

21 novembre 2007

Conférence Halles Saint-Géry

L'évaluation de la rentabilité d'un investissement

Guillaume Amand

Conseiller énergie

Agence Bruxelloise de l'Energie (**ABEA**)

Le Centre Urbain asbl

Critères motivants un investissement

- Vétusté, problèmes de bâtiment
 - Chaudière en fin de vie, toiture non étanche, murs humides
- Souhait d'un gain de confort
 - Courants d'air (double vitrage), chaud et froid (chauffage central)
- Economie d'énergie
 - Temps de retour sur investissement suffisamment court (idéalement inférieur à 10 ans)
- Existence d'une aide financière
- Souci environnemental
 - Capteur solaire, isolant écologique (cycle de vie),

Rénover son logement

« Faire le bon choix, aujourd'hui! »

- Généralement, une période de 15 à 20 ans s'écoule entre deux rénovations:
 - Les choix énergétique réalisés 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 (ex. bardage)
- Les coûts des travaux de rénovation sont généralement importants
 - Si le budget est limité, le maître de l'ouvrage aura tendance à sacrifier les surinvestissements énergétiques
 - Le conseiller en énergie aura pour rôle de le convaincre d'investir dans les économiseurs d'énergie

Critères de rentabilité économique

- Investissement supplémentaire
 - Intègre tous les surcoûts liés à un investissement 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 cumulé des gains financiers générés par le projet = montant de l'investissement initial

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

Au terme de cette période, l'investissement devient rentable

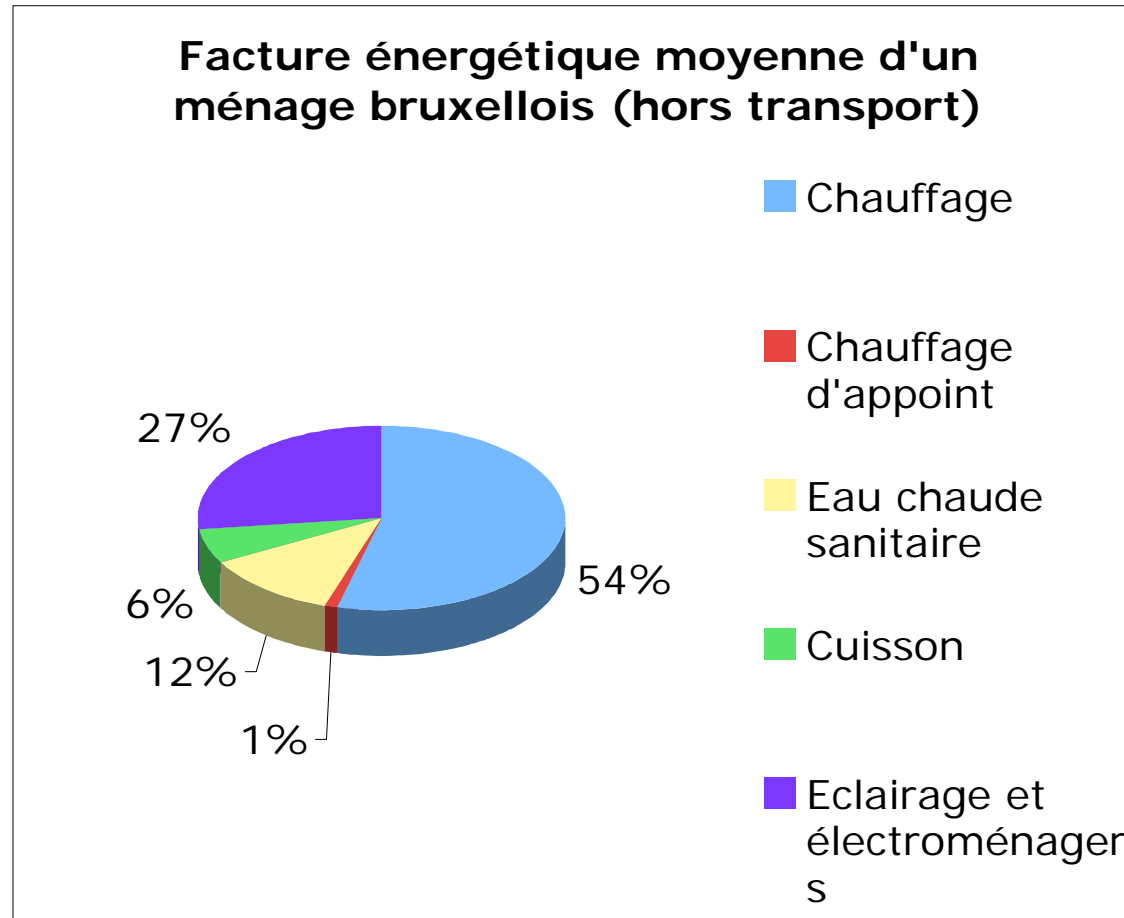
Condition: TRS < durée de vie économique du projet

