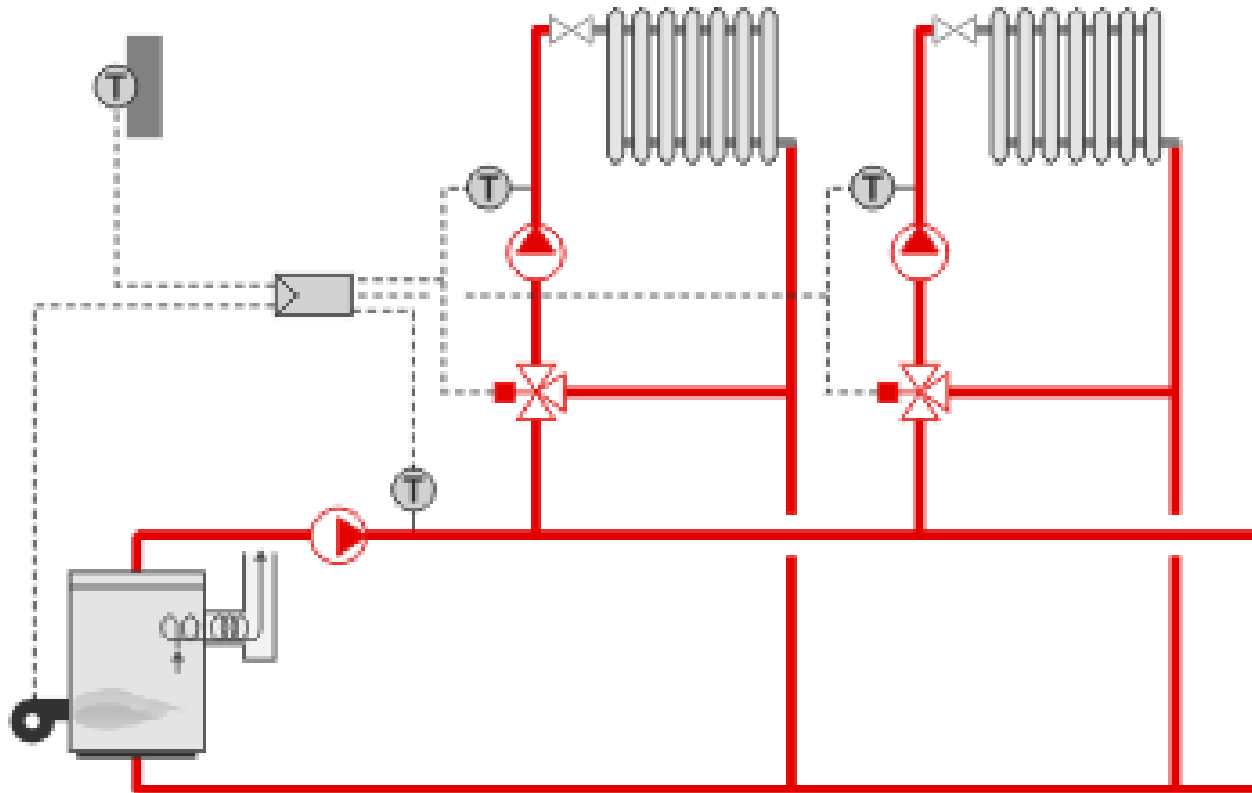
Composants d'une installation de chauffage



$$\Rightarrow \eta_{\text{Global}} = \eta_{\text{production}} * \eta_{\text{distribution}} * \eta_{\text{émission}} * \eta_{\text{régulation}}$$



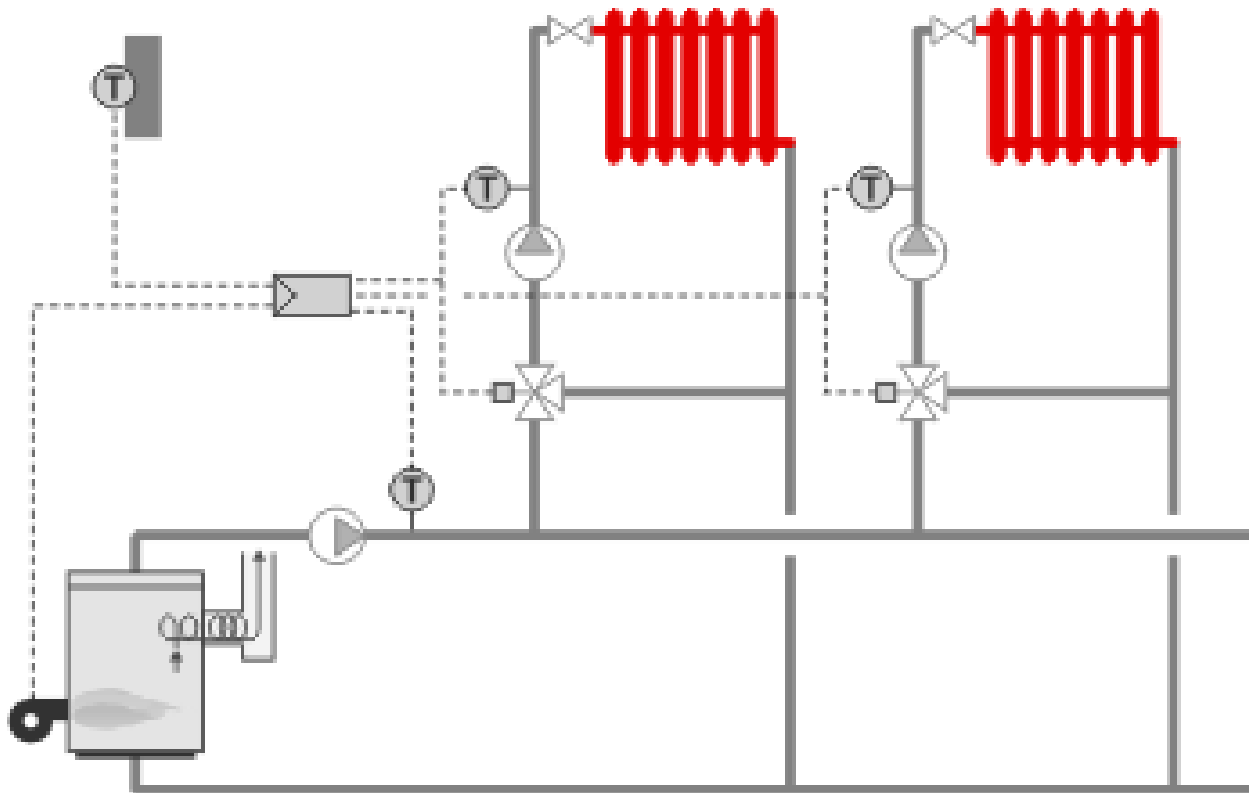
Composants d'une installation de chauffage



$$\Rightarrow \eta_{\text{Global}} = \eta_{\text{production}} * \eta_{\text{distribution}} * \eta_{\text{émission}} * \eta_{\text{régulation}}$$



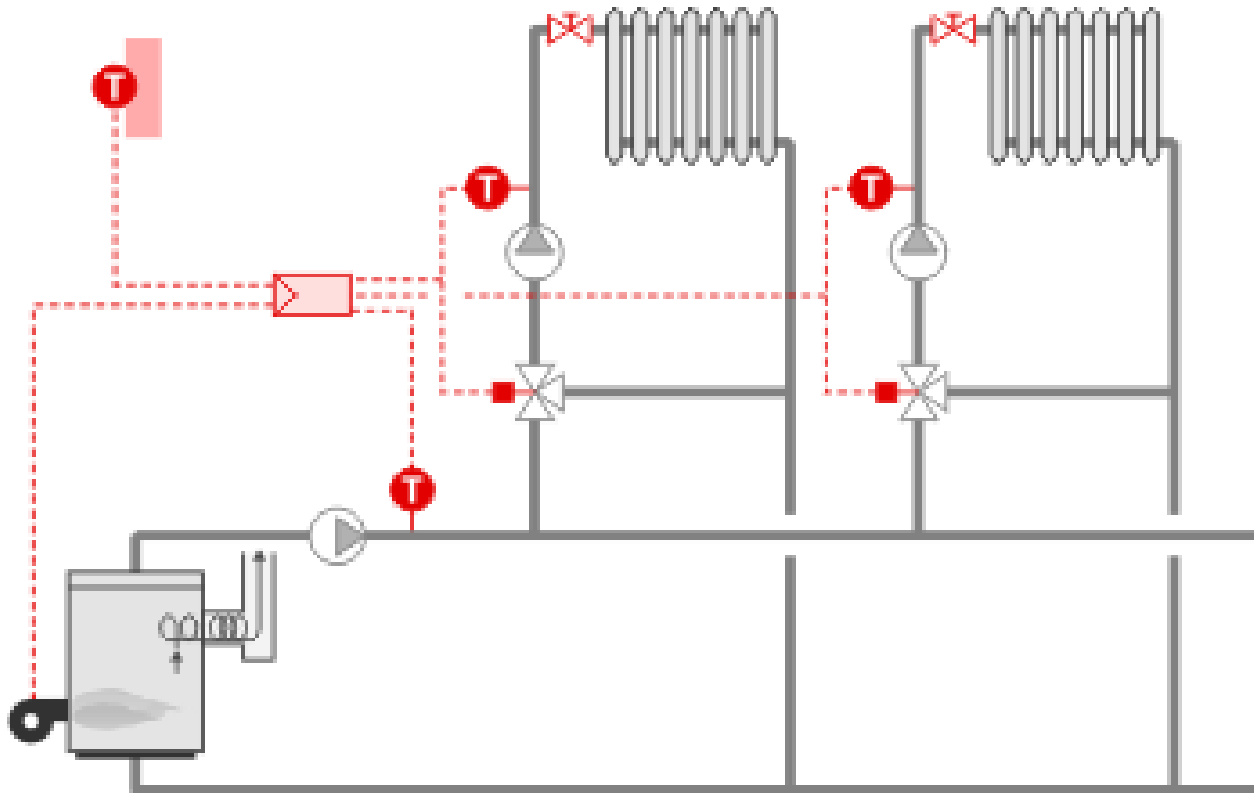
Composants d'une installation de chauffage



