



enviroB.A.T.  
méditerranée

Bâtiment & Aménagement du Territoire

[Accueil du site](#) > [Ressources libres](#) > [Supports de cours](#)

# THERMIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE

Daniel Fauré

## *Cours 9*

Document à  
télécharger



# THERMIQUE ET CONSTRUCTION DURABLE

ENSA Montpellier – Semestre 2

3 mai 2007

**Cours 9 :** Energie, eau, maintenance et déchets  
d'activité : *limiter les besoins*

Daniel FAURE

# Les cours précédents... et les suivants

---

- introduction
- théorie
- visite
- urbanisme durable : le contexte
- conception bioclimatique : bien dehors ?
- les matériaux : la peau
- **AUJOURD'HUI : énergie/eau : limiter les besoins**
- et enfin, confort : bien dedans ?

# 3 rappels

# **1.L'aménageur a déjà réduit les besoins grâce à un urbanisme durable**

- **Accès aux modes doux de transports**
- **Proximité avec bâtiments d'habitation ou services**
- **Mutualisation avec d'autres établissements**
- **Gestion risque inondation et eaux pluviales**
- **Respect de la bio-diversité**
- **Orientation vis-à-vis du soleil**
- **Orientation vis-à-vis du vent et son utilisation**
- **Niveau acoustique de qualité**
- **Réseaux : eau, énergie**

## 2. L'architecte a continué à les réduire grâce à une approche bioclimatique faisant appel aux stratégies : exemple ici le bureau

	<b>Stratégie Froid</b>	<b>Stratégie Chaud</b>
<b>Stratégie Eclairage naturel</b>	<b>Sud</b> : nécessite réflexion <b>Nord</b> : facile <b>Est/ouest</b> : difficile	<b>Sud</b> : facile <b>Nord</b> : facile <b>Est/ouest</b> : nécessite réflexion

## **3.Enfin, l'architecte a choisi ses matériaux selon divers critères...**

- **qui remplit sa fonction : porteur, peau...**
- **esthétique**
- **culturel : histoire, géographie, sociologie...**
- **économe : achat, entretien**
- **qui favorise les économies d'énergie**
- **qui procure du confort : thermique, acoustique, visuel, olfactif..**
- **qui épargne les ressources de la planète ( y compris l'eau et la bio-diversité)**
- **qui n'induit pas trop de déchets**

## **4. La 4<sup>o</sup> étape concerne l'ingénieur thermicien**

- **Qui doit être respectueux de ses prédécesseurs**
- **Qui doit les accompagner dans leurs travaux**
- **Qui doit être à son tour proposer des stratégies innovantes, en 2 temps**
  - **D'abord réduire les besoins**
  - **Ensuite fournir l'énergie d'appoint la plus propre et la plus renouvelable**
- **Ceci est vrai aussi pour l'eau et les déchets d'activité**
- **Sans oublier l'entretien maintenance**



# Réduire les besoins

**TEST**

**Question : comment  
l'ingénieur réduit les  
besoins thermiques  
d'un bâtiment ?**



## Réduire les besoins thermiques...

### L'urbaniste et l'architecte ayant fait leur travail :

- Ajuster le débit de ventilation en hiver
- Récupérer sur l'air extrait des VMC
- Réduire les besoins « eau chaude »
- Choisir des systèmes performants en chauffage et clim (**si vraiment nécessaire**)
- Limiter la consommation électrique
- Réguler l'offre et la demande et programmer
- Plafonner la consommation d'énergie primaire
- Tout en évitant de créer trop de déchets

