



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

	Stratégie Froid	Stratégie Chaud
Stratégie Eclairage naturel	Sud : nécessite réflexion Nord : facile Est/ouest : difficile	Sud : facile Nord : facile Est/ouest : 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^o 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 :

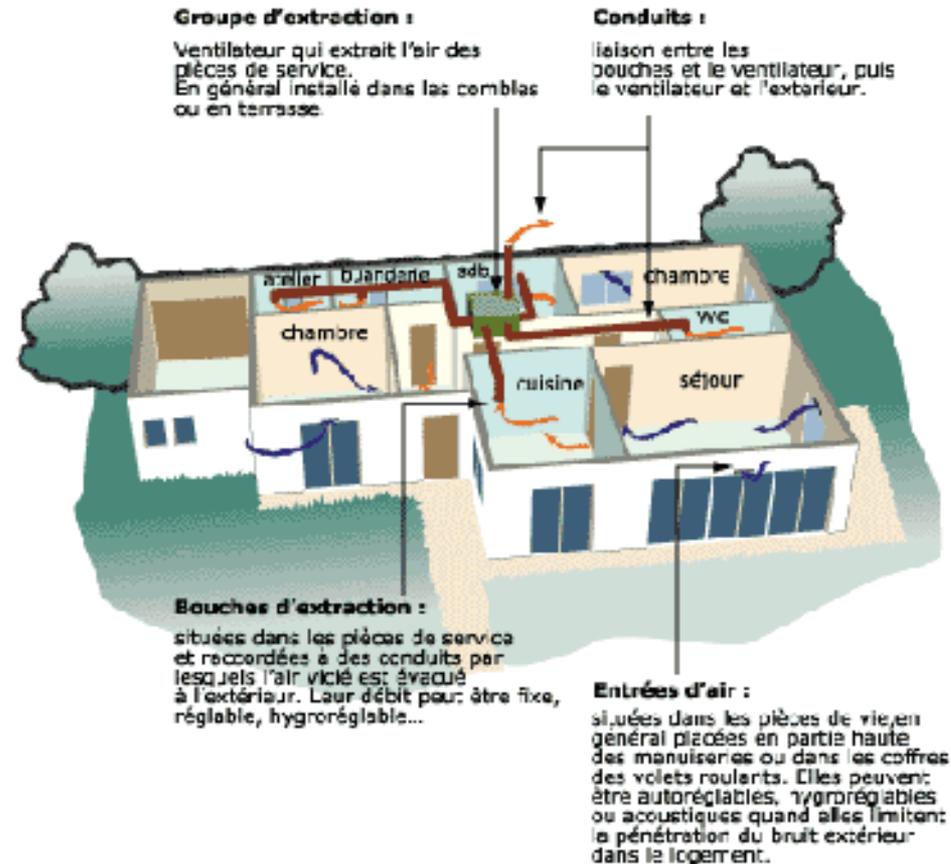
- Ajuster le débit de ventilation en hiver
- Récupérer sur l'air extrait des VMC
- Réduire les besoins « eau chaude »
- Choisir des systèmes performants en chauffage et clim (**si vraiment nécessaire**)
- Limiter la consommation électrique
- Réguler l'offre et la demande et programmer
- Plafonner la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