$$\Rightarrow \eta_{\text{Global}} = \eta_{\text{production}} * \eta_{\text{distribution}} * \eta_{\text{émission}} * \eta_{\text{régulation}}$$



Composants d'une installation de chauffage



$$\Rightarrow \eta_{\text{Global}} = \eta_{\text{production}} * \eta_{\text{distribution}} * \eta_{\text{émission}} * \eta_{\text{régulation}}$$



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

- ▶ **Combustion**

- ▶ Producteur à combustion
- ▶ Pompe à chaleur

DISTRIBUTION

EMISSION

RÉGULATION



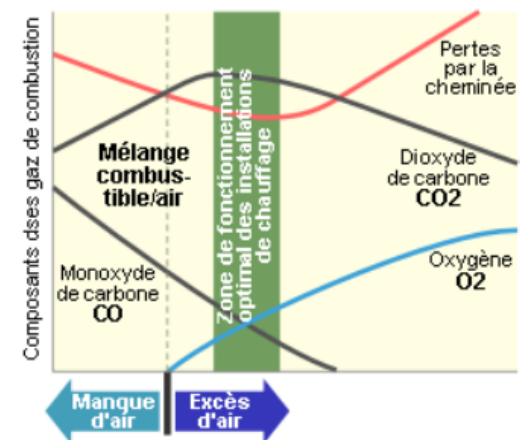
Combustion et combustible

- Réaction de la combustion :



- Hydrocarbures < gaz, fuel, bois, charbon, ...
- Air : N₂, O₂, CO₂, ...
 - L'azote contenu dans l'air forme des NO_x dans certaines conditions

	Production de CO ₂	Production de H ₂ O
1 m ³ de gaz	~ 2 kg / m ³	~ 1,7 kg/m ³
1 l de mazout	~ 3 kg / l	~ 0,9 kg/l



Source : Energie +



Pouvoir calorifique

- ▶ C'est la **chaleur** que peut dégager la **combustion complète** d'une unité de combustible
- ▶ Pouvoir calorifique **inférieur** (PCI) 
 - Energie récupérée par la combustion = quantité de chaleur libérée lors de la combustion complète
 - L'eau formée est évacuée sous forme de vapeur avec les fumées dans l'atmosphère
- ▶ Pouvoir calorifique **supérieur** (PCS)  + 
 - Energie récupérée par la combustion + récupération des calories contenues dans la condensation de la vapeur d'eau contenue dans les fumées (= chaleur latente)

⇒ **Principe de la chaudière à condensation**



Pouvoir calorifique – Ordres de grandeurs

	PCI	PCS	
Gaz naturel	~ 10 kWh/m ³	~ 11,11 kWh/m ³	+ 11,11 %
Mazout	~ 10 kWh/l	~ 10,64 kwh/l	+ 6,4 %
Propane	~ 6,6 kWh/l	~ 7,2 kWh/l	+ 9 %
Charbon	~ 8,7 kWh/kg	~ 9 kWh/kg	+ 3,5 %
Bois	~ 2,5 à 4 kwh/kg	~ 2,7 à 4,3 kwh/kg	+ 7,5 %
Pellets	~ 5 kWh/kg	~ 5,5 kWh/kg	+ 10 %



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

- Combustion
- **Producteur à combustion**
- Pompe à chaleur

DISTRIBUTION

EMISSION

RÉGULATION



Performance d'une chaudière

- ▶ Caractérisée par différents rendements
 - Rendement nominal ou utile
 - Rendement de combustion
 - Rendement saisonnier



Rendement utile

- C'est le rendement instantané lorsque le brûleur fonctionne

$$\Rightarrow \eta_{\text{utile}} = P_u / P_a$$

Avec,

- P_a est la puissance contenue dans le combustible

$P_a = \text{Débit combustible} \times \text{pouvoir calorifique PCI (ou PCS)}$

- P_u est la puissance utile, la puissance fournie à l'eau de chauffage

$P_u = (P_a - \text{Pertes fumées} - \text{Pertes ambiance}) / P_a$

- Le rendement instantané varie en fonction de la température de l'eau et de la puissance du brûleur par rapport à la puissance de la chaudière

$\Rightarrow$ **Le fabricant fournit un rendement nominal dans des conditions de combustion idéales à un régime d'eau**

- Plage de puissance

à 80/60: 489kW

à 40/30: 530kW

- Rendement

Pleine charge PCI 80/60: 97,4%

Charge partielle PCI retour 30°C: 109,5%



Rendement de combustion

- C'est l'image de la transformation complète du combustible en chaleur et de la transmission de celle-ci à l'eau de la chaudière.

$$\Rightarrow \eta_{\text{comb}} = (P_a - \text{Pertes fumées}) / P_a$$

Avec,

- P_a est la puissance contenue dans le combustible

$$P_a = \text{Débit combustible} \times \text{pouvoir calorifique PCI}$$

Rendement souvent supérieur à 100% pour les chaudières à condensation

- Le rendement instantané de combustion d'une chaudière peut être calculé selon

$$\Rightarrow \eta_{\text{comb}} = 100 - f \times (T_{\text{fumées}} - T_{\text{amb}}) / \%CO_2$$

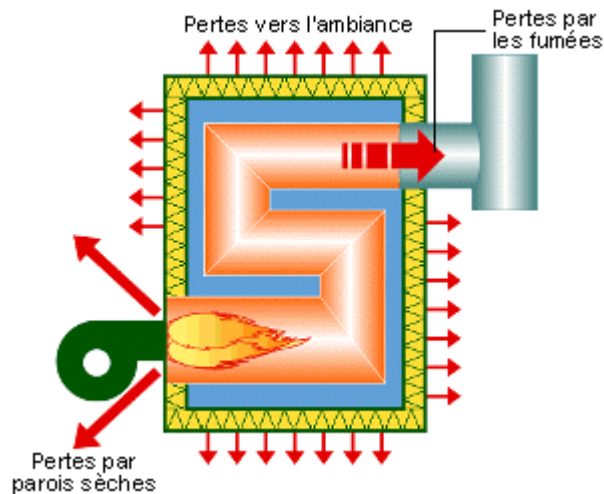
Avec,

- $T_{\text{fumées}}$ = la température des fumées à la sortie de la chaudière [°C] > **mesurable**
- T_{amb} = température ambiante de la chaufferie [°C] > **mesurable**
- $\%CO_2$ = la teneur en CO_2 des fumées [%] > **mesurable**
- f = facteur dépendant principalement du type de combustible



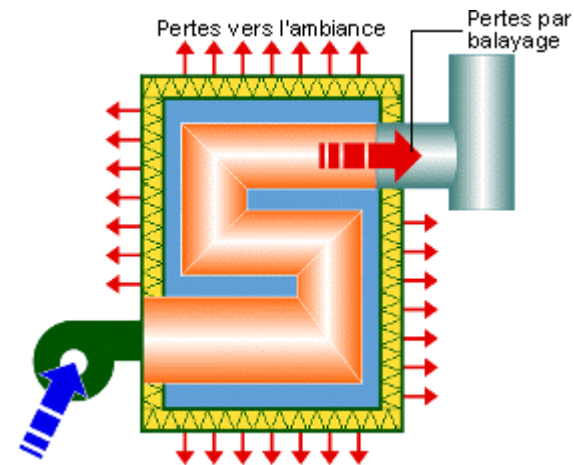
Rendement saisonnier

- C'est le rapport entre l'énergie totale transmise à l'eau de chauffage pendant toute la saison de chauffe et l'énergie contenue dans le combustible.
- Il permet de chiffrer les performances globales
- Il tient compte des pertes à l'arrêt :
 - Pertes par rayonnement et convection
 - Pertes par balayage (convection interne dans la cheminée)



