

29 novembre 2006

## Cycle de conférences « habitat durable » à Bruxelles

# Réduire sa facture d'énergie: Quels sont les travaux prioritaires et les temps de retour ?

Orateur

Nicodème Lonfils,  
Conseiller énergie  
Agence Bruxelloise de l'Energie (**ABEA**)  
Le Centre Urbain asbl



## Des conseils pour tous les bruxellois

- Le **Guichet d'information** de l'ABEA et du Centre Urbain, conseille toute l'année et gratuitement, les habitants de la Région de Bruxelles-Capitale.
  - Info Energie
  - Info Rénovation
  - Info Patrimoine
  - Info Acoustique
- Dans les Halles Saint-Géry,  
1 place St-Géry à 1000 bruxelles
- Du mardi au vendredi de 10h à 18h et le samedi de 14h à 17h.  
Tél.: 02 512 86 19 - E-mail: [info@curbain.be](mailto:info@curbain.be)
- Internet : [www.curbain.be](http://www.curbain.be)



# Pourquoi investir dans des travaux

- Nécessité de faire l'investissement
  - Chaudière en fin de vie, toiture non étanche, murs humides
- Souhait d'un gain de confort
  - Double vitrage, chauffage central
- Economie financière
  - Temps de retour sur investissement suffisamment court (Idéalement inférieur à 10 ans)
- Existence d'une aide financière
- Réglementations contraignantes
- Souci environnemental
  - Économie d'énergie, capteur solaire, isolant écologique

## Faire le bon choix, aujourd'hui!

- Généralement, une période de 20 à 30 ans s'écoule entre deux rénovations:
  - Les choix énergétiques faits aujourd'hui, influenceront notre facture d'énergie sur 20 ans
  - Le surcoût d'un investissement énergétique est souvent faible lorsqu'il est combiné avec des travaux de rénovation

# Investir dans les travaux prioritaires

- **Les travaux de rénovation nécessitent généralement un budget important**
  - Si le budget est limité:
    - le maître de l'ouvrage aura tendance à sacrifier les surinvestissements économiseurs d'énergie
  - En fonction du budget, il sera important :
    - de savoir où investir en priorité
    - d'augmenter son budget, pour diminuer les charges énergétiques futures du logement

## Critères de rentabilité économique

- Investissement supplémentaire
  - Intègre tous les coûts supplémentaires pour investir dans l'efficacité énergétique
- Temps de retour
  - Temps nécessaire pour récupérer son investissement
    - Temps de retour simple = Investissements / gains
    - Temps de retour dynamique, intègre en plus:
      - une estimation de l'augmentation du prix de l'énergie (3,2 à 4,3% par an)
      - Une Inflation de 2%
      - Taux d'actualisation des capitaux investis de 4 à 6,5 %
      - La durée d'utilisation

# Le temps de retour simple (TRS)

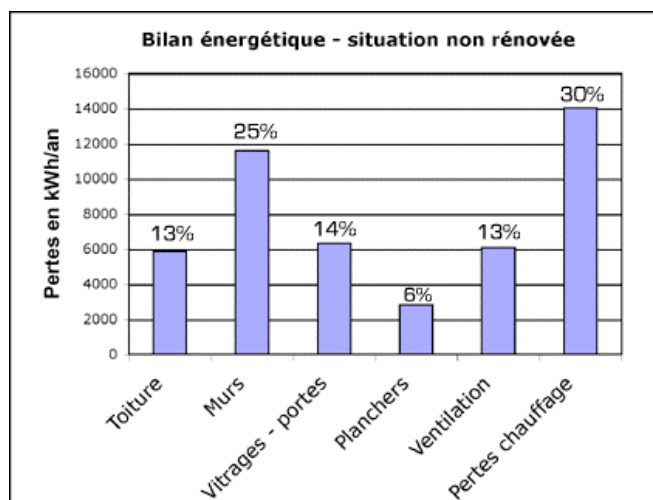
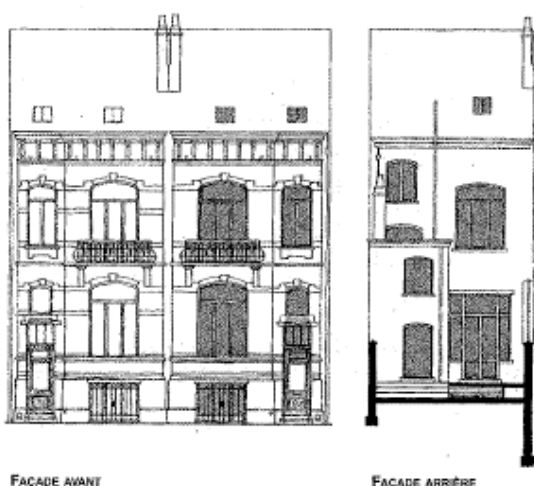
Période au terme de laquelle la somme cumulée des gains financiers générés par le projet = montant de l'investissement initial

$$\text{TRS} = \frac{\text{Investissement}}{\text{gain annuelle}}$$

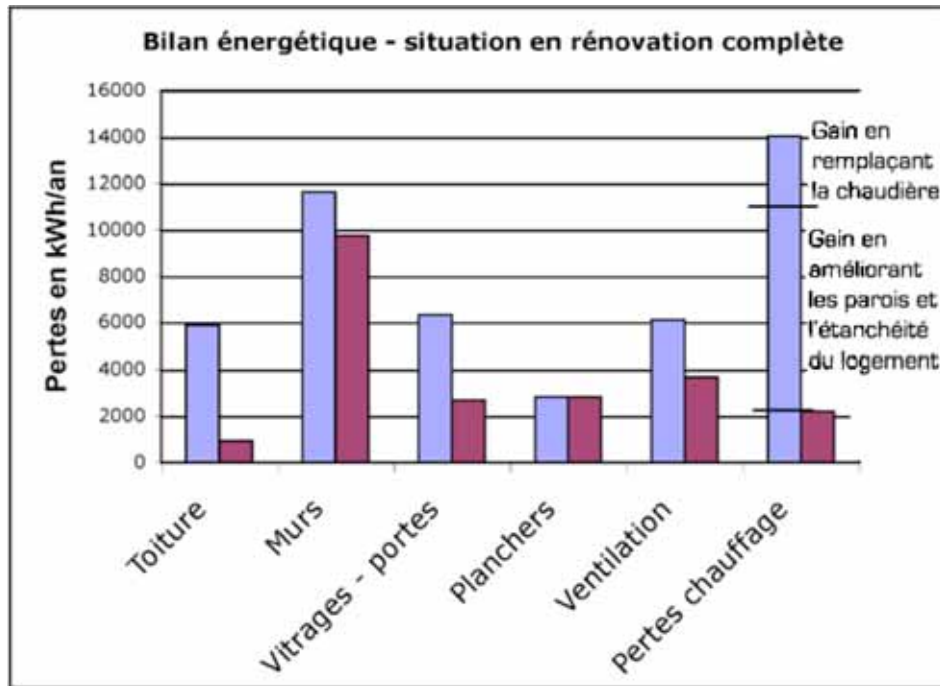
Condition: TRS < durée de vie économique du projet