Ajuster le débit de ventilation en hiver

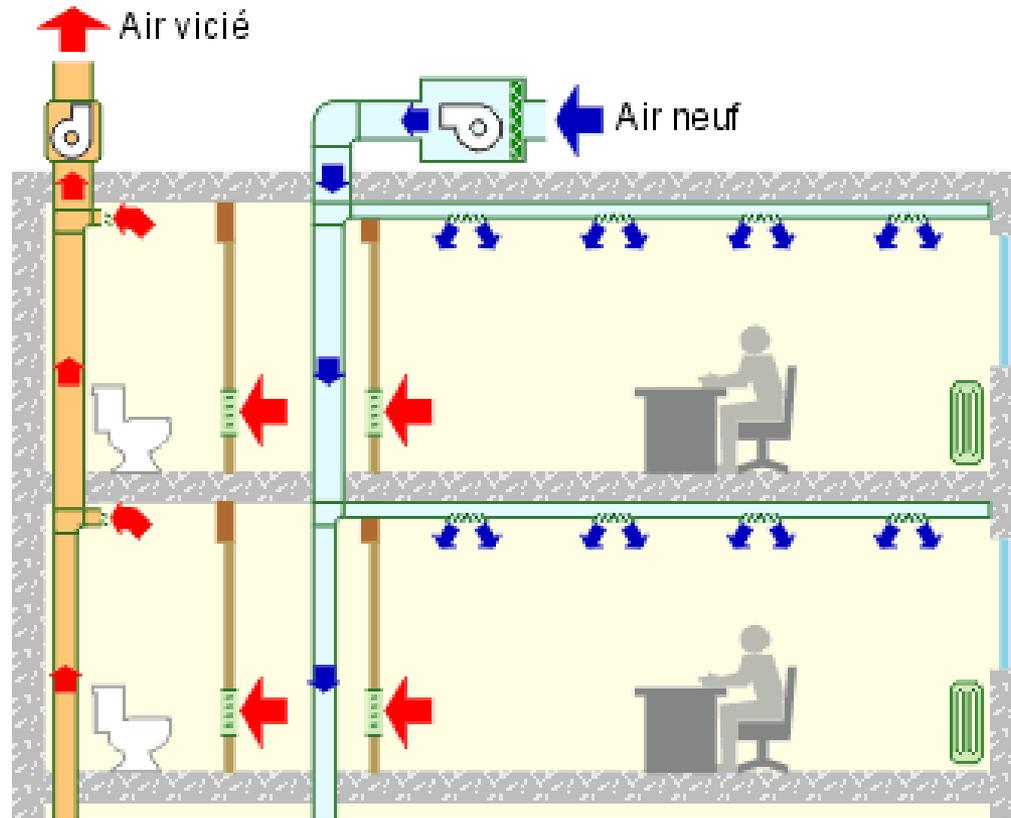
la ventilation : le lexique...

- **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)



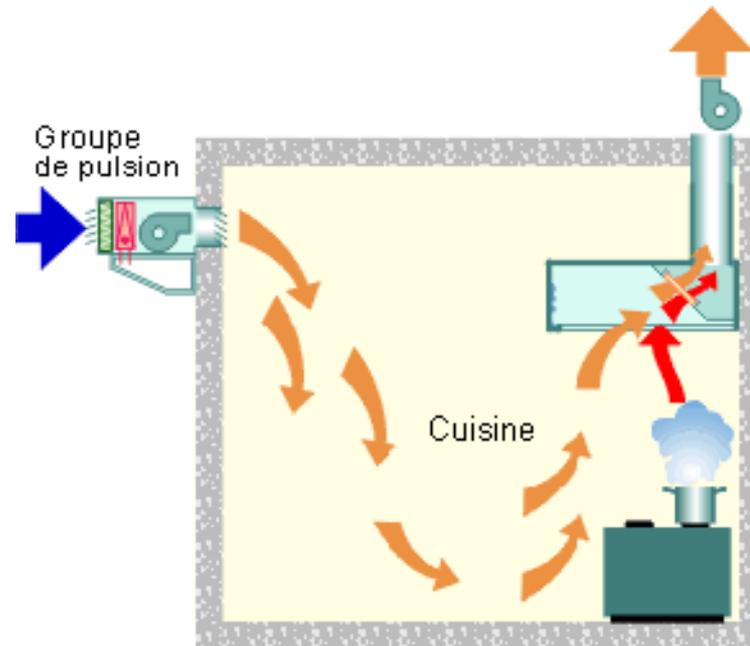
Exemple de ventilation double flux (doc ademe)



Réduire la ventilation en hiver...

- **Le débit de ventilation est fixé en période de chauffage : sa consommation électrique est limitée à 0,25 W/m³.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 m³/h par personne en moyenne**
 - **un T5 : 150 m³/h et pointe à 210 (cuisine)**
 - **un bureau de 2 personnes : 50 m³/h**
 - **une classe de lycée de 30 élèves : 540 m³/h**

Exemple de ventilation de cuisine (doc ademe)



TEST

Puissance et énergie d'une VMC de logements

Un immeuble de 10 logements : 250 m³/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 m³/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 m³/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 m³/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 ?