Quand le brûleur fonctionne

Source : Energie +



Quand le brûleur est à l'arrêt



Aperçu des technologies existantes

- ▶ Types de chaudières
 - Chaudière sol - murale
 - Brûleur atmosphérique - à air pulsé
 - Haute température - basse température - à condensation
 - Chaudière étanche - non-étanche
 - Brûleur on/off – deux allures - modulant
- ▶ Combustibles : gaz naturel (ou propane) – mazout - bois
- ▶ Large gamme de puissances disponibles
- ▶ Petites puissances de 1 kW à des très grande puissance (> 12MW)



Chaudière Sol

- ▶ Demande plus d'espace dans son installation
- ▶ Pour des maisons individuelles mais aussi de gros immeubles
- ▶ Possibilité d'avoir des chaudières à grande contenance en eau
- ▶ Large gamme de puissance 15kW à 12MW



Chaudière Murale

- ▶ Moins encombrante – Faible poids et dimensions réduites
- ▶ Bien adaptée aux appartements et maisons individuelles
- ▶ Principalement des chaudières à condensation au gaz
- ▶ Puissance de 10 à 100 kW, également la possibilité de mise en cascade pour de plus grandes puissances



Chaudière Atmosphérique

- ▶ Rampe de brûleur placée sous le foyer,
- ▶ Absence de ventilateur,
- ▶ Emissions importantes de NOx
- ▶ Pertes à l'arrêt importantes
- ▶ Très peu performant, rendement faible (entre 85% et 92%)
- ▶ **En voie de disparition !**



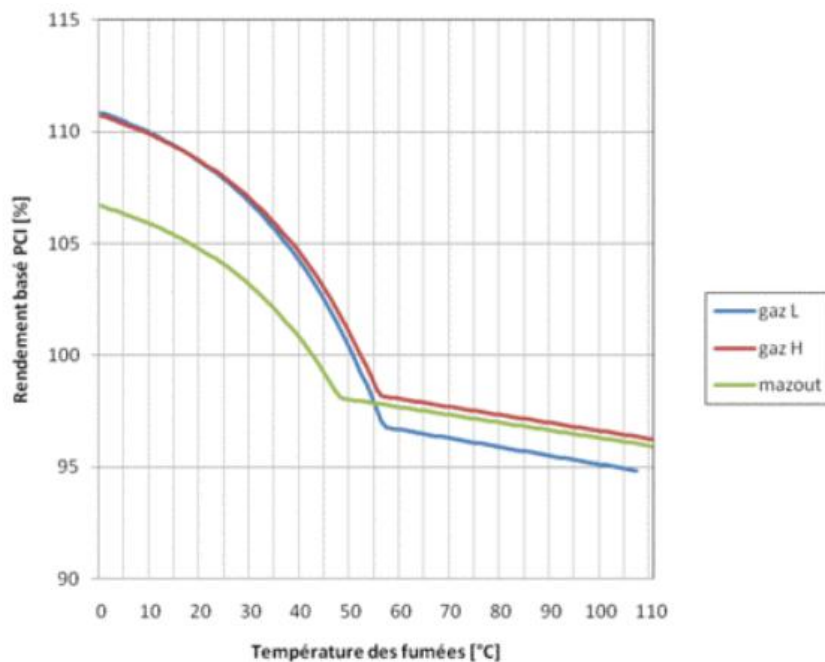
Chaudière à brûleur pulsé

- ▶ Brûleur choisi indépendamment de la chaudière (mazout ou gaz)
- ▶ Brûleur équipé d'un ventilateur
- ▶ Pertes à l'arrêt assez faible
- ▶ Rendement dépend du réglage
- ▶ Rendement utile ~ 84 .. 90 %
(voir plus pour les chaudières à condensation !)

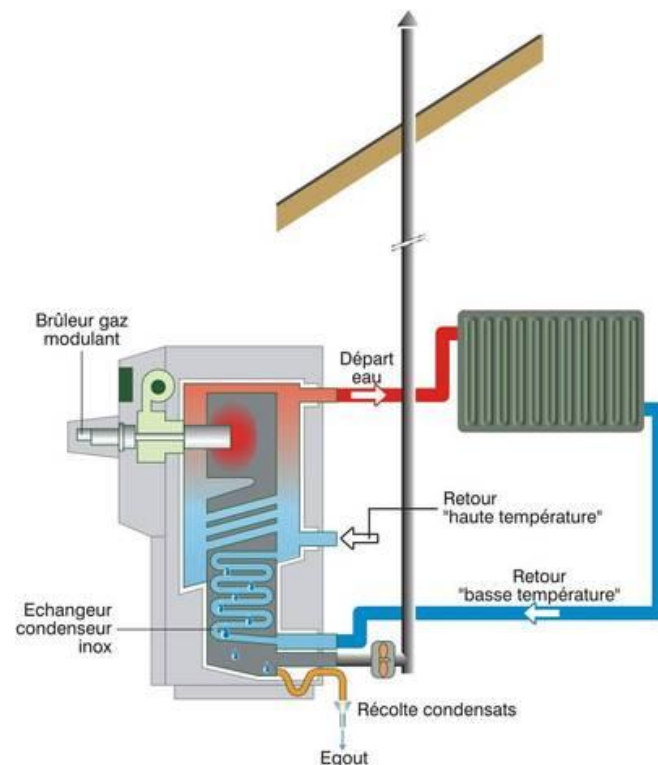


Chaudière à condensation

- Condensation de la vapeur d'eau présente dans les fumées grâce à un échangeur
- Rendement ~ 95 .. 108 % (sur PCI)
- Régime de température plus bas



Source : energie+



⇒ Il est possible d'utiliser un condenseur séparé, rajouté à une chaudière traditionnelle, pour augmenter son rendement.