Exemple

- Ampoule à incandescence(60W) = 0,9 €
- Ampoule économique (15W) = 6 €
- Investissement (en efficacité énergétique) = 5,1 €
- Gain annuel (pour lampe allumée 5h/jour) =
101 KWh/an - 25 KWh/an = 76 KWh/an
soit 76 x 0,17 €/KWh = 13 €

Temps de retour simple = $5,1 / 13 = 0,4$ an = 3 mois

Dépenses moyennes d'un ménage



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/m².K)

S = surface de la parois (m²)

T[°]_{int} - T[°]_{ext} = 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

Isolation de la toiture inclinée

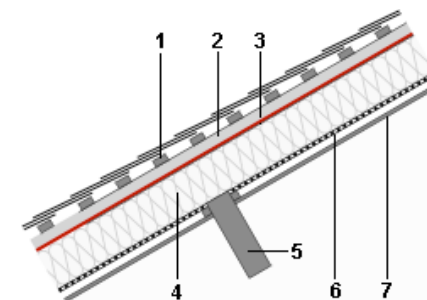
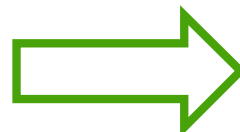


Illustration : CD-ROM Energie+
© Architecture et Climat

Toit non isolé

$$R = 0,433 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

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



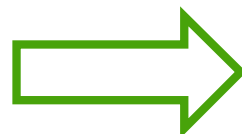
$$\text{Pertes} = 163,1 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

Toit isolé

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

$$R = 2,196 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$U = 0,46 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$$



$$\text{Pertes} = 25 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

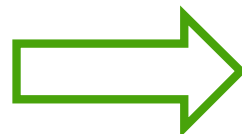
$$\text{Gain} = 138,1 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

$$\text{Economie} = 6,21 \text{ €}/\text{m}^2$$

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

$$R = 3,196 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$U = 0,31 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$$



$$\text{Pertes} = 16,85 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

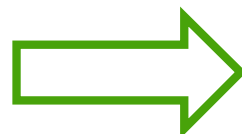
$$\text{Gain} = 146,25 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

$$\text{Economie} = 6,58 \text{ €}/\text{m}^2$$

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

$$R = 5,196 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$U = 0,19 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$$



$$\text{Pertes} = 10,33 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

$$\text{Gain} = 152,77 \text{ kWh}/\text{m}^2$$

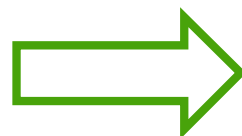
$$\text{Economie} = 6,87 \text{ €}/\text{m}^2$$

Isolation de la toiture plate

Toit non isolé

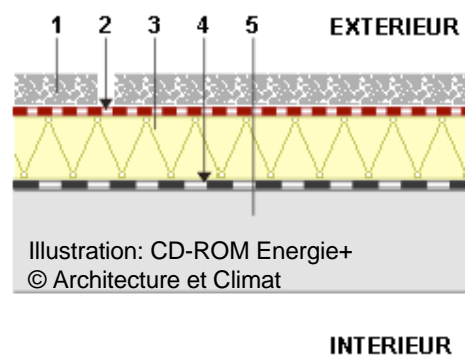
$$R = 0,286 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$$

$$U = 3,5 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$$



$$\text{Pertes} = 190,3 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{an}$$