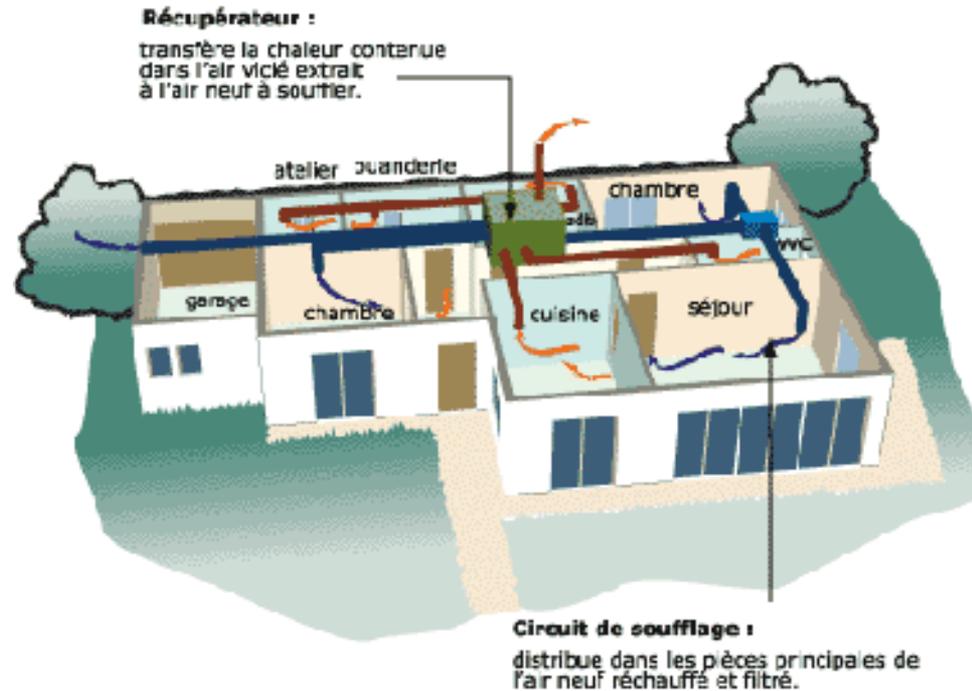
Que conclure sur la VMC ?

- ❑ 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

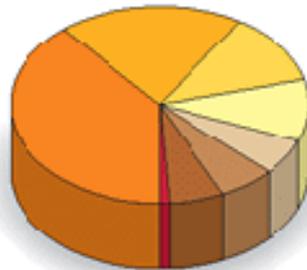
LUXEMBOURG : 150 litres par personne et par jour

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

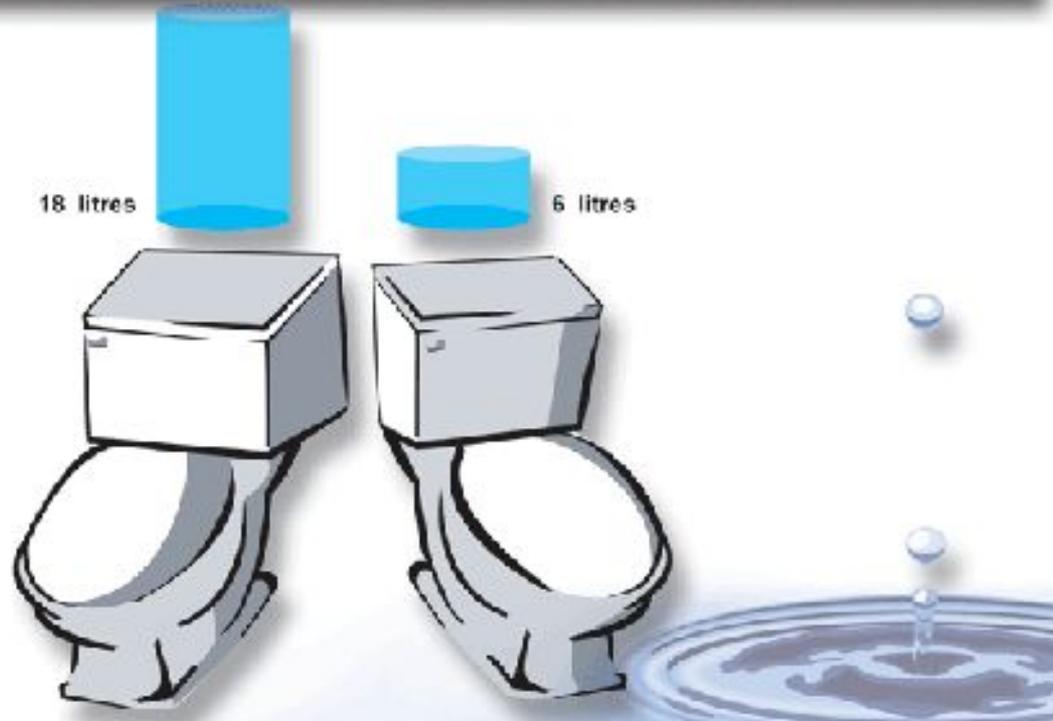
(www.cieau.com)