## Bilan énergétique

Habitation urbain de 1914

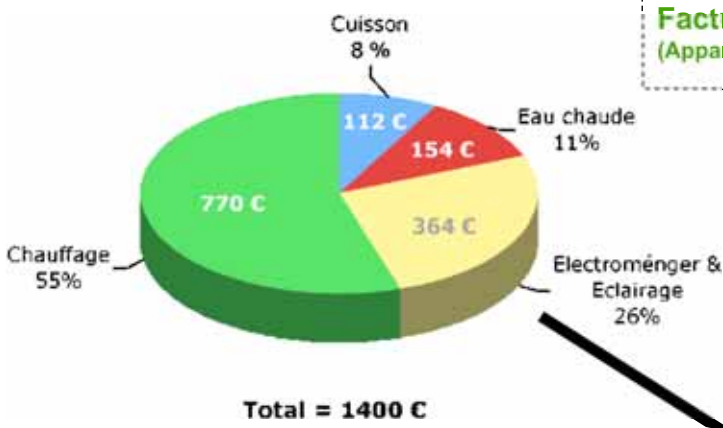


# Bilan énergétique après rénovation

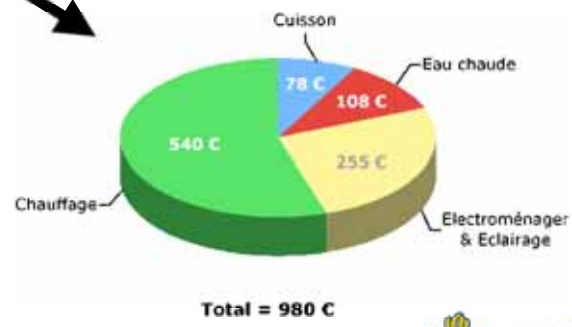


# Factures d'énergie moyenne

**Facture d'énergie d'un ménage type**  
(Appartement ou maison mitoyenne - 2 adultes et 2 enfants)



Une réduction de 30% de cette facture = 420 € d'économie par an



# Analyse des factures d'énergie

## Facture électrique

Les consommations électriques sont-elles normales ?

► La facture électrique des ménages est très variable. Elle se situe entre 1500 kWh et 4000 kWh par an. Soit une variation de plus de 40%.



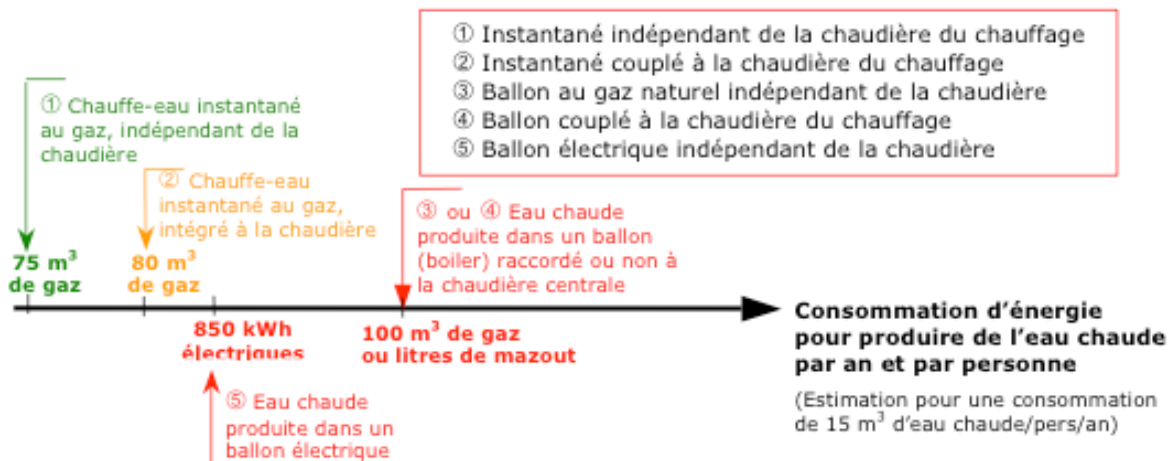
Cette grande variation de la consommation électrique peut s'expliquer :

- Par le nombre d'appareils électriques utilisés dans le logement.
- Par l'efficacité énergétique de ces appareils électriques.
- Par le nombre de personnes présentes dans le ménage.
- Sans oublier l'influence du comportement des habitants sur les consommations

# Analyse des factures d'énergie

## Facture eau chaude

► Identifiez le type d'appareil qui produit de l'eau chaude dans le logement :



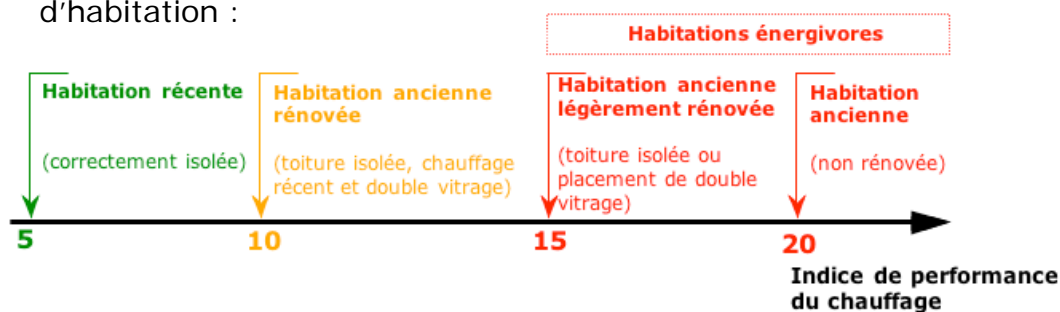
# Analyser des factures d'énergie

## Facture du chauffage

- Il est très utile d'évaluer son « indice de performance du chauffage »

$$\begin{aligned} \text{Indice de performance du chauffage} &= \frac{\text{Consommation annuelle du chauffage (en m}^3 \text{ ou litre)}}{\text{Surface au sol chauffée (en m}^2\text{)}} \\ &= \frac{1700}{100} = 17 \end{aligned}$$

- Comparez l'indice obtenu aux valeurs normales en fonction du type d'habitation :



## Indice de performance

### Influencé par:

- L'isolation de l'habitation (toiture, murs, sol et vitrages)
- L'étanchéité à l'air du logement
- Le rendement de l'installation de chauffage
- Le comportement des habitants (portes fermées, température des pièces, diminution de la température la nuit et pendant les absences)