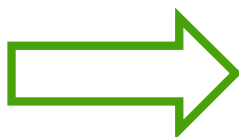
Toit isolé



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

$$R = 3,196 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$$

$$U = 0,31 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$$



$$\text{Pertes} = 16,31 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{an}$$

$$\text{Gain} = 174 \text{ kWh}/\text{m}^2/\text{an}$$

$$\text{Economie} = 7,83 \text{ €}/\text{m}^2/\text{an}$$

Isolation des murs

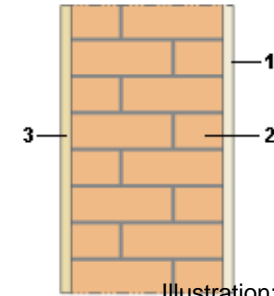


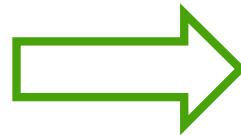
Illustration: CD-ROM Energie
© Architecture et Climat

Mur plein non isolé

Epaisseur = 18 cm
 $U = 3,02 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

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

Epaisseur = 42 cm
 $U = 1,82 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$



Pertes = 190,3 kWh/m²/an

Mur creux non isolé

$U = 1,78 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

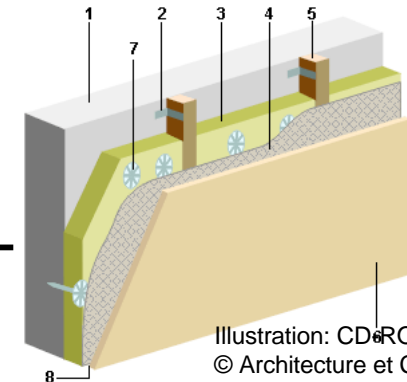
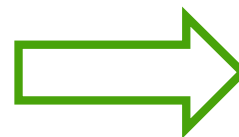


Illustration: CD-ROM Energie
© Architecture et Climat

Mur plein de 28 cm isolé

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

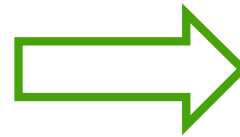


Pertes = 32,625 kWh /m²/an
Gain = 96,275 kWh /m²/an
Economie = 2,6 € /m²/an

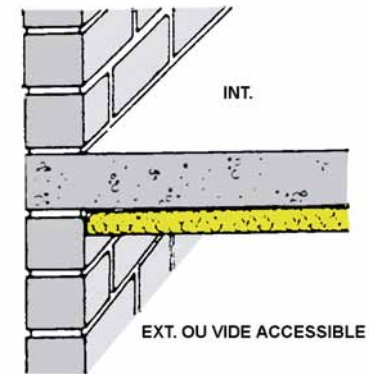
Isolation du sol

Sol non isolé

$$R = 0,298 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$
$$U = 3,36 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$$



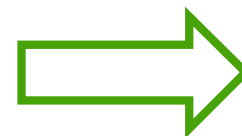
Pertes = 182,7 kWh/m²/an



Sol isolé

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

$$R = 1,578 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$
$$U = 0,63 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$$

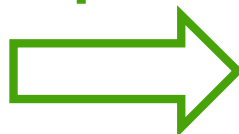


Pertes = 34,26 kWh /m²/an
Gain = 148,44 kWh /m²/an
Economie = 6,68 € /m²/an

Placement de double vitrage

Fenêtre en bois avec simple vitrage

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



$$\text{Pertes} = 246,3 \text{ kWh/m}^2$$

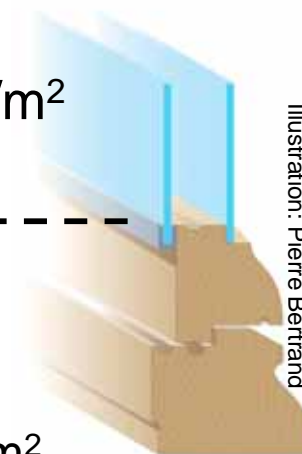


Illustration : Pierre Bertrand

Fenêtre en bois avec double vitrage standard

$$U_{\text{fenêtre}} = 2,71 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$