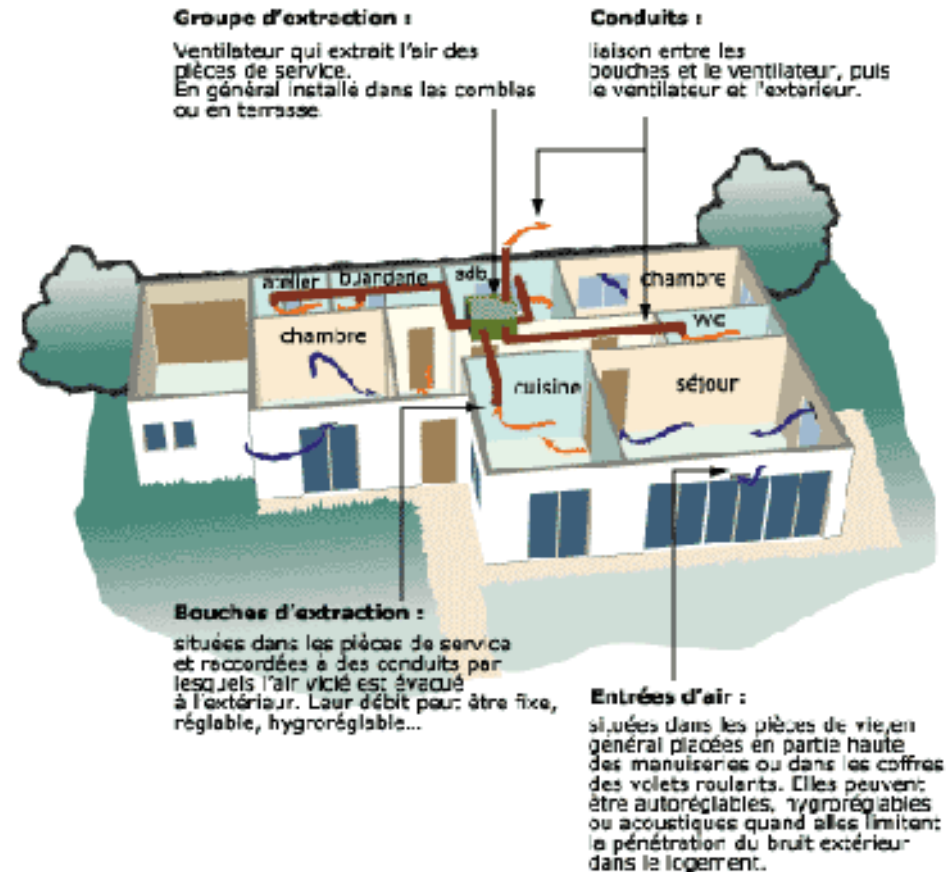
# Ajuster le débit de ventilation en hiver

## la ventilation : le lexique...

---

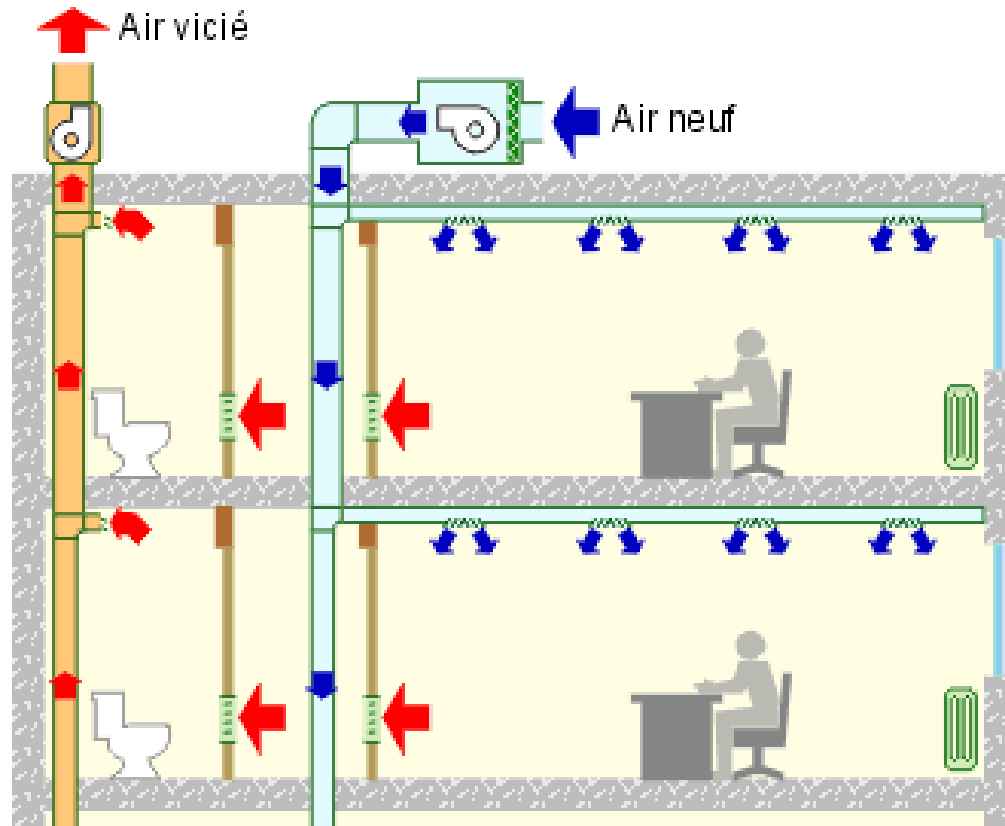
- **VMC = ventilation mécanique contrôlée**
- **VN = ventilation naturelle**
- **VNA = ventilation naturelle assistée**
- **VMR = ventilation mécanique répartie**
- **VMC simple flux : l'air rentre par les fenêtres et est extrait par des bouches**
- **VMC double flux : l'air rentre par des conduits et des bouches et est extrait de même**