Téléchargez le « Check-up des consommations d'énergie » sur:

<http://www.curbain.be/fr/energie/service/index.php#checkup>

# Améliorations possibles dans une habitation bruxelloise type



## Deux exemples d'habitation

- Maison 1 unifamiliale
- Habitants: 2 adultes + 3 enfants
- Année de construction : ±1900
- Surface chauffée : 153 m<sup>2</sup>

- Maison 2 unifamiliale
- Habitants: 2 adultes + 2 enfants
- Année de construction : 1899
- Surface chauffée : 208 m<sup>2</sup>



# Factures de gaz naturel

## Test de performance du logement

### Maison 1

- **Facture de gaz = 1903 m<sup>3</sup> = 860 EUR**
- Utilisation du gaz :  
> Chauffage + cuisinière
- **Cuisinière = 50 m<sup>3</sup> = 23 EUR**
- **Chauffage = 1853 m<sup>3</sup> = 834 EUR**
- **Indice de performance = 1783/153 = 12**

### Maison 2

- **Facture de gaz = 3891 m<sup>3</sup> = 1750 EUR**
- Utilisation du gaz :  
> Chauffage + eau chaude + cuisinière
- **Cuisinière = 50 m<sup>3</sup> = 23 EUR**
- **Eau chaude = 500 m<sup>3</sup> = 225 EUR**
- **Chauffage = 3341 m<sup>3</sup> = 1503 EUR**
- **Indice de performance = 3271/208 = 16**

	Habitation récente correctement isolée	Habitation ancienne rénovée (toiture isolée, double vitrage et chauffage récent)	Habitation « énergivore »	
			Habitation ancienne légèrement rénovée (toiture isolée ou placement de double vitrage)	Habitation ancienne non rénovée
Ratio du chauffage	5	10	15	20

## Caractéristiques du bâtiment

### Maison 1

- **Mur non isolé de**  
– 45 cm et 32 cm
- **Toiture isolée**  
– 6 cm de laine minérale
- **Sol sur cave non isolé**
- **Double vitrage classique**
- **Châssis étanches**
- **Chaudière atmosphérique au gaz**
- **Thermostat d'ambiance**
- **Vannes thermostatiques**

### Maison 2

- **Mur non isolé de**  
– 45 cm et 32 cm
- **Toiture non isolée**
- **Sol sur cave non isolé**
- **Double vitrage classique**
- **Châssis étanches**
- **Chaudière atmosphérique au gaz**
- **Pas de thermostat d'ambiance**
- **Vannes thermostatique**

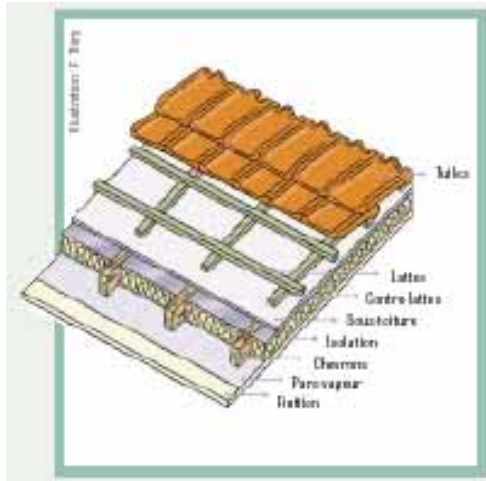
Ratio = 12

Ratio = 16

Différence de consommation = 25%

# Caractéristiques d'une toiture

- La **toiture** doit :
  - Etre étanche aux infiltrations extérieures (pluie et vent)
  - Isoler du froid et du chaud
  - Etre imperméable à la vapeur d'eau intérieure (transpiration, douche, cuisine)



Type d'isolant	Coef. de déperdition thermique $\lambda$ (W/m.k)	Épaisseur minimum de l'isolant (cm)
Laine de roche	0,045	12 cm
Laine de verre	0,045	12 cm
Verre cellulaire	0,055	14 cm
Polyuréthane	0,035	9 cm
Polystyrène expansé	0,045	12 cm
Polystyrène extrudé	0,040	10 cm
Liège expansé	0,050	13 cm
Fibres de papier (Isocroc)	0,045	12 cm

$$\text{Épaisseur de l'isolant (cm)} = \lambda / 0,4 \times 100$$

# Exemples d'amélioration

Toiture non isolée



Film pare-vapeur perforé + Épaisseur d'isolant de 6 cm insuffisante



# Exemples d'amélioration

Pose de l'isolant directement sous les tuiles  
= risque d'infiltration d'eau de pluie dans l'isolant !

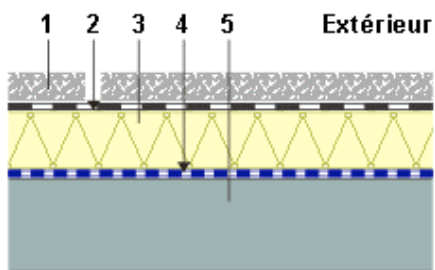


Lors du remplacement des tuiles penser à placer une sous-toiture



# Exemples d'amélioration

Penser à isoler également les toitures plates des annexes



- 1 : lestage (éventuel)
- 2 : membrane d'étanchéité
- 3 : isolant
- 4 : pare-vapeur
- 5 : support

Investissement rapidement rentable lorsque l'étanchéité doit être refaite



# Calcul des pertes de chaleur au travers d'une paroi

$$\text{Pertes de chaleur} = \frac{U \cdot S \cdot (T^{\circ}_{\text{int}} - T^{\circ}_{\text{ext}}) \cdot \text{Durée de chauffe}}{\text{Rendement chauffage}}$$

Où:

U = coefficient de déperdition thermique (W/m<sup>2</sup>.K)

S = surface de la paroi (m<sup>2</sup>)

T<sup>°</sup><sub>int</sub> - T<sup>°</sup><sub>ext</sub> = écart entre les température moyennes intérieures et extérieurs  
= 14° - 6,5° = 7,5°

Durée de chauffe = 5800 heures

Rendement chauffage = Rendement saisonnier de l'installation de chauffage

## Gain énergétique de l'isolation de la toiture inclinée

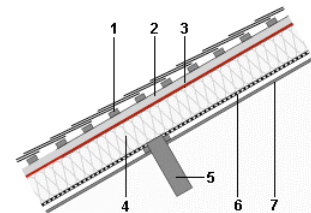


Illustration: CD-ROM Energie+  
© Architecture et Climat

### Toit non isolé

R = 0,433 m<sup>2</sup>.K/W

U = 2,31 W/m<sup>2</sup>.K



Pertes = 163,1 kWh/m<sup>2</sup>

### Toit isolé

12 cm d'isolant (λ=0,04 W/m.K)