● 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)**

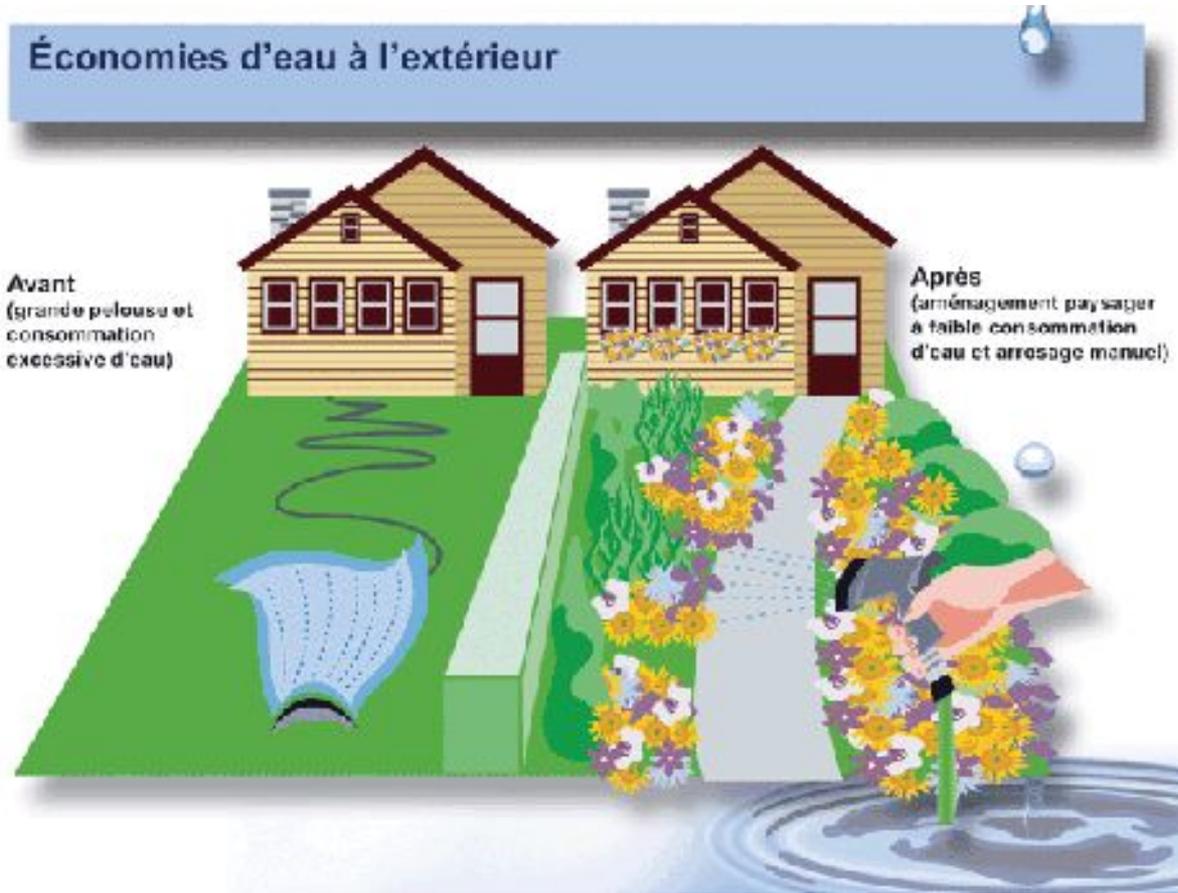
Pomme de douche à faible débit avec bouton d'arrêt

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)
- ❑ 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

(*) à consommer avec modération !