# Exemple de VMC simple flux (doc ademe)





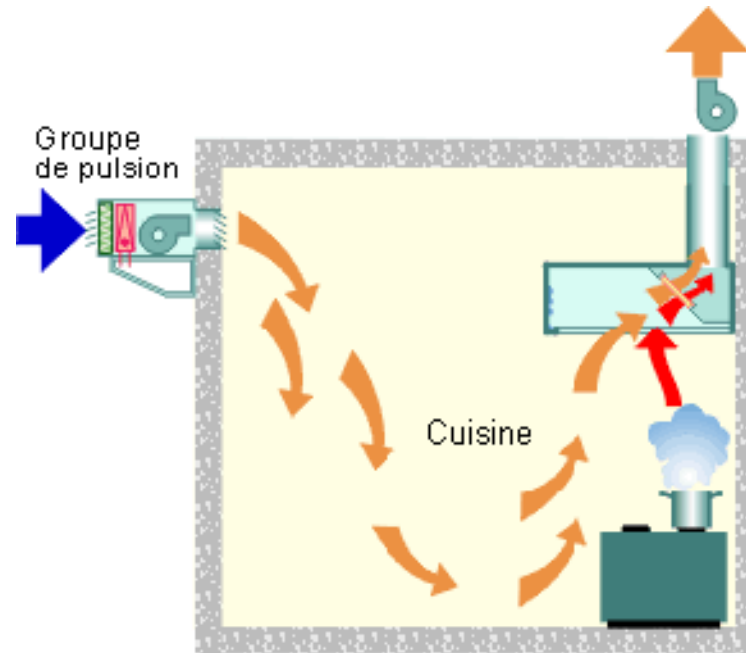
# Exemple de ventilation double flux (doc ademe)



## Réduire la ventilation en hiver...

- **Le débit de ventilation est fixé en période de chauffage : sa consommation électrique est limitée à 0,25 W/m<sup>3</sup>.h d'air extrait toute l'année**
- **La ventilation doit être générale et permanente en logement et selon les horaires ailleurs**
- **Débit réglementaire d'air : de 15 à 30 m<sup>3</sup>/h par personne en moyenne**
  - **un T5 : 150 m<sup>3</sup>/h et pointe à 210 (cuisine)**
  - **un bureau de 2 personnes : 50 m<sup>3</sup>/h**
  - **une classe de lycée de 30 élèves : 540 m<sup>3</sup>/h**

# Exemple de ventilation de cuisine (doc ademe)



**TEST**

# **Puissance et énergie d'une VMC de logements**

---

**Un immeuble de 10 logements : 250 m<sup>3</sup>/h par logement**

**Puissance du ventilateur : en kW**

**Energie consommée par an (1 an 8760 h) : en kWh**

# Puissance et énergie d'une VMC de logements

Un immeuble de 10 logements : 250 m<sup>3</sup>/h par logement

Puissance du ventilateur : en kW

Energie consommée par an (1 an 8760 h) : en kWh

Puissance :  $250 * 0,25 \text{ W/m}^3\cdot\text{h} * 10 = 625 \text{ Watts} = 0.625 \text{ kW}$

Energie :  $625 \text{ W} * 8760 \text{ h} = 5\,475 \text{ kWh}$

# Puissance et énergie d'une VMC d'école

---

Une classe de 30 élèves : 540 m<sup>3</sup>/h qui sert 200 jours par an à 8 H/jour

Puissance du ventilateur : en kW

Energie consommée par an : en kWh

# Puissance et énergie d'une VMC d'école

Une classe de 30 élèves : 540 m<sup>3</sup>/h qui sert 200 jours par an à 8 H/jour

Puissance du ventilateur : en kW

Energie consommée par an : en kWh

Puissance :  $540 \text{ m}^3/\text{h} * 0,25 \text{ W}/\text{m}^3.\text{h} = 135 \text{ W} = 0,135 \text{ kW}$