R = 3,196 m<sup>2</sup>.K/W

U = 0,31 W/m<sup>2</sup>.K



Pertes = 16,85 kWh /m<sup>2</sup>

Gain = 146,25 kWh /m<sup>2</sup>

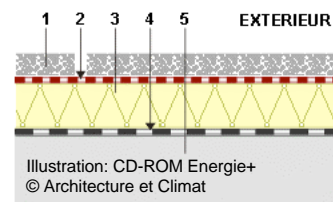
Economie = 6,58 € /m<sup>2</sup>

Coût = 30 à 50 EUR/m<sup>2</sup>

TRS = 4,5 à 7,5 ans (hors aides financière)

Aides financières = Prime rénovation + Prime énergie + Réduction d'impôt

# Gain énergétique de l'isolation de la toiture plate



## Toit non isolé

$R = 0,286 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 $U = 3,5 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



Pertes = 190,3 kWh/m<sup>2</sup>/an

## Toit isolé

12 cm d'isolant ( $\lambda=0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ )  
 $R = 3,196 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$   
 $U = 0,31 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$



Pertes = 16,31 kWh /m<sup>2</sup>/an  
 Gain = 174 kWh /m<sup>2</sup>/an  
 Economie = 7,83 € /m<sup>2</sup>/an

Coût = 20 à 40 EUR/m<sup>2</sup> (isolation) et 80 à 120 EUR (isolation + étanchéité)

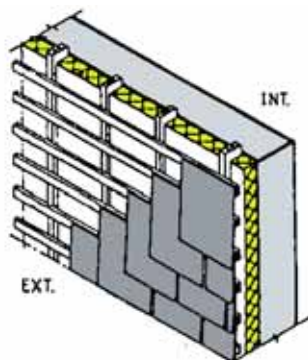
TRS = 2,5 à 5 ans (surcoût isolation et hors aides financière)

TRS = 10 à 15 ans (avec étanchéité et hors aides financière)

Aides financières = Prime rénovation + Prime énergie + Réduction d'impôt

## Caractéristiques des Murs

- Les murs doivent :
  - Etre étanches aux infiltrations extérieures (pluie et vent)
  - Isoler du froid et du chaud
    - Il est généralement conseillé d'isoler les murs par l'extérieur pour éviter les risques de condensation et de champignons
    - En rénovation, les murs de façade sont plus difficilement isolables par l'extérieur (valeur patrimoniale)
    - En rénovation certains murs latéraux sont isolables par l'extérieur



Type d'isolant	Coef. de déperdition thermique $\lambda$ (W/m.k)	Epaisseur minimum de l'isolant (cm)
Laine de roche Laine de verre	0,045	8 cm
Verre cellulaire	0,055	10 cm
Polyuréthane	0,035	6 cm
Polystyrène expansé	0,045	8 cm
Polystyrène extrudé	0,040	7 cm
Liège expansé	0,050	9 cm
Fibres de papier (Isofloc)	0,045	8 cm

Épaisseur de l'isolant (cm) =  $\lambda / 0,6 \times 100$

# Exemples d'amélioration

## Pignons de murs non isolés



Maison plus haute



Mitoyen non chauffé



Maison non mitoyenne

# Exemples d'amélioration

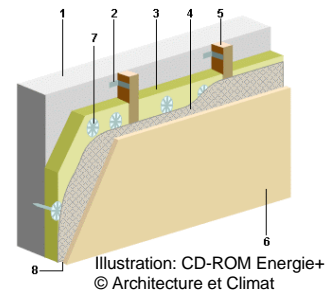
## Limiter l'espace chauffé

Fermer les portes et fenêtres des pièces chauffées



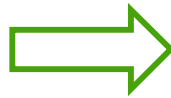
Faire une cloison séparant la cave du hall d'entrée

# Gain énergétique de l'isolation des murs



## Mur plein non isolé

Épaisseur = 28 cm  
 $U = 2,37 \text{ W/m}^2.\text{K}$



Pertes = 190,3 kWh/m<sup>2</sup>/an

## Mur plein de 28 cm isolé

5 cm d'isolant ( $\lambda=0,04 \text{ W/m.K}$ )  
 $U = 0,6 \text{ W/m}^2.\text{K}$

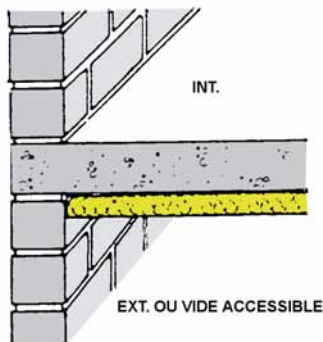


Pertes = 32,625 kWh /m<sup>2</sup>/an  
 Gain = 96,275 kWh /m<sup>2</sup>/an  
 Economie = 4,3 € /m<sup>2</sup>/an

Coût = 30 à 50 EUR/m<sup>2</sup> (isolation) 80 à 120 EUR/m<sup>2</sup> (avec finition)  
 TRS = 7 à 12 ans (surcoût isolation et hors aides financière)  
 TRS = 19 à 28 ans (surcoût isolation et hors aides financière)  
 Aides financières = Prime rénovation

## Caractéristiques des sols

- Les **sols** doivent :
  - Isoler du froid
    - Lors du remplacement de la chaudière située en cave, il arrive souvent que le sol devienne froid car la nouvelle chaudière est mieux isolée et ne perd plus sa chaleur dans la cave
    - L'appartement situé au-dessus d'un garage, a souvent un sol froid



Type d'isolant	Coef. de déperdition thermique $\lambda$ (W/m.k)	Épaisseur minimum de l'isolant (cm)
Laine de roche	0,045	5 cm
Laine de verre		
Verre cellulaire	0,055	6 cm
Polyuréthane	0,035	4 cm
Polystyrène expansé	0,045	5 cm
Polystyrène extrudé	0,040	5 cm
Liège expansé	0,050	6 cm
Fibres de papier (Isofloc)	0,045	5 cm

Épaisseur de l'isolant (cm) =  $\lambda / 0,9 \times 100$

# Exemples d'amélioration

Pas d'isolation du sol entre espace chauffé et non chauffé

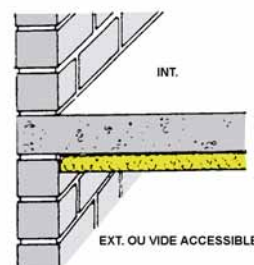


Plafond de cave



Habitation sur garage

## Gain énergétique de l'isolation du sol



### Sol non isolé

$$R = 0,298 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = 3,36 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



$$\text{Pertes} = 182,7 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$$

### Sol isolé

5 cm d'isolant ( $\lambda=0,04 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ )

$$R = 1,578 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$U = 0,63 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$



$$\text{Pertes} = 34,26 \text{ kWh /m}^2/\text{an}$$

$$\text{Gain} = 148,44 \text{ kWh /m}^2/\text{an}$$

$$\text{Economie} = 6,68 \text{ € /m}^2/\text{an}$$

Coût = 20 à 40 EUR/m<sup>2</sup> (isolation)