$$\text{Pertes} = 147,4 \text{ kWh /m}^2$$

$$\text{Gain} = 98,9 + 66,55^* \text{ kWh /m}^2$$

$$\text{Economie} = 7,45 \text{ € /m}^2$$

Fenêtre en bois avec double vitrage super isolant

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



$$\text{Pertes} = 81,56 \text{ kWh /m}^2$$

$$\text{Gain} = 164,74 + 66,55^* \text{ kWh /m}^2$$

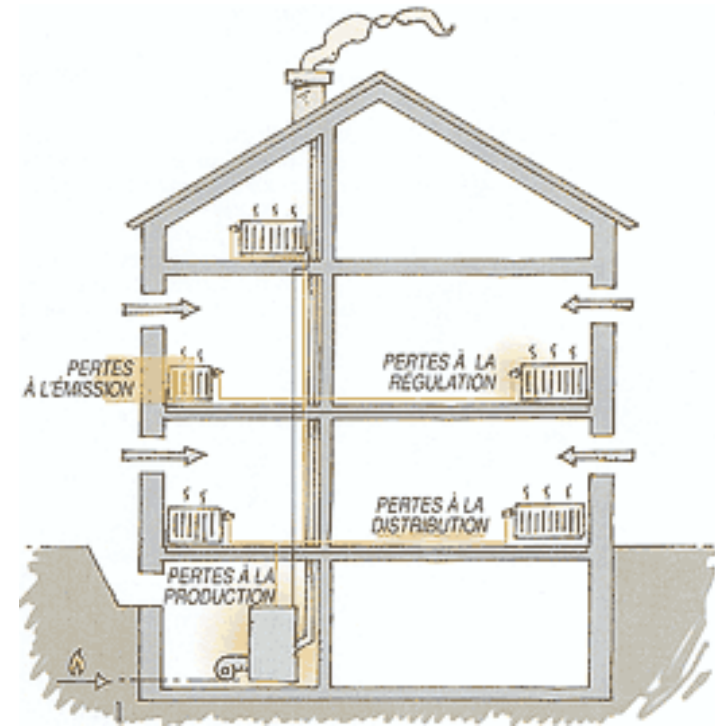
$$\text{Economie} = 10,4 \text{ € /m}^2$$

(*) gain d'étanchéité

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

Rendement des chaudières

Type de chaudière	Rendement de production	
	nominal	annuel
Ancienne chaudière surdimensionnée	85 à 88%	50 à 60%
Ancienne chaudière correctement dimensionnée	85 à 88%	65 à 70%
Chaudière HR+ basse température	90 à 92%	75 à 85%
Chaudière à condensation	100 à 102%	85 à 95%

Remplacement de la chaudière

Situation de départ:

Consommation annuelle = 2 500 m³ de gaz

Ancienne chaudière surdimensionnée (rendement = 60%)