Energie =  $0,135 * 8\text{h}/\text{j} * 200 \text{ j} = 216 \text{ kWh}$

Rappel 10 logements = 5475 kWh (pour aussi 30 personnes !)......25 fois plus



**Que conclure ?**

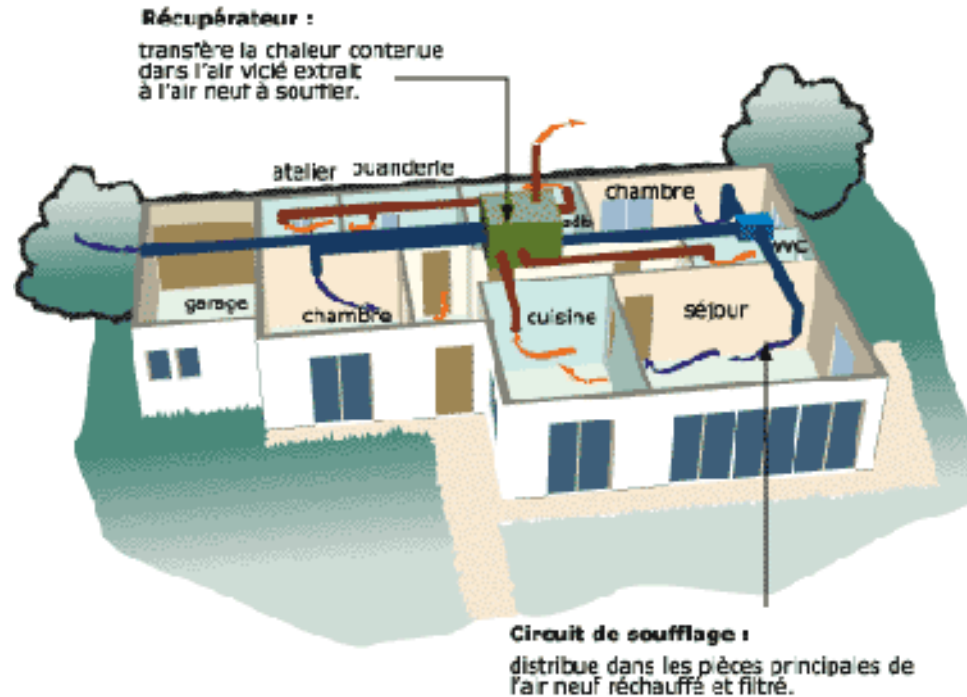
## Que conclure sur la VMC ?

- ❑ Une VMC de logements consomme beaucoup, donc il sera rentable de mettre des dispositifs d'économie d'énergie
  - ❑ échangeur
  - ❑ VMC hygroréglable
  - ❑ réduction des puissances électriques : on pourrait l'arrêter l'été pour mettre de la ventilation naturelle (plutôt en individuel) si elle reste générale !
- ❑ Une VMC de bureaux se situe entre les 2
- ❑ Une VMC de classe consomme peu
  - ❑ La première économie consiste à l'équiper d'une horloge
  - ❑ la deuxième est peut-être de prévoir une ventilation naturelle !
  - ❑ sauf si la VMC sert pour le chauffage (approche passiv haus) la double flux est peu rentable surtout en méditerranée (avec les coûts actuels de l'énergie)