TRS = 7,5 à 15 ans (surcoût isolation et hors aides financière)

Aides financières = Prime rénovation

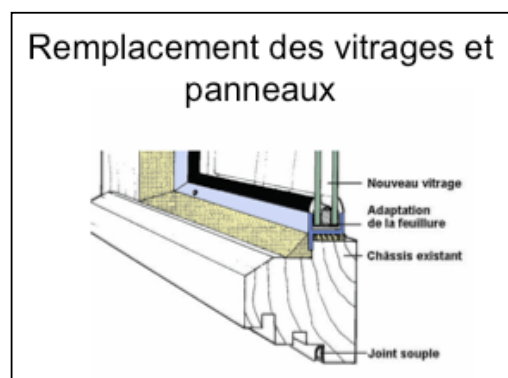
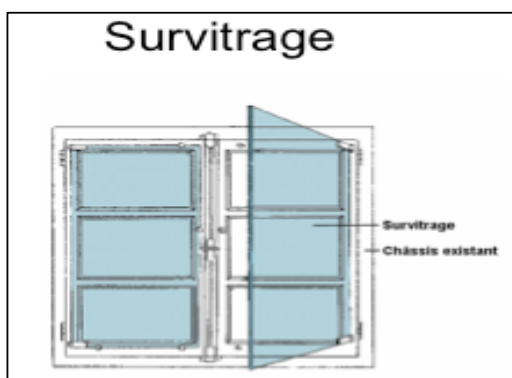
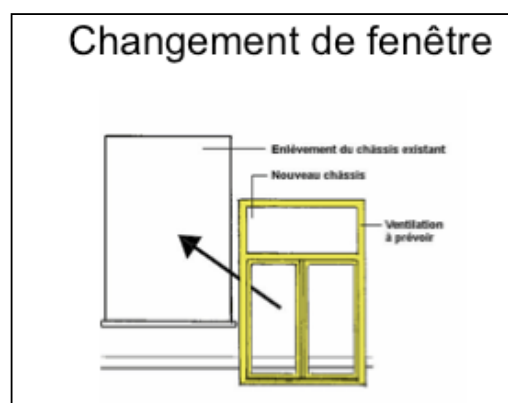
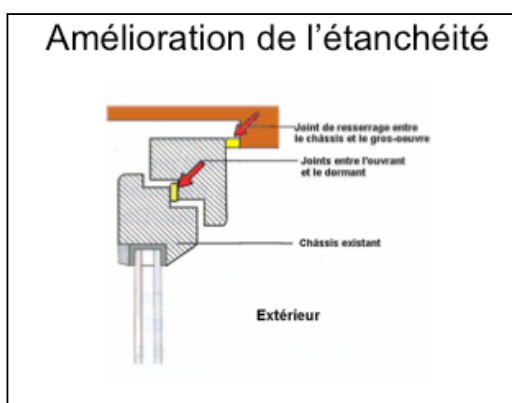
# Caractéristiques des fenêtres

- Les **fenêtres** doivent :
  - Etre étanches à la pluie et au vent
  - Isoler du froid
    - Il existe, aujourd'hui, deux types de double vitrage : le classique et le 'haut rendement'
    - Quand les châssis sont en bon état, il est parfois possible de les conserver et d'y placer directement un double vitrage.

Type de vitrage	Matériaux de châssis		PVC				PUR	Alu ou autres métaux			
	U <sub>Châssis</sub> (W/m <sup>2</sup> .K)	U <sub>Vitrage</sub> (W/m <sup>2</sup> .K)	BOIS		Plusieurs chambres			A une chambre		Avec coupure thermique	Sans coupure thermique
			Sans renfort métallique	Avec renfort métallique	Sans renfort métallique	Avec renfort métallique					
			1,80	1,50	1,70	2,80	3,00	2,90	3,50	3,80	6,00
Simple vitrage	5,70		4,53	4,44	4,50	5,63	4,69	4,66	5,45	5,23	5,76
Double vitrage	Standard	2,88	2,71	2,62	2,68	3,01	3,07	3,04	3,19	3,26	3,66
	HR air	1,75	1,98	1,89	1,95	2,28	2,34	2,31	2,40	2,47	2,81
	HR argon	1,32	1,67	1,58	1,64	1,97	2,03	2,00	2,08	2,15	2,49
	HR Krypton	1,20	1,59	1,50	1,56	1,89	1,95	1,92	1,99	2,06	2,40

\* Valeurs indicatives pour des tailles de fenêtre standard

## Exemples d'amélioration



# Calcul des besoins de chauffage pour renouveler l'air

$$\text{Besoins de chauffage} = \frac{0,34 \cdot \beta \cdot V \cdot (T_{\text{int}}^{\circ} - T_{\text{ext}}^{\circ}) \cdot \text{Durée de chauffe}}{\text{Rendement chauffage}}$$

Où:

$C_{\text{air}}$  = pouvoir calorifique de l'air = 0,34 Wh

$\beta$  = taux de renouvellement

V = volume d'air chauffé (m<sup>3</sup>)

$T_{\text{int}}^{\circ} - T_{\text{ext}}^{\circ}$  = écart entre les température moyennes intérieures et extérieurs  
= 14° - 6,5° = 7,5°

Durée de chauffe = 5800 heures ou 242 jours par an

Rendement chauffage = Rendement saisonnier de l'installation de chauffage

## 10 min de courant d'air VS fenêtre entrouverte

### 10 min de courant d'air

On estime qu'en 10 min, le logement se refroidi de 5°C

Energie pour réchauffer l'air = 0,34 . 300 . 5 = 0,510 kWh

2 fois pendant 220 jours = 0,510 . 2 . 220 = 224,4 kWh/an

Coût = 10 EUR/an

### Fenêtre entrouverte (ouverture de 10 cm sur 1,2 m)

Ouverture de 10 cm sur 1,2 m pendant 7 h durant 220 jours

En villes la vitesse du vent = 0,1 m/s

Energie perdue = (0,34 . 1,2 . 0,1 . 1 . 3600 . 9 . 1540) / 0,8  
= 2545 kWh/an / 3 = 848 kWh/an

Coût = 38 EUR/an

Tient compte que l'air rentre et sort par la même ouverture

# Gain énergétique en amélioration l'étanchéité des châssis

- Lors d'un remplacement de châssis on gagne généralement entre 0,2 et 0,3 de taux de renouvellement d'air  $\beta$
- On estime que généralement dans une habitation, on a un volume de 12 m<sup>3</sup> d'air pour 1 m<sup>2</sup> de vitrage