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

Gain = $2500 \cdot (85 - 60) / 100 = 625$ m³ de gaz / an

Economie = 280 EUR / an

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

Gain = $2500 \cdot (95 - 60) / 100 = 875$ m³ de gaz / an

Economie = 393 EUR / an

Isolation des 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

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

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

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

Placement d'un thermostat d'ambiance

1. Intermittence : Gains de 15 à 25 % de la facture chauffage

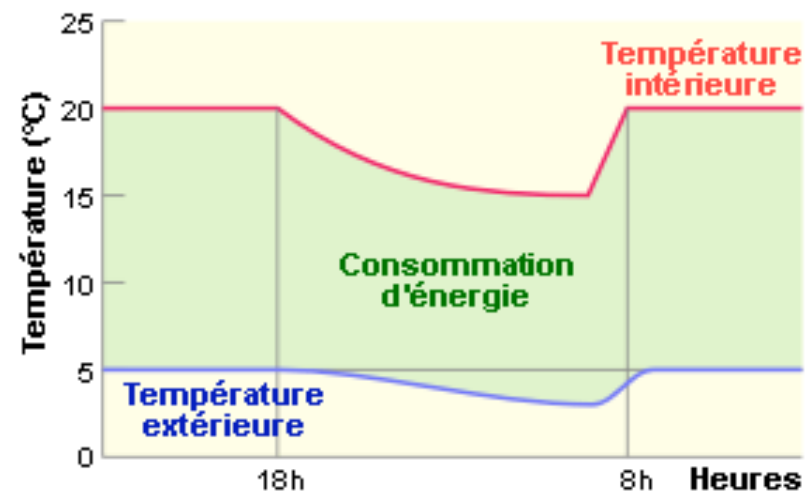
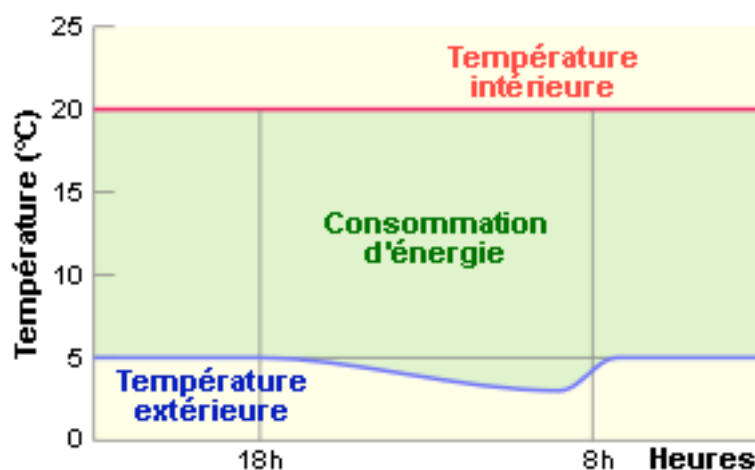


Illustration: CD-ROM Energie+
© Architecture et Climat

Illustration: CD-ROM Energie+
© Architecture et Climat

Placement de 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 = 900 m³ de gaz . 8%/°C . 1,5 °C = 108 m³ de gaz/an

Economie = 49 EUR/an

Eclairage

Ampoules économiques

		consommation annuelle	coût annuel	économies réalisées	temps de retour de l'investissement	cout à l'achat	surcout à l'achat	amortis du surco rappor ampou incande
			0,17 € / kWh		7 € / ampoule			
ampoule halogène (lampe sur pied)	150 W	251 kWh/an	43 €			5,00 €	1,00 €	0,1
ampoule halogène (spot plafond)	40 W	67 kWh/an	11 €			2,50 €	3,50 €	0,3
ampoule à incandescence	60 W	101 kWh/an	17 €			0,90 €		
ampoule fluo-compacte	15 W	25 kWh/an	4 €	13 €	0,5 an	6,00 €	5,10 €	0,4

5 heures/ jour
335 jours

Source: Rénovas - octobre 2007

Appareils électro-ménagers

Electro-ménager

	consommation annuelle	coût annuel 0,17 € / kWh	économies réalisées	temps de retour de l'investissement	coût d'achat	surcoût à l'achat	amortis- sement du surcoût
combi réfrigérateur + congélateur							
classe A++	215 kWh/an	37 €	66 €	12 ans	800 €	200 €	3,0
classe C	606 kWh/an	103 €					
réfrigérateur (petit)							
classe A++	83 kWh/an	14 €	20 €	22 ans	450 €	80 €	4,0
classe B	201 kWh/an	34 €					
congélateur							
classe A++	168 kWh/an	29 €	43 €	15 ans	650 €	320 €	7,4
classe C	423 kWh/an	72 €					
sèche-linge au gaz							
classe A (0,35 kWh/cycle)	50,4 kWh/an	9 €	89 €	12 ans	1.049 €	559 €	6,3
classe C (4 kWh/cycle) électrique	576 kWh/an	98 €					

3 cycles/ semaine
48 semaines
0,35 kWh/cycle (A)
4 kWh/cycle (C)