# Récupérer sur l'air extrait des VMC

**(rappel : si rentable )**

# VMC double flux récupérateur (doc ADEME)



# Réduire les besoins eau chaude (et eau froide au passage )

# Le Hit parade de l'eau en Europe

---

SUISSE : 252 litres par personne et par jour

FINLANDE : 213 litres par personne et par jour

ITALIE : 213 litres par personne et par jour

ESPAGNE : 200 litres par personne et par jour

PORTUGAL : 194 litres par personne et par jour

GRÈCE : 175 litres par personne et par jour

SUÈDE : 164 litres par personne et par jour

DANEMARK : 159 litres par personne et par jour

ROYAUME-UNI : 153 litres par personne et par jour

AUTRICHE : 153 litres par personne et par jour

LUXEMBOURG : 150 litres par personne et par jour

IRLANDE : 142 litres par personne et par jour

**FRANCE : 137 litres par personne et par jour** dont 60 d'eau chaude

# Répartition de consommations eau

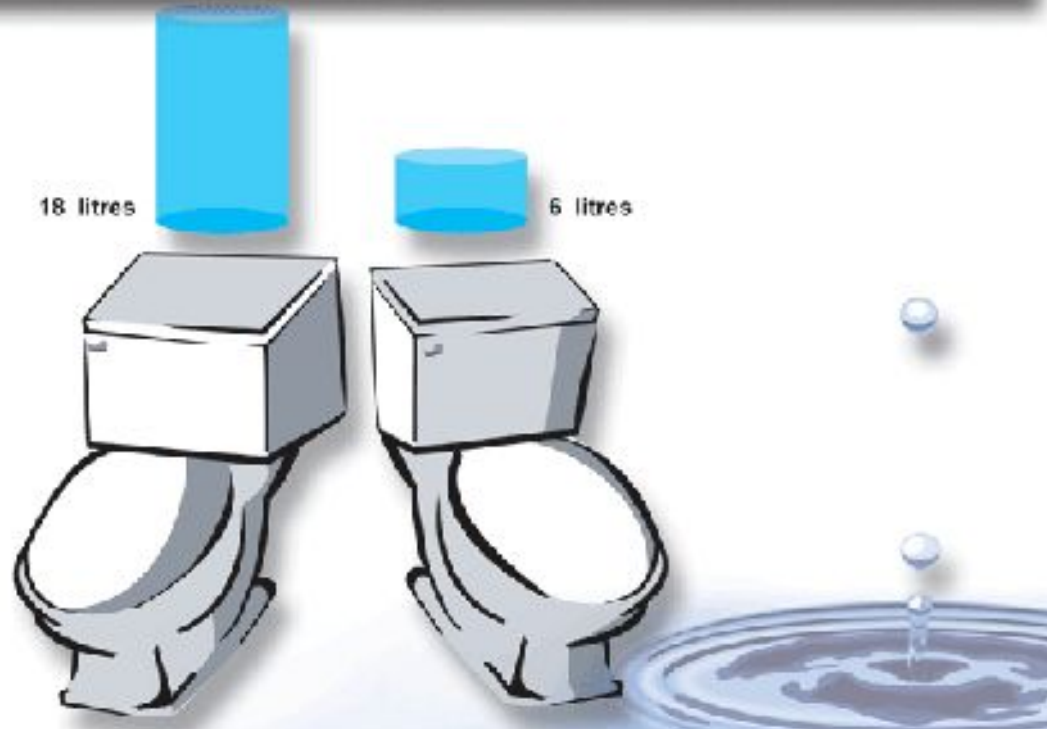
([www.cieau.com](http://www.cieau.com))



● BAINS DOUCHES .....	39%
● SANITAIRES .....	20%
● LINGE .....	12%
● VAISSELLE .....	10%
● PRÉPARATION DE LA NOURRITURE .....	6%
● LAVAGE DE LA VOITURE, ARROSAGE DU JARDIN .....	6%
● DOMESTIQUES DIVERS .....	6%
● BOISSON .....	1%

# Les économies d'eau : le WC à petit réservoir et 2 touches **(environnement canada)**

Volume d'eau par cycle – toilette classique et toilette à ultra bas volume (UBV)





# Les économies d'eau : **(environnement canada)**

Pomme de douche à faible débit avec bouton d'arrêt

Bouton d'arrêt (permet d'interrompre temporairement le jet d'eau pendant qu'on se savonne ou qu'on se donne un shampoing)



# Les économies d'eau : le jardin bien géré

(environnement canada)



## Les économies d'eau :

---

- ❑ Réduire la pression à 3 bars
- ❑ Limiter les débits aux robinets
- ❑ Acheter les lave linge et lave vaisselle en fonction (voir étiquette énergie)
- ❑ Laver les voitures à sec ([www.sineo.fr](http://www.sineo.fr))
- ❑ Etc..

**Les économies d'eau se remboursent en 2 à 3 ans, beaucoup plus vite que l'énergie seule**

## **Les économies d'eau :**

---

**Un site très bien fait qui nous  
vient de Bordeaux (\*)**

**[www.jeconomiseleau.org](http://www.jeconomiseleau.org)**

**(\*) à consommer avec modération !**

**TEST**

# Economie de l'eau

---

1 m<sup>3</sup> d'eau froide coûte 3 euros

Pour la chauffer à 60 °C , il faut rajouter 4 euros.

1 m<sup>3</sup> d'eau chaude coûte donc 7 euros.