## Châssis peu étanche à l'air

$$\beta = 1$$

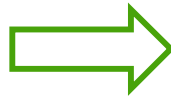


Pertes = 221,85 kWh/m<sup>2</sup>

---

## Châssis mieux étanche à l'air

$$\beta = 0,7$$



Pertes = 155,3 kWh /m<sup>2</sup>  
Gain = 66,55 kWh /m<sup>2</sup>  
Economie = 3 € /m<sup>2</sup>

# Gain énergétique en placement de double vitrage

## Fenêtre en bois avec simple vitrage

$$U_{\text{fenêtre}} = 4,53 \text{ W/m}^2.\text{K}$$



Pertes = 246,3 kWh/m<sup>2</sup>

---

## Fenêtre en bois avec double vitrage super isolant

$$U_{\text{fenêtre}} = 1,5 \text{ W/m}^2.\text{K}$$



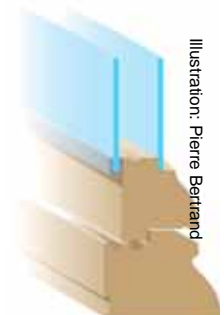
Pertes = 81,56 kWh /m<sup>2</sup>  
Gain = 164,74 + 66,55\* kWh /m<sup>2</sup>  
Economie = 10,4 € /m<sup>2</sup>

(\*) gain d'étanchéité

Coût = 250 à 400 EUR/m<sup>2</sup>

TRS = 24 à 38 ans (hors aides financière)

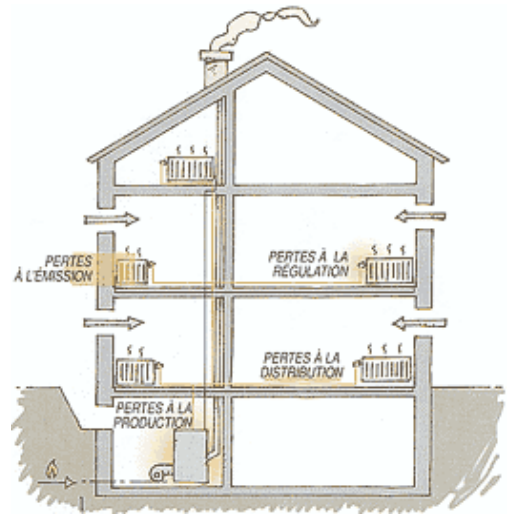
Aides financières = Prime rénovation + Réduction d'impôt



# Pertes dans l'installation de chauffage

## On décompose les pertes en 4 secteurs:

- Pertes à la production (chaufferie)
- Pertes à la distribution (tuyauteries)
- Pertes à l'émission (radiateurs)
- Pertes à la régulation (allumage et vannes)



© Région wallonne

## Caractéristiques des chaudières

- La chaudière doit :
  - Produire la quantité d'énergie nécessaire avec un minimum de combustible
    - Les chaudières de plus de 20 ans sont en fin de vie et consomment 25 à 30% de plus. Elles doivent être remplacées.
  - Être alimentée suffisamment en air pour obtenir une bonne combustion et éviter la production de CO



# Exemples d'amélioration

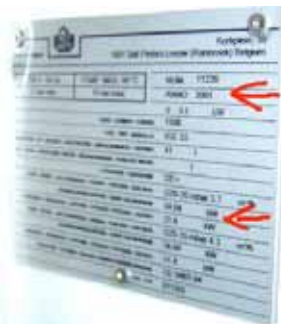
- Il existe trois types de chaudière neuve :
  - Chaudière à haut rendement « classique »  
Gaz naturel > Label HR+, rendement de 82 à 86 %  
**(non recommandée !)**
  - Chaudière à haut rendement « basse température »
    - Gaz naturel > Label HR+, rendement de 86 à 92 %
    - Mazout > Label Optimaz, rendement de 87 à 92 %
  - Chaudière à condensation
    - Gaz naturel > Label HR Top, rendement de 96 à 102 %
    - Mazout > Label Optimaz Elite, rendement de 95 à 97 %



Sur [www.gazinfo.be](http://www.gazinfo.be) et [www.informazout.be](http://www.informazout.be) : vérifier sur la liste le type de chaudière

# Exemples d'amélioration

## Surdimensionnement de la chaudière



Maison mitoyenne à 2 étages	
Surface au sol à chauffer de 200 m <sup>2</sup>	
Volume à chauffer de 990 m <sup>3</sup>	
Surface de déperdition thermique = 255 m <sup>2</sup>	
	Puissance de la chaudière
Maison ancienne non rénovée (K160)	35 kW
Maison ancienne avec toiture isolée (K120)	25 kW
Maison ancienne avec toiture isolée et double vitrage (K90)	20 kW

La plaquette sur la chaudière indique la puissance de la chaudière

Une chaudière surdimensionnée coûte plus cher à l'achat et engendre une surconsommation non négligeable

# Exemples d'amélioration

## Température de chaudière trop élevée

- Plus on augmente la température de la chaudière, plus son rendement diminue
- Limiter la température de la chaudière
  - Une température de 70°C est correcte pour les chaudières qui ne sont pas à basse température
  - Entre 50°C et 70°C pour les chaudières qui sont à basse température ou à condensation

Aquastat de réglage de la température de la chaudière



Indicateur de température et pression de la chaudière



# Exemples d'amélioration

## La chaudière reste à température en permanence

- Le maintien permanent de la chaudière à température entraîne une importante surconsommation (pertes à l'arrêt)

### Solutions:

- Pour éviter que la chaudière ne reste à température, il faut faire placer un thermostat d'ambiance qui coupera la chaudière lorsqu'il n'y a pas de demande de chaleur
- En été, si la chaudière produit également l'eau chaude via le ballon, la chaudière ne doit se mettre à température que lorsqu'il est nécessaire de chauffer l'eau. Il arrive souvent que la chaudière reste à température tout l'été pour ne fonctionner que 30 min par jour (mettre le thermostat d'ambiance sur off).