Chaudière à condensation



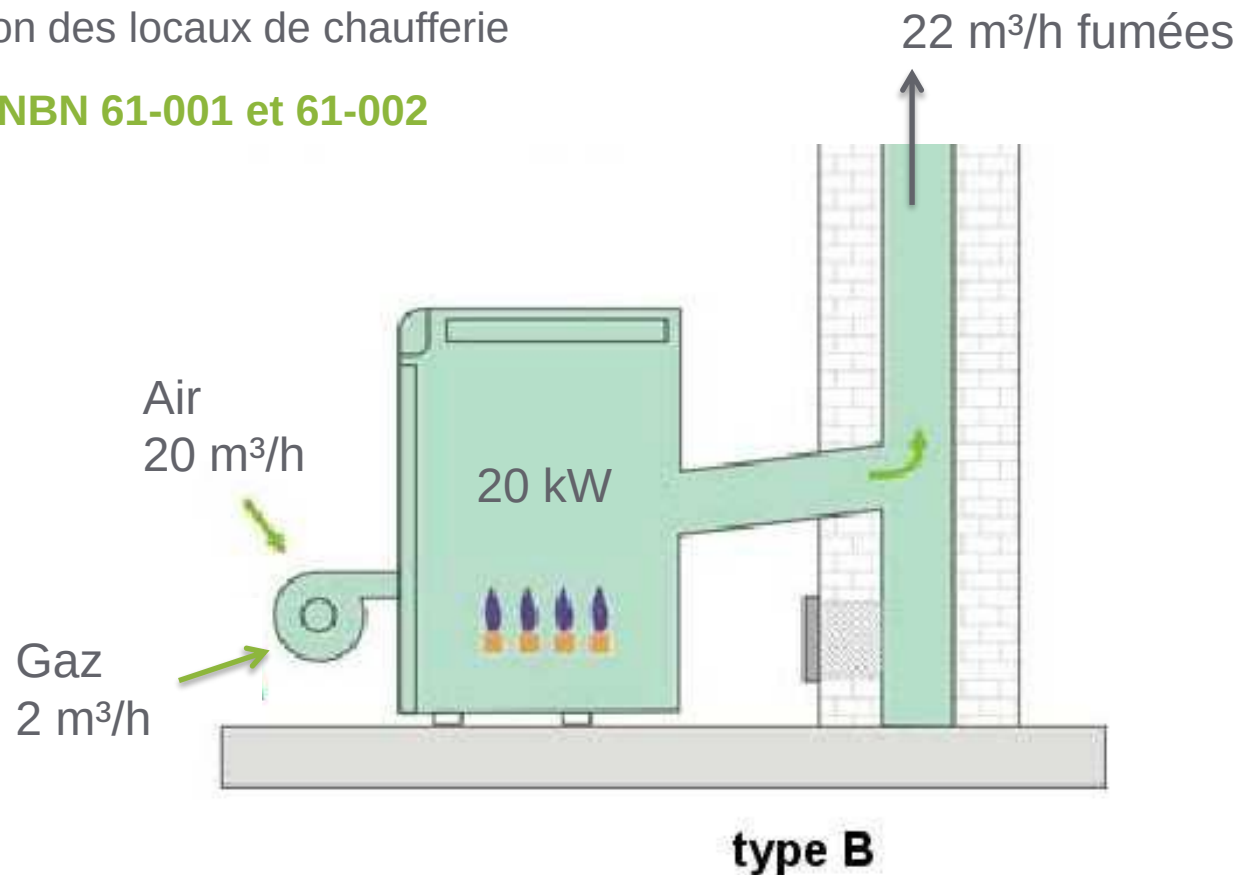
Source : Vaillant



Chaudière non étanche

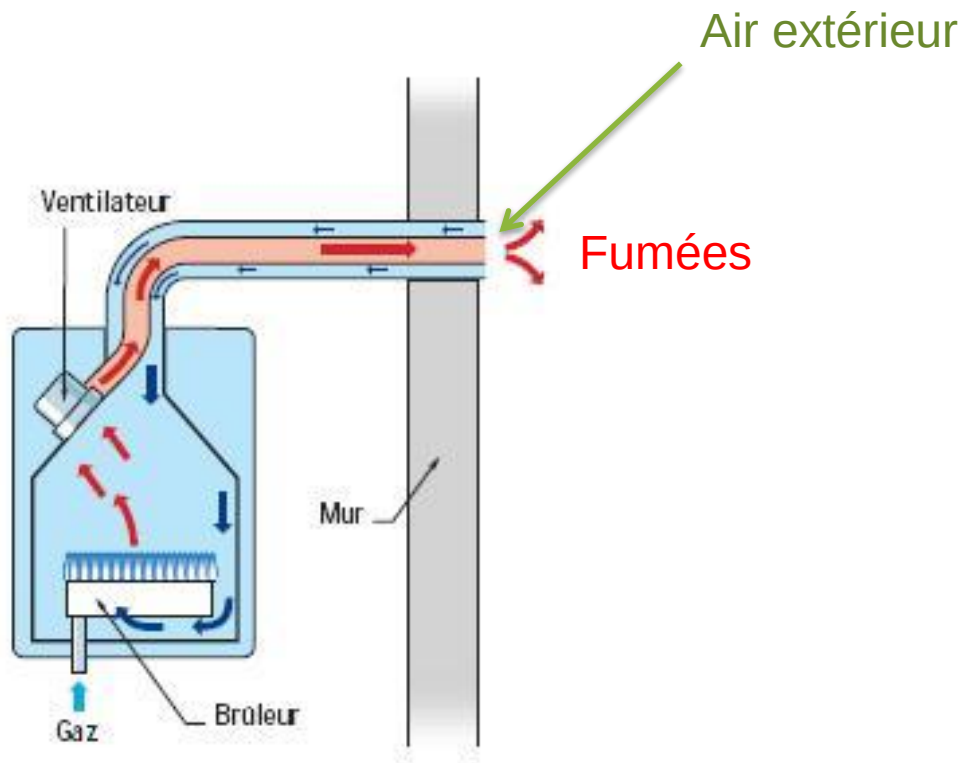
- ▶ Une chaudière est dite « non-étanche » lorsqu'elle prélève l'air dans le local de chaufferie
- ▶ Classification de la chaudière: type B
- ▶ Prévoir la ventilation des locaux de chaufferie

⇒ **Normes NBN 61-001 et 61-002**

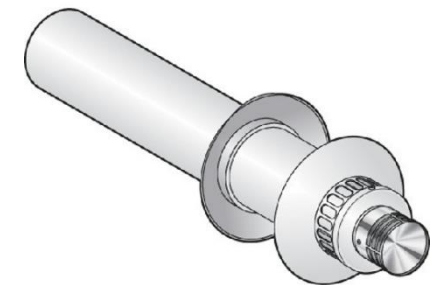


Chaudière étanche

- Une chaudière est dite « étanche » lorsque son fonctionnement est indépendant de l'air du local où elle est installée. Ce principe est également appelé « ventouse ».



Principe de fonctionnement



Conduit concentrique pour chaudière étanche

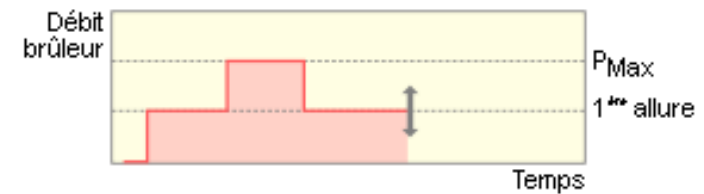


Brûleur on/off

- ▶ « Tout ou rien »

Brûleur deux allures

- ▶ Enclenché en première allure, passe en seconde allure si nécessaire



Source : energie+

Brûleur deux allures progressives

- ▶ Présente deux niveaux de puissance
- ▶ Le passage de la première à la seconde allure est progressif

Brûleur modulant

- ▶ Toutes les allures de fonctionnement sont possibles
- ▶ Module dans une gamme de puissance
 - > donné sur la fiche technique de l'appareil – ex: entre 6 et 24 kW



Combustion de biomasse

- Combustion de bûche, plaquette/pellet (résidus de production)



Source : ETA

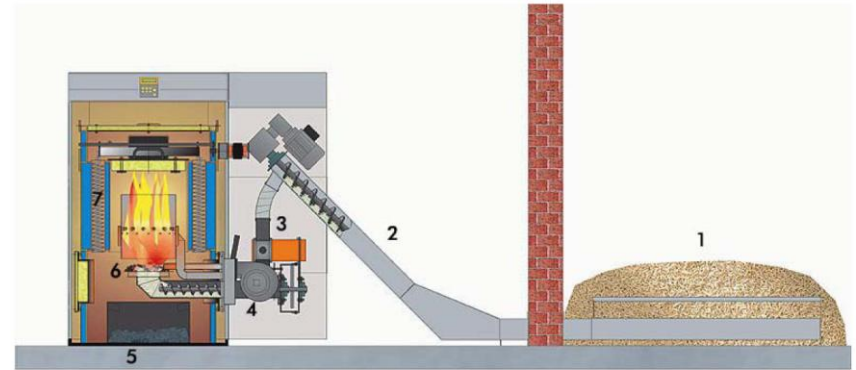


Figure 16: Chaudière automatique à granulés de bois
1: silo de stockage des pellets, 2: vis d'extraction du combustible, 3: système de sécurité incendie, 4: ventilateur pour l'air primaire et secondaire, 5: cendrier, 6: brûleur, 7: chauffage de l'eau par tubes de fumée – système automatique de nettoyage des tubes (Source : Ökofen 2004)

Source : Ökofen

Spécificités

- Cout d'investissement élevé
- Large gamme de puissance (24 à >> kW)
- Maintenance importante (cendrier, etc.)
- Espace de stockage nécessaire pour combustible
- Inertie très importante