TEST

Economie de l'eau

1 m³ d'eau froide coûte 3 euros

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

1 m³ 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 m³ d'eau froide coûte 3 euros

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

1 m³ 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

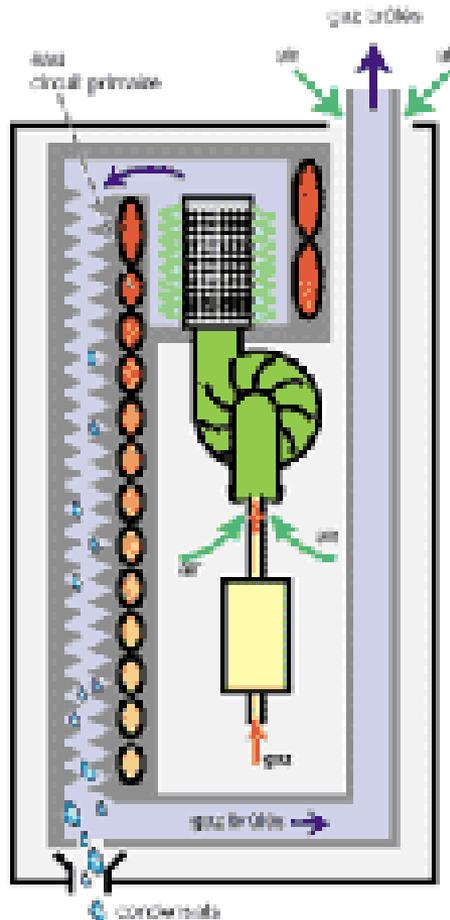
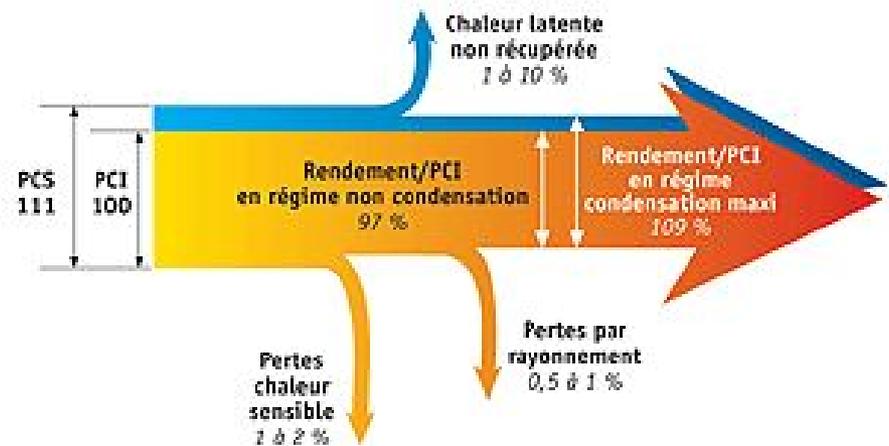
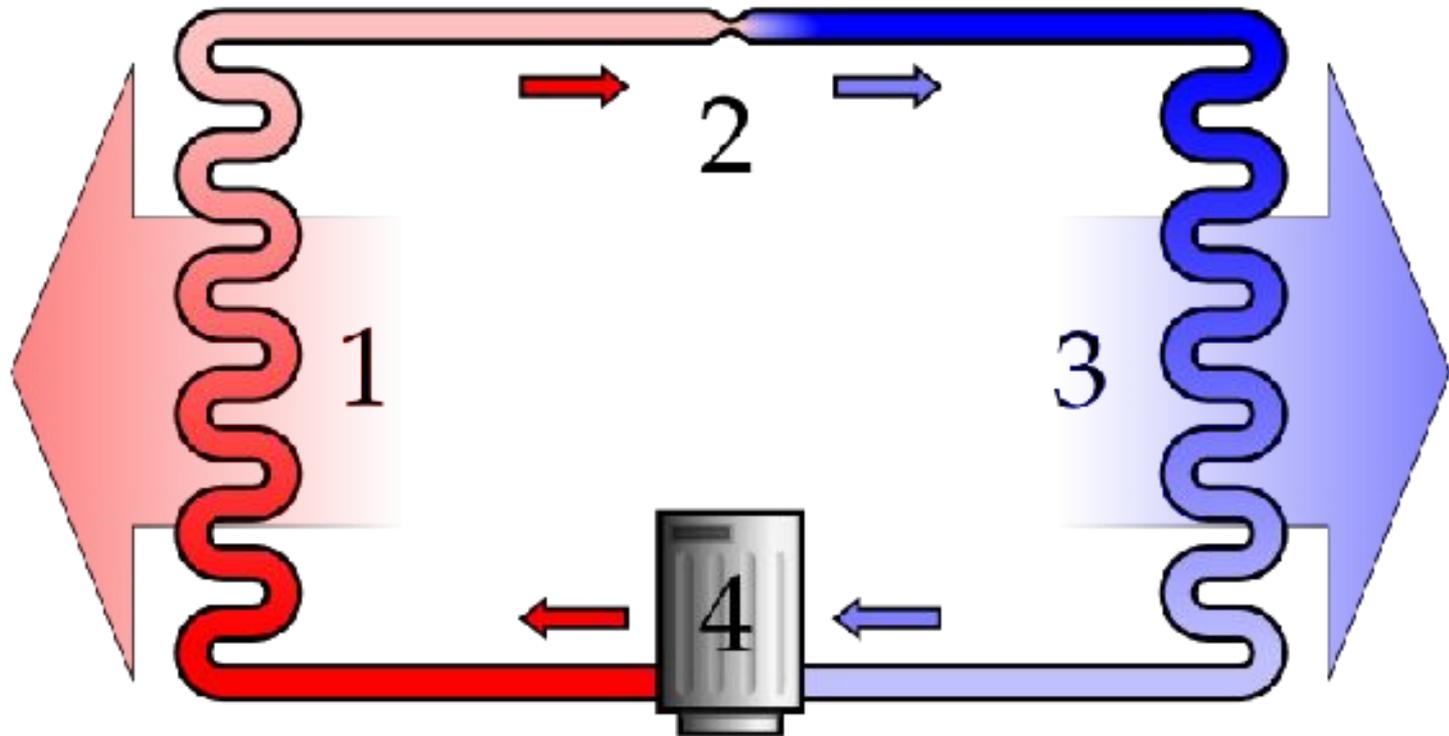