# Exemples d'amélioration

Ventilation insuffisante de la pièce où se trouve la chaudière



Aération obturée

Danger  
d'intoxication au CO  
Mauvaise  
combustion



Seule une petite ouverture assure  
l'amenée d'air à la chaudière

## Gain énergétique en remplaçant la chaudière

### Situation de départ:

Consommation annuel = 2 500 m<sup>3</sup> de gaz

Ancienne chaudière mal dimensionnée (rendement = 60%)

### Nouvelle chaudière: HR+ basse température (rendement = 85 %)

Gain =  $2500 \cdot (85 - 60) / 100 = 625$  m<sup>3</sup> de gaz / an

Economie = 280 EUR / an

### Nouvelle chaudière: HR-Top condensation (rendement = 95 %)

Gain =  $2500 \cdot (95 - 60) / 100 = 875$  m<sup>3</sup> de gaz / an

Economie = 393 EUR / an

Coût = 2500 à 5000 EUR/m<sup>2</sup>

TRS = 9 à 13 ans (surcoût isolation et hors aides financière)

Aides financières = Prime rénovation + Prime énergie + Réduction d'impôt

## Caractéristique des tuyauteries de chauffage

- Les tuyauteries doivent :
  - Amener la chaleur produite par la chaudière vers les locaux à chauffer en perdant le minimum de chaleur
    - Les tuyauteries doivent être isolées dans les espaces non chauffés (cave, vide technique, ...)
    - La pression de l'installation doit être suffisante pour amener l'eau au dernier étage (+- 2 à 2,5 bars)
    - Les tuyauteries ne doivent pas être bouchées par un dépôt de calcaire
    - Il ne doit pas y avoir de fuites dans l'installation



## Exemples d'amélioration

Tuyauteries non isolées dans les espaces non chauffés

1 m de tuyau à 70°C perd l'équivalent d'une lampe de 60 W chaque heure



# Gain énergétique en isolant les conduites de chauffage

➤ Par exemple dans le cas de 1 m de tuyauteries DN20 à 70°C situés dans une cave à 10°C, et isolées par des coquilles de laine de verre de 3 cm, les pertes par distribution valent:

## Sans isolant:

$$P = 1 \text{ m} \cdot 0,85 \text{ W/mK} \cdot (70-10) \text{ K} = 51 \text{ Watts}$$

## Avec isolation de 3 cm

$$P = 1 \text{ m} \cdot 0,19 \text{ W/mK} \cdot (70-10) \text{ K} = 11,4 \text{ Watts}$$

$$\text{Gain} = 40 \cdot 1500 / 0,8 = 74,25 \text{ kWh/an}$$

$$\text{Economie} = 3,34 \text{ Euro}$$

Coût = 1,5 à 3 EUR/m<sup>2</sup>

TRS = 3 mois à 1 an

Aides financières = Non

## Exemples d'amélioration

### Fuites dans l'installation

Les fuites se détectent lorsque la pression dans l'installation diminue

La présence de coulées de corrosion permet de localiser la fuite



Faire réparer les fuites avant de rajouter de l'eau dans la canalisation

> Risque d'obturation par corrosion et entartrage

## Caractéristiques des radiateurs et convecteurs

- Les radiateurs doivent :
  - Émettre la chaleur produite dans la pièce
  - Être correctement dimensionnés et positionnés
    - Les radiateurs placés contre des murs non isolés donnant sur l'extérieur perdent une importante quantité de chaleur vers l'extérieur



## Exemple d'amélioration

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

Gain = 100 à 150 kWh/m<sup>2</sup>  
Economie = 4,5 EUR/m<sup>2</sup> à 6,75 EUR/m<sup>2</sup>



Coût = 4 EUR/m<sup>2</sup>  
TRS = 1 à 2 ans  
Aides financières = Non

# Exemple d'amélioration

## Encombrement des radiateurs



Un radiateur encombré ne chauffera pas correctement la pièce

## Caractéristique de la régulation de chauffage

- **La régulation a pour rôle :**
  - de chauffer là où il faut (dans la bonne pièce)
  - quand il faut (période de jour et de nuit, inoccupation du logement)
  - de maintenir la bonne température dans chaque pièce (séjour, chambre, hall, salle de bain, ...)
- **Il existe trois types d'outils pour réguler :**
  - Le thermostat d'ambiance
  - Les vannes thermostatiques
  - La sonde extérieure (régulation climatique)



# Exemples d'amélioration

## Mauvaise programmation du thermostat d'ambiance

### Exemple de programmation

Jour (20°C): 6h à 8h et 16h à 23h

Nuit (15°C): 8h à 16h et 23h à 6h



Placer le thermostat dans une pièce représentative, à l'abri du soleil direct et des courants d'air

## Gain énergétique grâce à l'intermittence du chauffage (thermostat d'ambiance)

**Intermittence** : Gains de 15 à 25 % de la facture chauffage

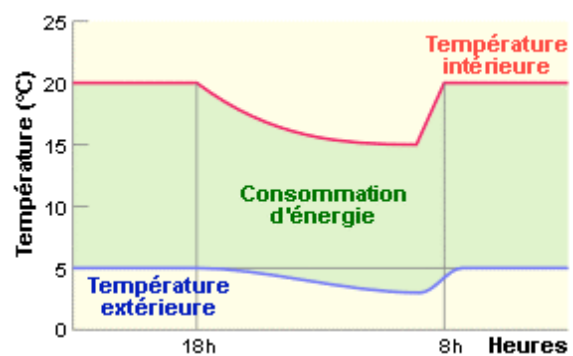
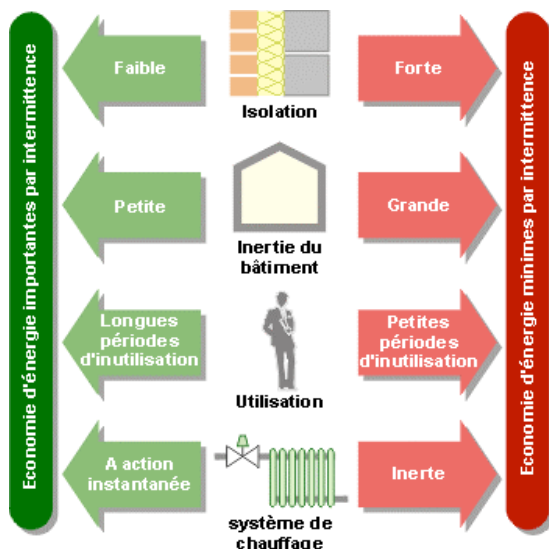


Illustration: CD-ROM Energie+  
© Architecture et Climat


Illustration: CD-ROM Energie+  
© Architecture et Climat

# Exemples d'amélioration

## Mauvaise utilisation des vannes thermostatiques

Grâce à son mécanisme interne, elle augmente ou diminue le débit dans les radiateurs pour maintenir une température stable dans chacune des pièces. Il est possible de déterminer la température de chaque pièce en utilisant correctement les numéros indiqués sur les vannes.

Éviter de mettre la vanne sur le "numéro" 5. Le radiateur ne chauffera pas plus vite, mais cela chauffera la pièce à 25°C et consommera nettement plus



Numérotation sur la vanne	Température équivalente	
*	7°C	
1	12°C	
2	16°C	←Chambres
3	20°C	←Séjour
4	24°C	
5	Vanne ouverte	

## Gain énergétique en utilisant des vannes thermostatiques

Les **vannes thermostatiques** permettent d'adapter la température localement

1°C de moins = 7 à 8% d'économie

Exemple:

Economie liée au placement de la vanne: réduction de 2°C en journée et de 1°C la nuit et le weekend, soit 1,5 °C.