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

- Combustion
- Producteur à combustion
- **Pompe à chaleur**

DISTRIBUTION

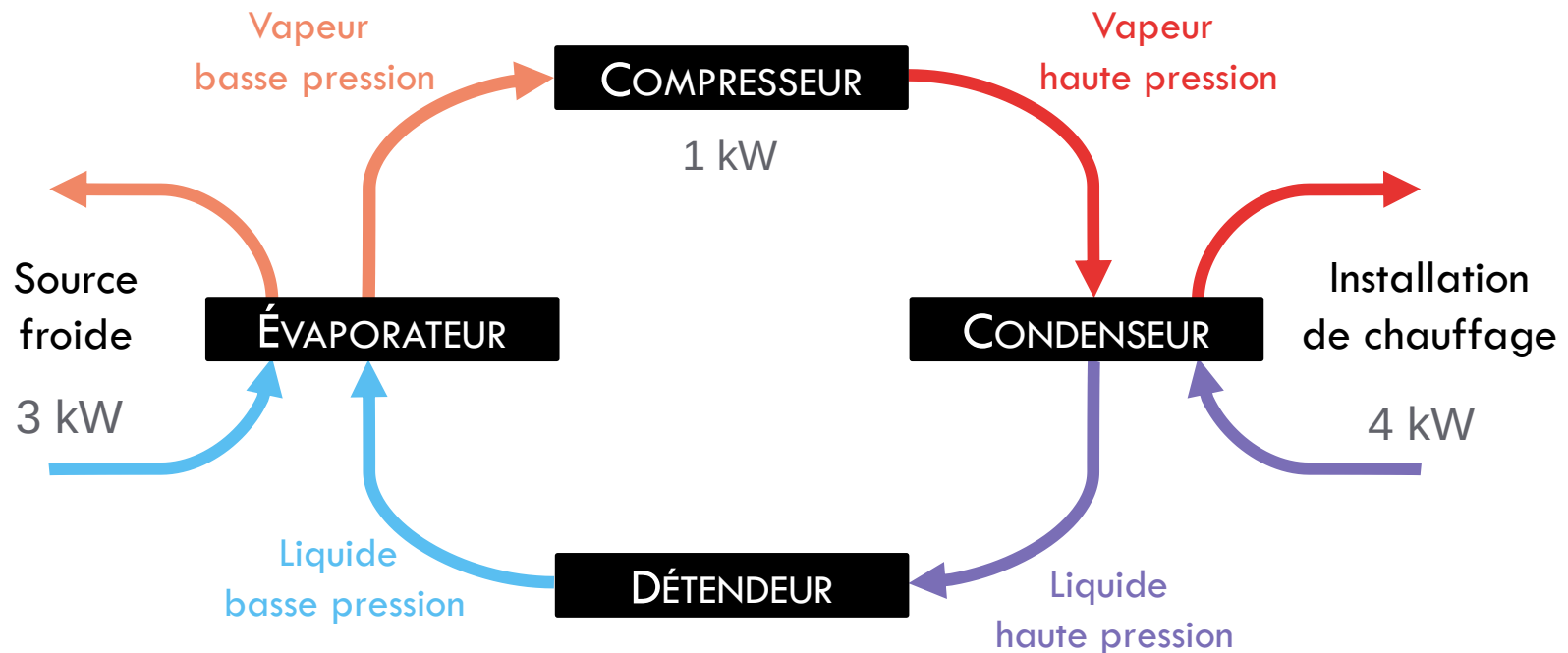
EMISSION

RÉGULATION



Principe de fonctionnement

- Soutire de la chaleur d'une « source froide » (sol, air extérieur...)
> nécessite une consommation d'électricité
- Augmente son niveau de température
- Restitue cette chaleur à une température plus élevée



- Coefficient de performance d'une pompe à chaleur

⇒ **COP = Puissance thermique du condenseur / Puissance absorbée**



Source froide

- ▶ Le sol (= géothermie de surface)
- ▶ L'air (= aérothermie)
- ▶ L'eau (= hydrothermie)
- ▶ La chaleur perdue (air vicié, process...)

PAC aérothermique



Echangeur statique



Echangeur dynamique

PAC géothermique



Captage horizontal



Captage vertical

PAC hydrothermique



Eau de surface



Eau souterraine



Intérêt énergétique

- ▶ Efficacité énergétique potentiellement élevée
Suivant type de source : air / eau / sol (géothermie)
- ▶ Éventuellement réversible

Spécificités

- ▶ Toute gamme de puissances disponible
- ▶ Fonctionnement en basse température
 - ⚠ Eau chaude sanitaire → PAC adaptée
 - ⚠ Type de corps d'émission (voir plus loin)



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

- ▶ **Réseau de distribution**

- ▶ Matériaux

- ▶ Autres accessoires

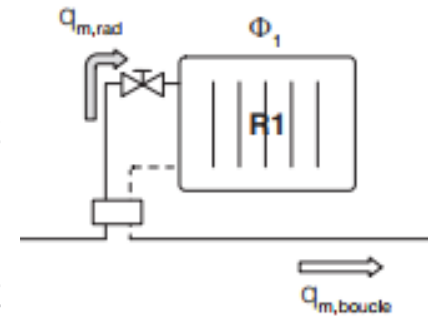
EMISSION

RÉGULATION



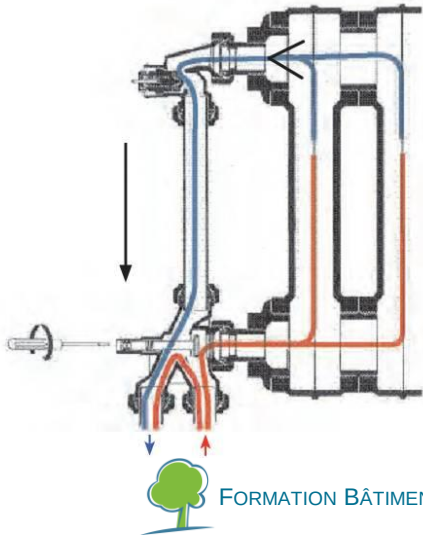
Installation monotube (vieilles installations)

- ▶ Plusieurs radiateurs sont raccordés sur une même boucle
- ▶ Le départ et le retour sont assurés par une seule et même conduite
- ▶ Une partie du débit de la boucle passe dans le radiateur, l'autre partie passe par une dérivation et est mélangée à l'eau de retour
- ▶ Des vannes monotubes permettent de régler le rapport entre le débit de la boucle et celui du radiateur
- ▶ Forte diminution de la température de l'eau



Source : Buildwise, Rapport 14

Source : Gobricoleur

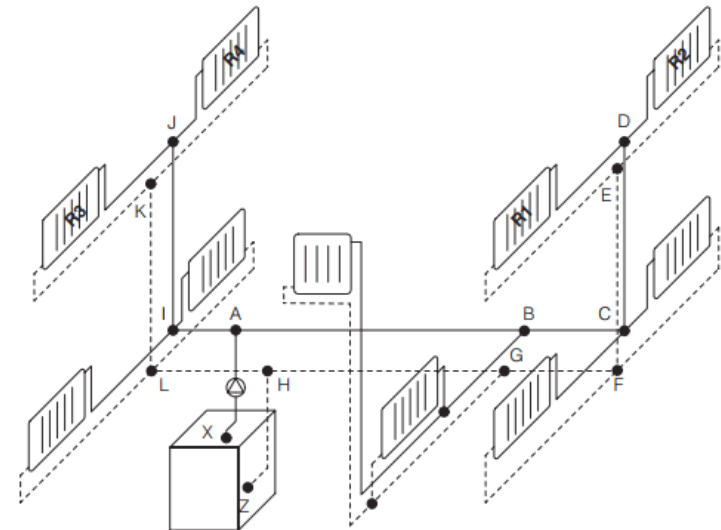
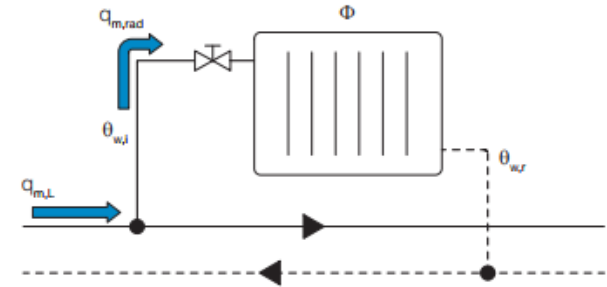


Source : Traitteur Cheval Blanc



Installation bitube

- Les radiateurs sont montés en parallèle, sur deux tubes :
 - L'entrée du radiateur est raccordée au tube départ
 - La sortie du radiateur est raccordée sur le tube retour



Source : Buildwise, Rapport 14



Collecteur

- ▶ Chaque corps de chauffe est raccordé individuellement
- ▶ Conduit synthétique ou multicouche
- ▶ Chaque circuit alimente un seul radiateur
- ▶ Les collecteurs sont reliés entre eux puis raccordés à la chaudière
- ▶ Idéal pour les petites installations
- ▶ Facilité de réglage
- ▶ Idéal pour les petites installations



Source : Techno-kit

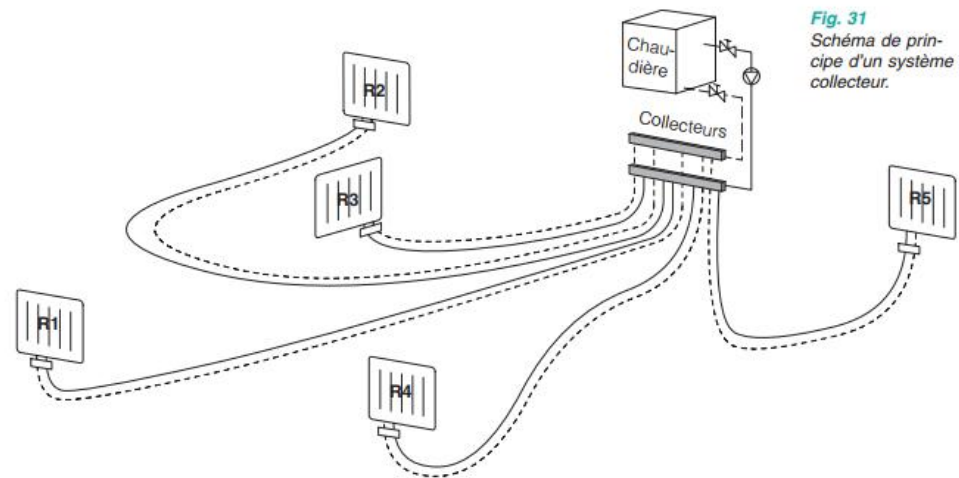


Fig. 31
Schéma de principe d'un système collecteur.