Schéma de fonctionnement d'une chaudière à condensation



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/m².shon

En Zone H2 (centre) : 110 kWh EP/m².shon

En Zone H 3 (méditerranée) : 80 kWh EP/m². shon

1 m² shon = 1,2 à 1,4 m² 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 CO₂, préalablement stocké par le bois, quelques résidus de combustion à filtrer
- 1 pour le gaz : du CO₂
- 2,58 pour l'électricité : selon le pays rien (Québec = hydraulique) du CO₂ (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

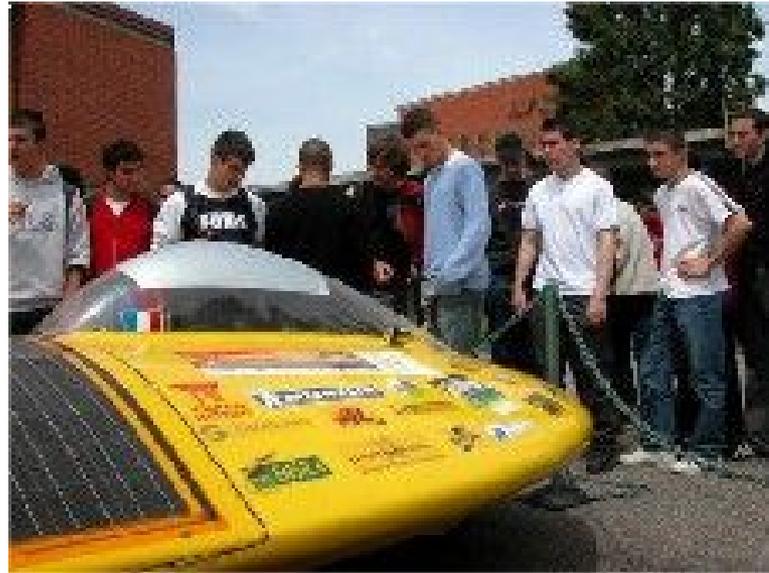
Optez pour le solaire



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 !**