Un bain nécessite 80 litres d'eau à 60 °C

Une douche 20 litres d'eau à 60 °C.

**Economie en euros si la famille RIVIERE transforme ses 1000  
bains par an en 1000 douches**

# Economie de l'eau

1 m<sup>3</sup> d'eau froide coûte 3 euros

Pour la chauffer à 60 °C , il faut rajouter 4 euros.

1 m<sup>3</sup> d'eau chaude coûte donc 7 euros.

Un bain nécessite 80 litres d'eau à 60 °C

Une douche 20 litres d'eau à 60 °C.

**Economie en euros si la famille Rivière transforme ses 1000  
bains par an en 1000 douches :**

**$(80-20) * 1000/1000 * 7 \text{ euros} = 420 \text{ euros}$**

# Chauffage et clim performant

**(Clim si nécessaire )**



# Systemes performants

Il ne s'agit pas de faire un cours de machine thermique.

Les systèmes performants dépendent des usages :

## Pour le particulier :

- Le poêle à granulé de bois
- La pompe à chaleur individuelle sur puits avec un COP/EER de plus de 4,5 (voir test en fin)
- La chaudière à condensation

## Pour le collectif

- La chaufferie bois
- La pompe à chaleur avec un COP/EER de plus de 4,5
- La chaudière à condensation