Source : Buildwise, Rapport 14



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

- Réseau de distribution
- **Matériaux**
- Accessoires

EMISSION

RÉGULATION



Matériaux synthétique multicouches

- + Coût du matériau
- + Souple et facile à mettre en œuvre
- + Idéal pour encastrer dans une chape ou dans les murs
- + Peu sensible au calcaire
- + Facile à transporter
- Dilatation thermique plus élevée
- Sensible aux UV (à protéger dans des conduits techniques)
- Cintrage
- Ne se soude pas
- Issu de l'industrie pétrochimique
- Limite d'utilisation au niveau des températures ($\sim 70^{\circ}\text{C}$ max)



Acier galvanisé

- + Mise en œuvre facile
- Dégradation accélérée au-delà de 60°C
- Sujet à la corrosion et à l'entartrage
- Incompatible avec le cuivre en amont



Source : Style-indus

Acier électrozingué

- + Mise en œuvre facile
- + Adapté aux eaux corrosives, résistant à la corrosion
- + Large plage de température possible
- Incompatible avec le cuivre en amont



Source : Chauffage Sanitaire Partedis



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

- Réseau de distribution
- Matériaux
- **Accessoires**

EMISSION

RÉGULATION



Circulateur

- ▶ Permet de faire circuler les débits d'eau corrects dans les circuits
 - A débit constant : marche / arrêt
 - A débit variable : adapte sa vitesse pour fournir le débit demandé

⇒ **Remarque : Depuis 08/2015, obligation d'installer des circulateurs à haut rendement, indice EEI $\leq 0,23$**

Source: wilo



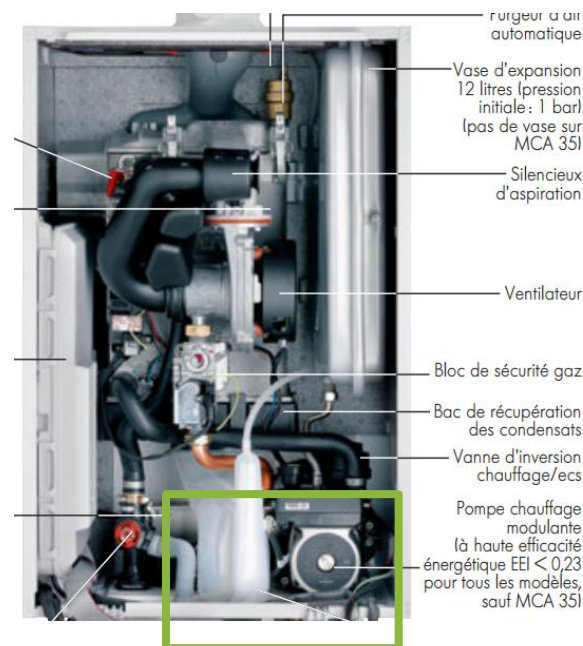
Source : Grundfos



Source: wilo



Source : KSB



Vase d'expansion

- ▶ Evite une variation excessive de la pression à l'intérieur de l'installation
- ▶ Evite que l'installation soit mise en dépression

Différents types

- ▶ Vase d'expansion ouverts (en voie de disparition)
- ▶ Vase d'expansion fermés

A pression variable (petites installations)

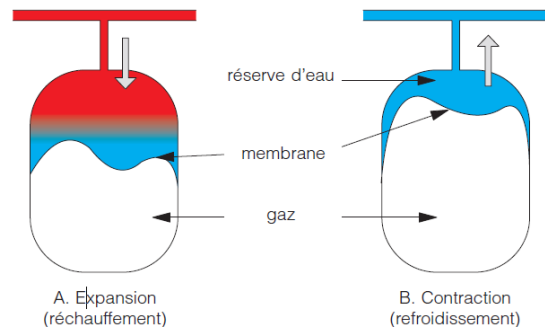


Fig. 65 Principe de fonctionnement du vase d'expansion fermé à pression variable.

Source : Buildwise, Rapport 14

A pression constante (grandes installations)

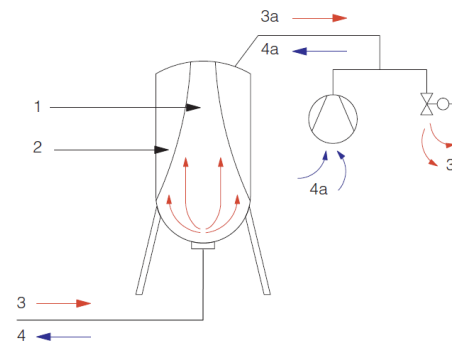


Fig. 75 Principe de fonctionnement du vase d'expansion à compresseur.

1. Eau sous pression d'installation
2. Air sous pression d'installation
3. Réchauffement (expansion) de l'eau
- 3a. Libération de la pression via la soupape de surpression
4. Refroidissement (contraction) de l'eau
- 4a. Ajout de pression via le compresseur

Source : Buildwise, Rapport 14



Vase d'expansion

À pression variable



Source: Gitrasun



Source: Energie +

A pression constante



Source: Energie +



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

EMISSION

- ▶ **Mode d'émission**

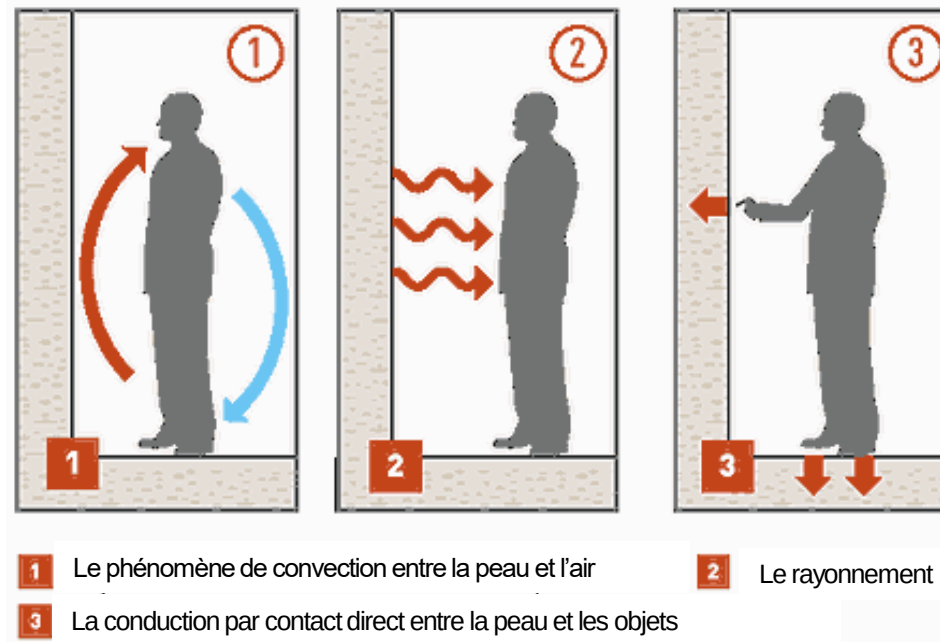
- ▶ Types d'émetteurs

RÉGULATION



Principe de l'émission de chaleur

- Convection
- Rayonnement
- Conduction



Source : SPW Energie



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

EMISSION

- Mode d'émission
- **Types d'émetteurs**

RÉGULATION



Radiateur

- ▶ Échange thermique par convection (et rayonnement)
- ▶ Puissance d'émission dépend de :
 - La taille, la forme et le matériau du radiateur
 - La température moyenne de l'eau en circulation
 - Le débit d'eau en circulation
 - La température de l'environnement
 - L'emplacement du radiateur (présence de tablette, de niche ...)
- ▶ Régulation aisée (vanne thermostatique)
- ▶ Réactivité et dynamique thermique (inertie)

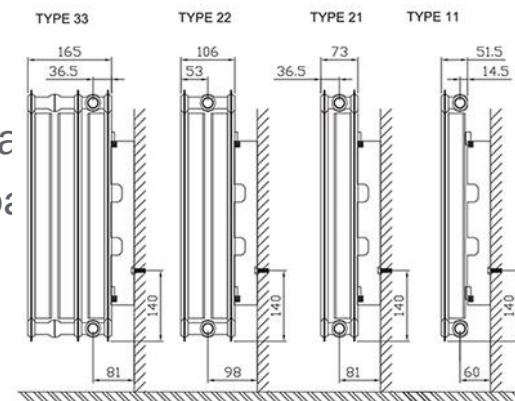


Source : Radson



Radiateur

- ▶ Différents types de radiateurs :
 - Le premier chiffre correspond au nombre de panneaux
 - Le deuxième chiffre correspond aux nombres d'espaces
- ▶ Différents régimes de température :
 - 90/70/20
 - **75/65/20 – émission normalisée**
 - ...