Gain = 300 m<sup>3</sup> de gaz . 8%/°C . 1,5 °C = 36 m<sup>3</sup> de gaz/an

Economie = 16 EUR/an

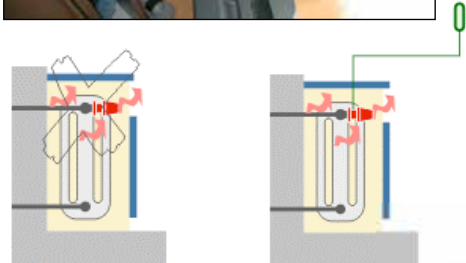
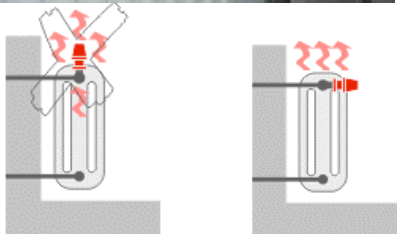
Coût = 50 à 60 EUR par vanne  
TRS = 3,5 ans  
Aides financières = Réduction d'impôt

# Exemples d'amélioration

## Montage et placement incorrects des vannes thermostatiques

Les vannes thermostatiques doivent être montées de façon horizontale

Attention aux vannes qui sont encombrées ou fortement exposées au soleil



## Caractéristique de la production d'eau chaude

- **Le système de production d'eau chaude doit :**
  - Produire de l'eau chaude dans les quantités et la température nécessaires
  - L'eau chaude doit être disponible suffisamment rapidement eau robinet
- **Il existe deux familles de système de production d'eau chaude :**
  - Production instantanée (chauffe-eau instantané)
  - Préchauffage dans un ballon (couplé à la chaudière, indépendant ou électrique)



# Exemples d'amélioration

## Choix du système de production d'eau chaude

L'utilisation d'un ballon électrique coûte deux à trois fois plus cher que la production d'eau chaude via le gaz ou le mazout



Le chauffe-eau instantané est le système le plus économique (25% de moins qu'avec un boiler)



# Exemples d'amélioration

## La chaudière se met souvent en route pour préchauffer l'eau du boiler

Le volume d'eau chaude contenu dans le ballon doit être suffisant pour toute la journée (35 l/pers.)



Temporiser la période de production en faisant placer une horloge sur la « priorité eau chaude ». L'eau chaude est alors produite une à deux fois par jour



# Exemples d'amélioration

## Présence d'une boucle d'eau chaude qui refroidit en permanence l'eau du ballon

Lorsque le ballon d'eau chaude est fort éloigné du point d'utilisation, certaines installations ont une boucle d'eau chaude pour diminuer le temps d'attente aux points de puisage

Temporiser le fonctionnement de la pompe : uniquement lors des périodes d'utilisation d'eau chaude

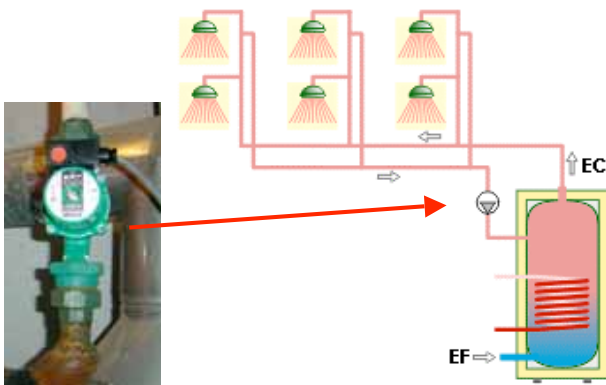


Illustration: CD-ROM Energie+  
© Architecture et Climat



# Exemple d'amélioration

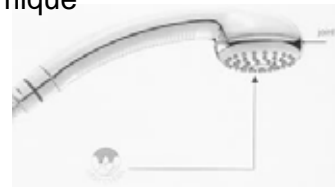
## Consommation importante d'eau chaude

Éliminer les fuites d'eau



Diminuer la consommation d'eau

Pommeau de douche économique



Réducteur de débit



## Résumé: Les mesures énergétiques

Projet sur l'enveloppe	Economie	Coût	Temps de retour	Mise en oeuvre
Isolation des combles	145 kWh/m <sup>2</sup> 6,58 € /m <sup>2</sup>	20 à 40 €/m <sup>2</sup>	3 à 6 ans	*
Isolation de la toiture inclinée	145 kWh/m <sup>2</sup> 6,58 € /m <sup>2</sup>	30 à 50 €/m <sup>2</sup>	4,5 à 7,5 ans	**
Isolation de la toiture plate	117 kWh/m <sup>2</sup> 7,83 € /m <sup>2</sup>	20 à 40 €/m <sup>2</sup> 80 à 120 €/m <sup>2</sup>	4,5 à 7,5 ans 10 à 15 ans	***
Isolation des murs latéraux	96 kWh/m <sup>2</sup> 4,3 € /m <sup>2</sup>	30 à 50 €/m <sup>2</sup> 80 à 120 €/m <sup>2</sup>	7 à 12 ans 19 à 28 ans	***
Placement de double vitrage dans les châssis existants	165 kWh/m <sup>2</sup> 7,4 € /m <sup>2</sup>	300 à 400 €/m <sup>2</sup>	40 à 50 ans	**
Remplacement des fenêtres	231 kWh/m <sup>2</sup> 10,4 € /m <sup>2</sup>	250 à 400 €/m <sup>2</sup>	24 à 38 ans	**
Amélioration de l'étanchéité des châssis	67 kWh/m <sup>2</sup> 3 € /m <sup>2</sup>	5 €/m <sup>2</sup>	1,5 ans	**

## Résumé: Les mesures énergétiques

Projet sur l'installation de chauffage	Economie	Coût	Temps de retour	Mise en oeuvre
Remplacement de la chaudière de plus de 20 ans	15% à 30%	2500 à 5000 €	9 à 15 ans	**
Isolation des tuyauterie de chauffage	75 kWh/m 3,34 € /m	3,34 €	3 mois à 1 an	*
Pose de feuille d'aluminium derrière les radiateurs	100 à 150 kWh/m <sup>2</sup> 5,6 € /m <sup>2</sup>	4 €/m <sup>2</sup>	1 à 2 ans	*
Placement d'un thermostat d'ambiance	15 à 25 %			**
Diminution de 1°C la température du chauffage	8 %			*
Régulation climatique de la température de la chaudière	3 à 5%			***
Sensibilisation des occupants	30 %			**