# Systemes performants : poêles granulés



# Systemes performants : condensation

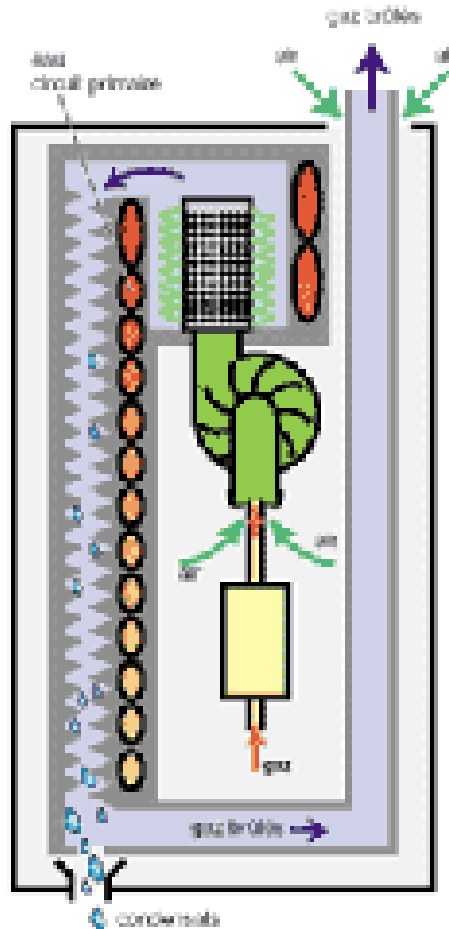
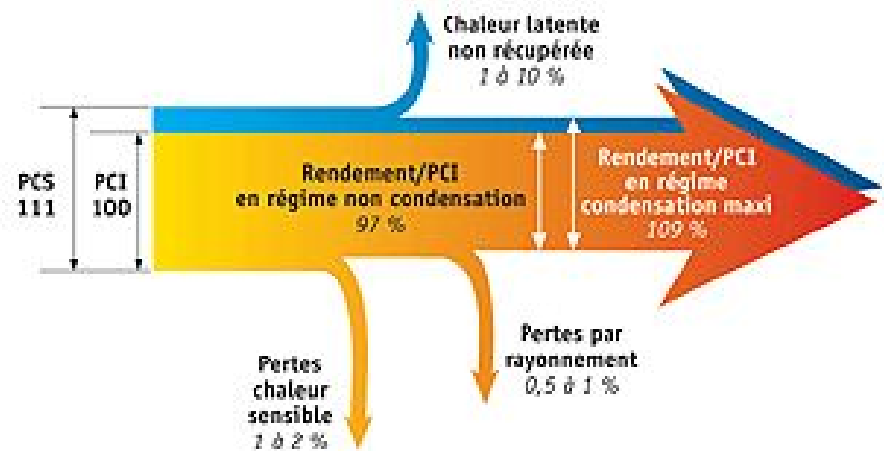
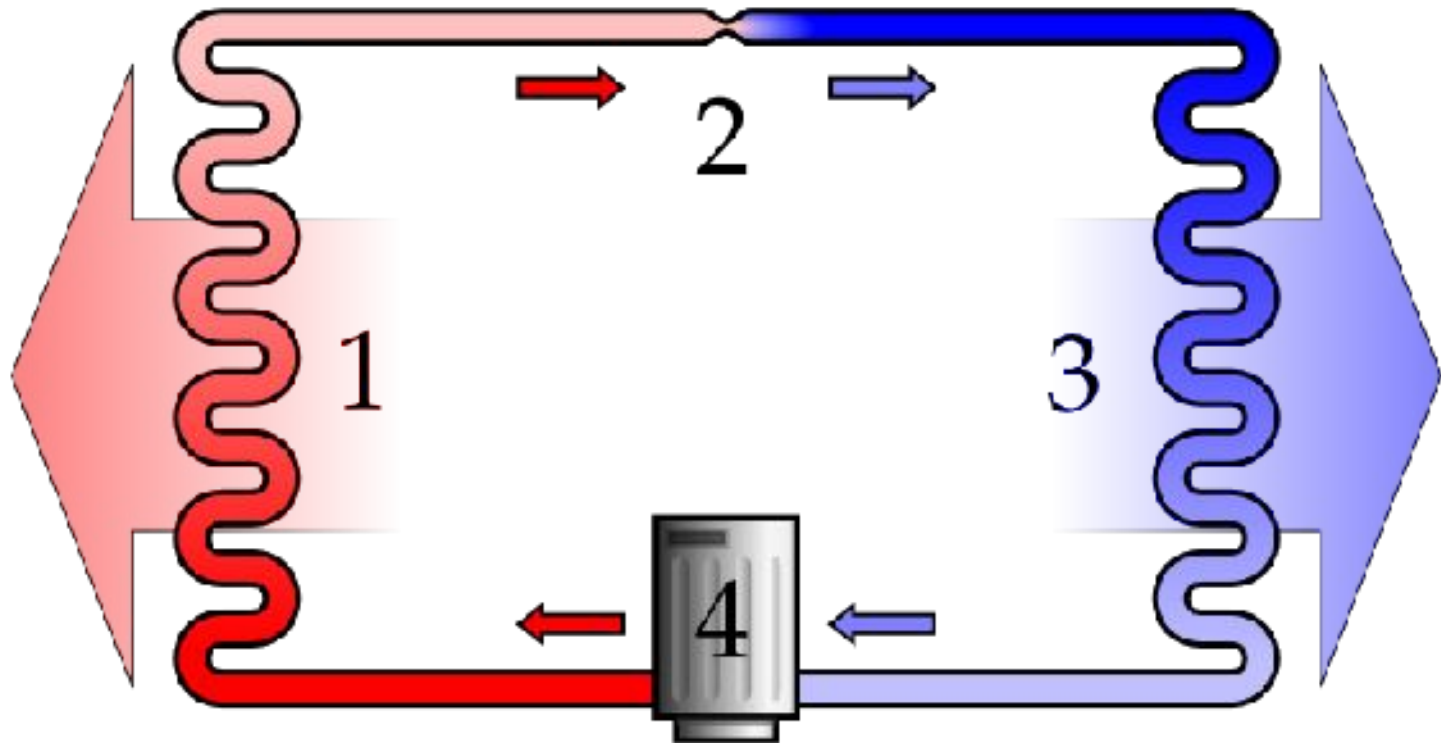


Schéma de fonctionnement d'une chaudière à condensation



# Systemes performants : pompe à chaleur



# Le COP ou EER

---

**COP = coefficient de performance (EER depuis Europe)**

**COP = énergie reçue/énergie payée**

**Si avec ma PAC , je fournis 10 000 kWh de chauffage et que je paye 2 500 W à EDF, mon COP est de :**

$$\text{COP} = 10\,000 / 2\,500 = 4$$

**Attention le COP varie et l'important, c'est la moyenne annuelle**

# Limiter la consommation électrique

# Electricité

De nombreuses possibilités existent :

- ❑ L'éclairage naturel
- ❑ Le choix de l'électro-ménager selon l'étiquette énergie
- ❑ Le PC portable au lieu du fixe
- ❑ La programmation des usages
- ❑ Les lampes basses consommations : fluo, leds, sodium HP
- ❑ Le pilotage des ventilations
- ❑ La suppression et/ou la coupure des veilles
- ❑ Et le remplacement de certaines émissions de TV par une bonne sortie entre amis !...