Source : Chauffage décor

- ⇒ **Il existe des tables de correction qui tiennent compte du régime de température**
- ▶ L'emplacement du radiateur a également une influence sur son émissivité.
 - ⇒ **Il existe des facteurs de correction à appliquer en fonction de l'emplacement du radiateur**





Exercice

- Une pièce contient un radiateur dont la puissance est de 1500 W pour un régime de température de 75/65/20. Quelle est sa puissance en régime 60/50/20 ?

Température de l'eau de départ $\vartheta_{w,l}$ (°C)	Température ambiante ϑ_a (°C)	Température de l'eau de retour $\vartheta_{w,r}$ (°C)											
		30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
70	24	0,30	0,40	0,48	0,56	0,63	0,70	0,77	0,84				
	22	0,35	0,45	0,53	0,61	0,68	0,75	0,82	0,89				
	20	0,40	0,50	0,58	0,66	0,73	0,80	0,87	0,94				
	18	0,46	0,55	0,63	0,71	0,78	0,85	0,92	0,99				
	16	0,51	0,60	0,68	0,76	0,83	0,90	0,97	1,04				
65	24	0,27	0,36	0,44	0,51	0,58	0,65	0,71					
	22	0,32	0,41	0,49	0,56	0,63	0,70	0,76					
	20	0,37	0,46	0,54	0,61	0,68	0,75	0,81					
	18	0,42	0,51	0,58	0,66	0,73	0,80	0,86					
	16	0,47	0,55	0,63	0,71	0,78	0,85	0,91					
60	24	0,24	0,33	0,40	0,47	0,53	0,60						
	22	0,29	0,37	0,45	0,51	0,58	0,64						
	20	0,34	0,42	0,49	0,56	0,63	0,69						
	18	0,39	0,46	0,54	0,61	0,67	0,74						
	16	0,43	0,51	0,59	0,65	0,72	0,79						
55	24	0,21	0,29	0,36	0,42	0,48							
	22	0,26	0,33	0,40	0,47	0,53							
	20	0,30	0,38	0,45	0,51	0,57							
	18	0,35	0,42	0,49	0,56	0,62							
	16	0,40	0,47	0,54	0,60	0,67							

Source : Buildwise, Rapport 14



Convecteur

- ▶ Diffusion de la chaleur par convection (95%) + rayonnement (5%)
- ▶ Haute réactivité
- ▶ Régulation relativement simple
- ▶ Existe aussi en chaud & froid !
 - 2 tubes
 - 4 tubes

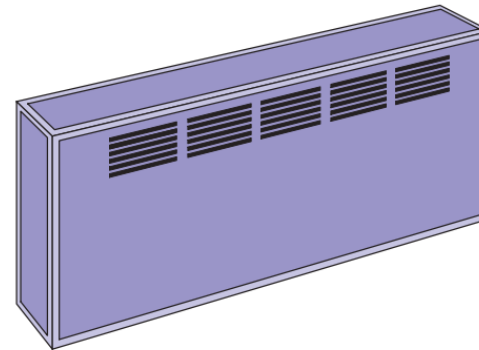
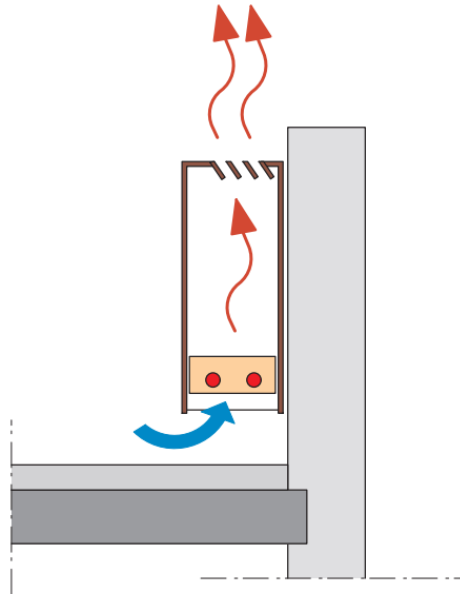


Fig. 16
Convecteur
intégré dans
un habillage.

Source : Buildwise, Rapport 14



Ventilo-convecteur

- ▶ Equipés de ventilateur qui forcent la circulation de l'air
 - Permet de réduire le taille ou la température de fonctionnement !
- ▶ Meilleure émission calorifique
- ▶ Consommation électrique supplémentaire

Source : Kampmann



Chauffage par rayonnement

- ▶ Rayonnement (70%) + convection
- ▶ Émetteurs de grande surface : murs, sols, plafonds
- ▶ Basse température
- ▶ Émetteurs invisibles
- ▶ Température ambiante moins élevée pour un même niveau de confort
- ▶ Inertie élevée
- ▶ Principe de fonctionnement :
 - L'eau traverse des tuyaux synthétiques intégrés à la paroi,
 - La paroi emmagasine la chaleur et la restitue

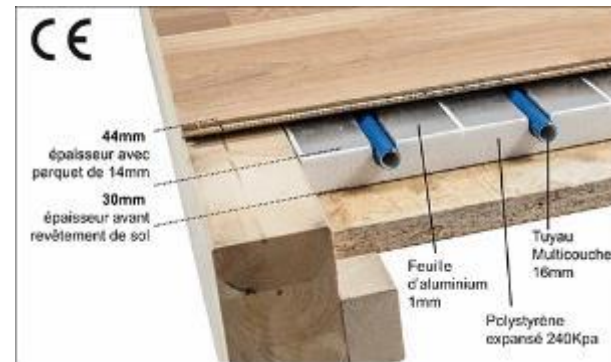


Chauffage par le sol

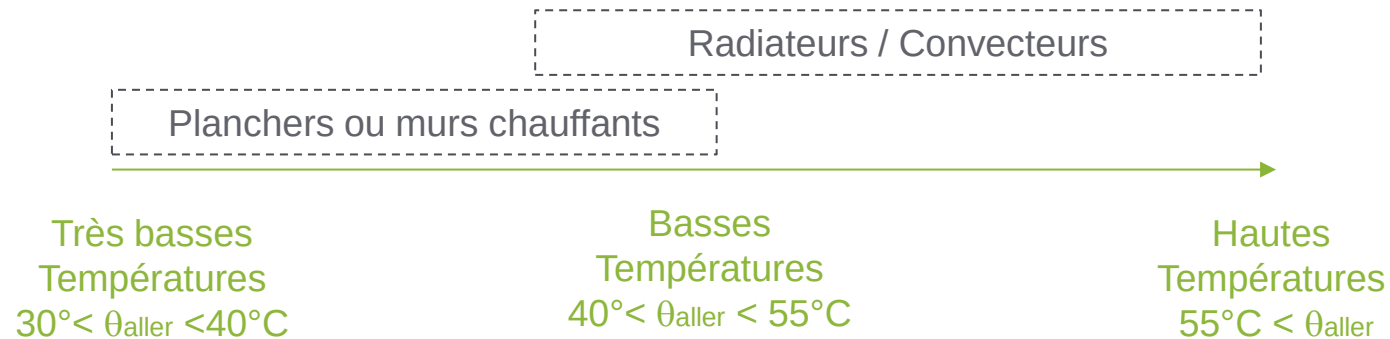
- ▶ Possibilité de travailler en très basse température
- ▶ Inertie très élevée si intégré dans la chape

⇒ **peu adapté si local réactif aux apports internes et externes variables (bâtiment basse énergie et passif)**

- ▶ Il existe des systèmes plus réactifs (intégré sous un plancher)
- ▶ Coût d'investissement élevé
- ▶ Confort ? Fonction de la régulation