Source: Rénovas - octobre 2007

Multiprise

Appareils en mode veille

	consommation annuelle	coût annuel 0,17 € / kWh		économies possibles	temps de retour avec un coût de 20 € / multiprise
chargeur gsm	26 kWh/an	4 €	37 €	147 €	0,5 an /salon
télévision	59 kWh/an	10 €			
magnétoscope	56 kWh/an	10 €			
chaîne HIFI	77 kWh/an	13 €			
écran d'ordinateur	100 kWh/an	17 €	99 €	147 €	0,2 an /bureau
ordinateur	400 kWh/an	68 €			
imprimante	80 kWh/an	14 €			
micro-onde	48 kWh/an	8 €	12 €	147 €	1,7 an /cuisine
radio-reveil	20 kWh/an	3 €			
télévision éteinte	14,6 kWh/an	2 €			
lecteur CD	56 kWh/an	10 €			
ordinateur éteint	22 kWh/an	4 €			

Source: Rénovas - octobre 2007

Chauffe-eau solaire

Caractéristiques de l'installation	
Nombre de m ²	4
Famille 4 personnes	
Exposition favorable : production (390kWh/m ²)	1755 kWh
Consommation annuelle eau chaude	3000 kWh
Economie annuelle réalisée	1245kWh soit 62 €
Matériel + installation	6000 €
Prime régionale	3000 €
Prime communale	0 €
Réduction d'impôts	2600 €
Investissement net	400 €
Retour sur investissement	6 ans



Photovoltaïque



Source: conférence Apère
Du 8/11/2007

Caractéristiques de l'installation	
Puissance en kWc (10 m ²)	1,25
Production (kWh)	1000
Investissement net	2.050 €
Matériel + installation	8.000 €
Compteur A+/A-	250 €
Prime régionale	-3.000 €
Réduction d'impôts	-3.200 €
Chiffre d'affaire annuel	626 €
Production d'électricité	190 €
Certificats Verts (7.27*60)	436 €
Temps de retour (ans)	3,2
Gain net après 10 ans (elec +2%)	4.390 €

Résumé: Les mesures les plus rentables

Projet sur l'enveloppe	Coût € ou €/m2	Temps de retour	Mise en oeuvre	Ordre de priorité
Isolation de la toiture inclinée	30	4 ans	■ ■	A
Isolation de la toiture plate	200	25 ans	■ ■ ■	A
Isolation des murs latéraux	75 à 250	13 à 45 ans	■ ■ ■	C
Isolation des plafonds ou sols des locaux non chauffés	15	7,5 ans	■	A
Amélioration de l'étanchéité des châssis	5	1,5 an	■	A
Placement de double vitrage avec des nouveaux châssis	300 à 350	21 à 25 ans	■ ■ ■	B



Résumé: Les mesures les plus rentables

Projet sur l'installation de chauffage	Coût € ou €/m2	Temps de retour	Mise en oeuvre	Ordre de priorité
Remplacement de la chaudière de plus de 20 ans	2000 à 4000	5 à 10 ans	■ ■ ■	B
Isolation des tuyauterie de chauffage	9	2 ans	■	A
Pose de feuille d'aluminium derrière les radiateurs	4,5	0,7 an	■	B
Placement d'un thermostat d'ambiance	50 à 150	0,2 à 0,6 an	■ ■	A
Placement de vannes thermostatiques	20 à 30	1,3 à 2 ans	■ ■	A

Résumé: Les mesures les plus rentables

Projet sur la consommation électrique	Coût € ou €/m2	Temps de retour	Mise en oeuvre	Ordre de priorité
Ampoule fluo-compacte	6 à 15	0,5 à 1 an	■	A
Multiprise	20	0,1 à 1,7 an	■	A
Frigo combi A++	450	4 ans	■	A
Congélateur	650	7,4 ans	■	B
Sèche-linge au gaz	560	6,3 ans	■	B

Résumé: Les mesures les plus rentables

Projet sur les énergies renouvelables	Coût €	Temps de retour	Mise en oeuvre	Ordre de priorité
Installation de capteurs solaires thermiques	6000	6 ans (prime Energie, réduction d'impôts) ↓	■ ■ ■	C
Installation d'un système photovoltaïque	8000	2,8 ans (prime Energie, réduction d'impôts, certificats verts)	■ ■ ■	C