**Pour arrêter la croissance de la consommation qui est de 1 à 2% par an**

# Réguler offre et demande



# Réguler offre et demande

---

Il n'y a que 2 moyens :

- **La régulation**

**Qui consiste à moduler la puissance en fonction des besoins**

- **La programmation**

**Qui consiste à couper les systèmes inutiles**

# Limiter la consommation d'énergie primaire

# Consommation d'énergie primaire

Elle est désormais limitée par la loi : exemple pour les logements

En zone H1 (Nord, Alpes) : 130 kWh EP/m<sup>2</sup>.shon

En Zone H2 (centre) : 110 kWh EP/m<sup>2</sup>.shon

En Zone H 3 (méditerranée) : 80 kWh EP/m<sup>2</sup>. shon

**1 m<sup>2</sup> shon = 1,2 à 1,4 m<sup>2</sup> utile en gros !**

Energie primaire : multiplier les kWh utiles des énergies par :

- 0 pour le solaire
- 0,6 pour le bois
- 1 pour le gaz
- 2,58 pour l'électricité

**Tout en évitant de  
créer trop de  
déchets**

# Energie et déchets

L'énergie primaire nous permet de prévoir l'impact « déchets » d'une source d'énergie

- 0 pour le solaire : pas de déchets
- 0,6 pour le bois : du CO<sub>2</sub>, préalablement stocké par le bois, quelques résidus de combustion à filtrer
- 1 pour le gaz : du CO<sub>2</sub>
- 2,58 pour l'électricité : selon le pays rien (Québec = hydraulique) du CO<sub>2</sub> (charbon : Chine et USA) des déchets radioactifs (nucléaire = France)

**Faute de devoir choisir entre la peste et le choléra, réduisez les besoins et optez pour les énergies renouvelables**

**TEST**

# Pompe à chaleur et bilan nrj primaire

---

J'ai besoin pour chauffer de 10 000 kWh d'énergie finale.

J'hésite entre bois et une PAC de COP/EER de 3 ou de 4

- ❑ Rappel bois = ratio 0,6
- ❑ Rappel électricité = ratio = 2,56
- ❑ Comparez les énergies primaires des 2 cas

# Pompe à chaleur et bilan nrj primaire

J'ai besoin pour chauffer de 10 000 kWh d'énergie finale.

J'hésite entre bois et une PAC de COP/EER de 3 ou de 4

- ❑ Rappel bois = ratio 0,6
- ❑ Rappel électricité = ratio = 2,56
- ❑ Comparez les énergies primaires des 2 cas

## **BOIS**

$$10\ 000 * 0,6 = 6000 \text{ kWh}$$

## **PAC de COP/EER de 3**

$$10000 * 2,56 / 3 = 8533 \text{ kWh}$$

## **PAC de COP/EER de 4**

$$10000 * 2,56 / 4 = 6400 \text{ kWh}$$

**La PAC devra faire un COP de 4,3 pour être meilleure en EP!**



# Budget énergie-eau-déchets-entretien

---

Le budget énergie/eau par an d'un ménage d'un logement construit en 2002 à Montpellier :

- 300 euros de chauffage (va augmenter fortement)
- 500 euros d'électricité (va augmenter fortement)
- 450 euros d'eau (va augmenter légèrement)
- 150 euros de contrats d'entretien (va augmenter légèrement)
- 100 euros de traitement des déchets ménagers (va doubler)

---

TOTAL = 1 500 euros maintenant peut-être 3000 d'ici 5 ans !

## En conclusion

---

Les plus grosses sources d'économies rentables sont par ordre :

- ❑ Un urbanisme durable
- ❑ Une conception bioclimatique
- ❑ Les économies sur l'eau
- ❑ La surisolation
- ❑ Les économies sur l'électricité
- ❑ Les économies sur les systèmes techniques
- ❖ **L'architecte reste l'acteur majeur du développement durable**
- ❖ **L'argent ne remboursera jamais l'excès de gaz à effet de serre**

# CONCLUSION

# Optez pour le solaire



# Une des seules énergies



# Vraiment renouvelable

---



# Qui fera l'objet du cours du 10 mai 2007

---



# **Rappel : télécharger les cours de thermique**

---

**Sur**

**<http://amartyfree.free.fr/ensam.wiki/portail/index.pl>**

**Ou tapez sur votre moteur : ensam wiki**

- **Redirigez**
- **grands cours**
- **thermique**
- **téléchargez**

**A ce jour, tous les cours sont chargés jusqu'au 8.  
Grâce à Alain Marty !**