Régime de température



Inertie

- C'est la capacité à limiter les variations rapides de température



INTRODUCTION

PRODUCTION DE CHALEUR

DISTRIBUTION

EMISSION

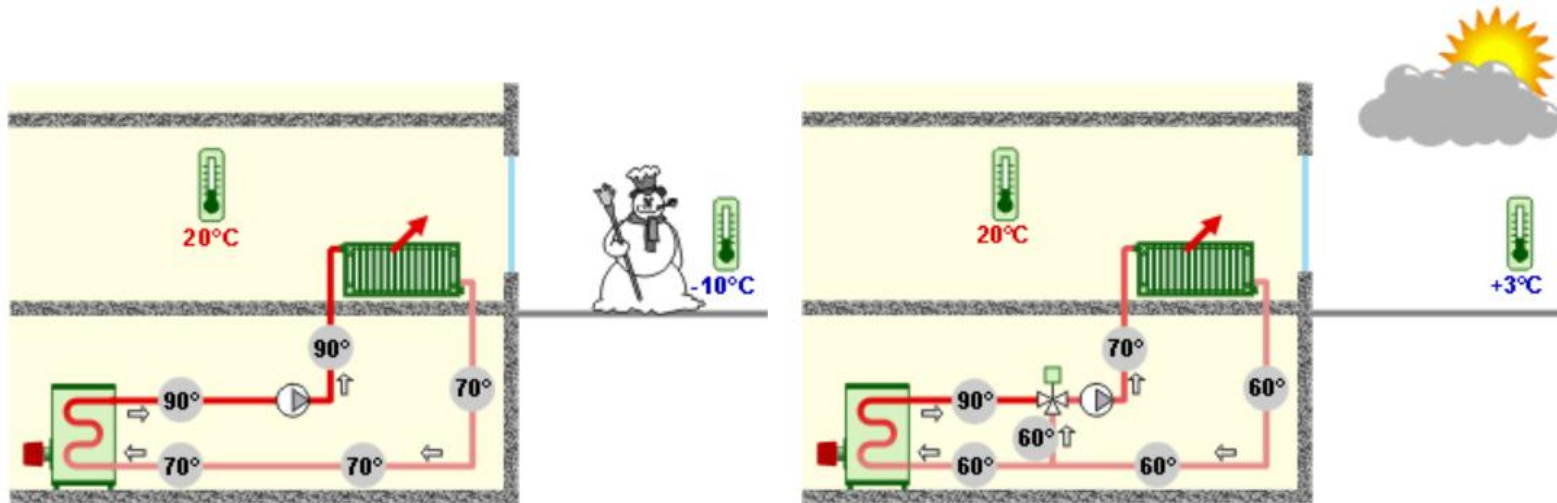
RÉGULATION



Introduction à la régulation

- Installations dimensionnées pour une situation extrême
 - $T_{\text{amb}} = 20^{\circ}\text{C}$ – $T_{\text{ext}} = -10^{\circ}\text{C}$
 - Régime de température : 90/70
- PROBLEME 1 : En mi-saison, les températures extérieures sont moins rudes !
 - $T_{\text{amb}} = 20^{\circ}\text{C}$ – $T_{\text{ext}} = 3^{\circ}\text{C}$

⇒ **L'eau chaude de départ est mitigée avec une vanne 3 voies !**



Source : Energie +

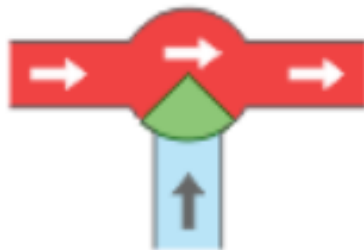


Vanne 3 voies

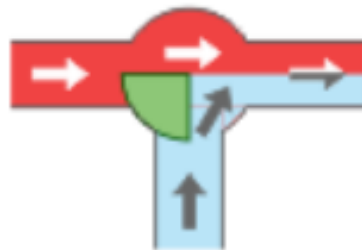
- ▶ Présente 3 raccords
 - Montage en répartition : une entrée et deux sorties
 - Montage en mélange : deux entrées et une sortie
- ▶ Permet de réguler la température ou le débit
- ▶ Manuelle ou motorisée



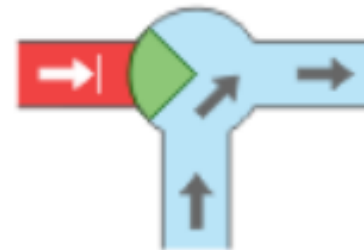
Source : Honeywell



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.

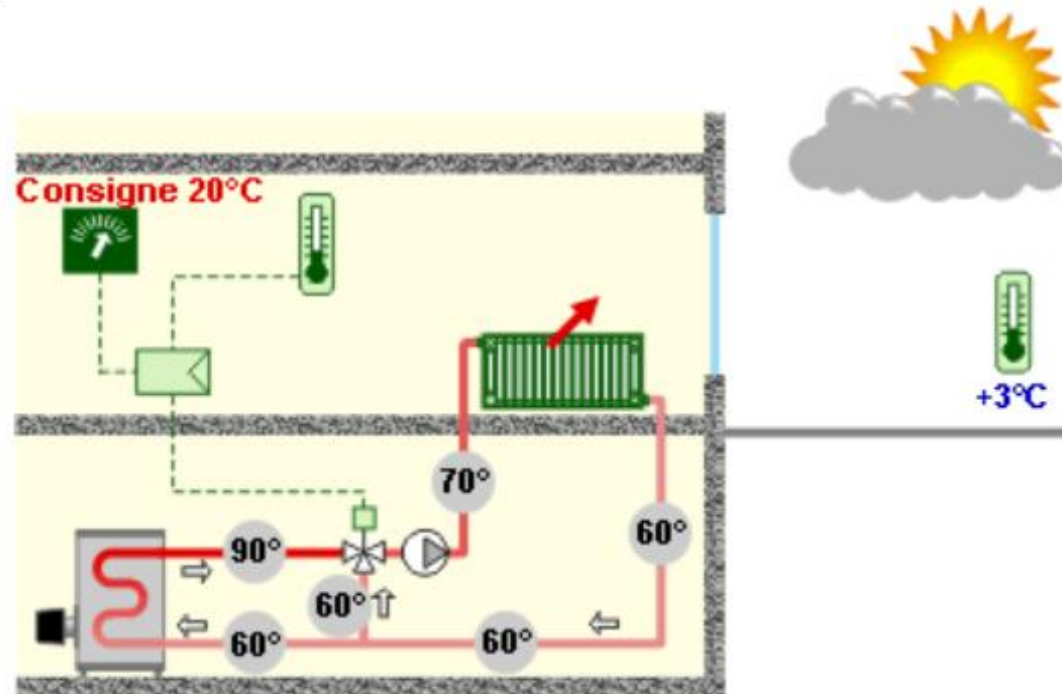
Source : Energie +



Introduction à la régulation (suite)

- PROBLEME 2 : La température extérieure varie tout le temps !

⇒ **Un régulateur mesure la température intérieure, la compare à la consigne et ajuste l'ouverture de la vanne 3 voies.**



Source : Energie +



Introduction à la régulation (suite)

► PROBLEME 3 : Il y a plusieurs locaux à chauffer ...

- Tous les locaux ont les mêmes besoins

⇒ **On choisit un local témoin**

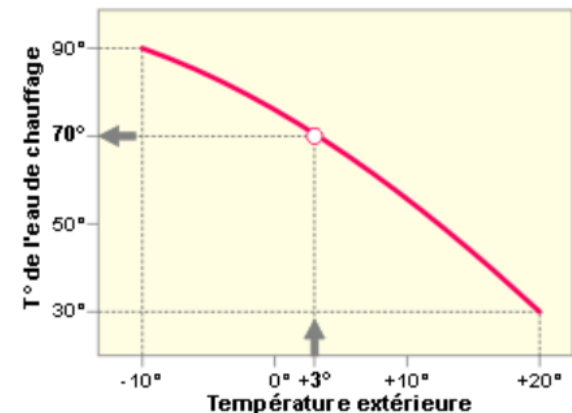
- Les locaux peuvent se subdiviser en zones ayant des besoins similaires

⇒ **On réalise deux circuits indépendants, régulés grâce à leur local témoin**

- Il n'est pas possible de trouver un local témoin représentatif

⇒ **On se fie à la température extérieure : plus il fait froid dehors, plus l'eau dans les radiateurs doit être chaude !**

⇒ **On place des vannes thermostatiques pour réguler le débit dans chaque local**



Source : Energie +





- ▶ Une installation de chauffage est sujette à des pertes de production, de distribution, d'émission et de régulation
- ▶ Tous les producteurs ne sont pas compatibles avec tous les émetteurs
- ▶ Une bonne régulation est fondamentale pour une consommation rationnelle de l'énergie





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème ENERGIE

Dossier [Concevoir une installation de chauffage efficace](#)

Dossier [Garantir l'efficience des installations de chauffage et ECS](#)

Solution [Chauffage surfacique](#)

Dossier [Optimiser la production et le stockage pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire](#)

Solution [Pompe à chaleur](#)

Solution Chaudière à condensation



Sites internet

- Energie +

<https://energieplus-lesite.be/>





Ouvrages

- Buildwise, (2013), *Rapport 14 : Conception et dimensionnement des installations de chauffage central à eau chaude*,



Formations et séminaires

- Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement
<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>
Chauffage et Eau Chaude Sanitaire : Conception
- Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Robin BAAR

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

