

# Réaliser des économies d'énergie : Présentation des mesures les plus rentables

Automne 2012

Pierre DEMESMAECKER  
Auditeur énergétique à l'ICEDD



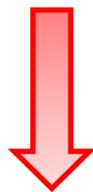
# Table des matières

1. Introduction
2. Mesures les plus rentables
3. Pour aller plus loin...

# 1

## Introduction

- Bâtiment : énormes potentialités d'économie d'énergie en améliorant le **confort** !



Les personnes demeurent plus de 90% de leur temps à l'intérieur!

**CONFORT** = se sentir bien mentalement et physiquement

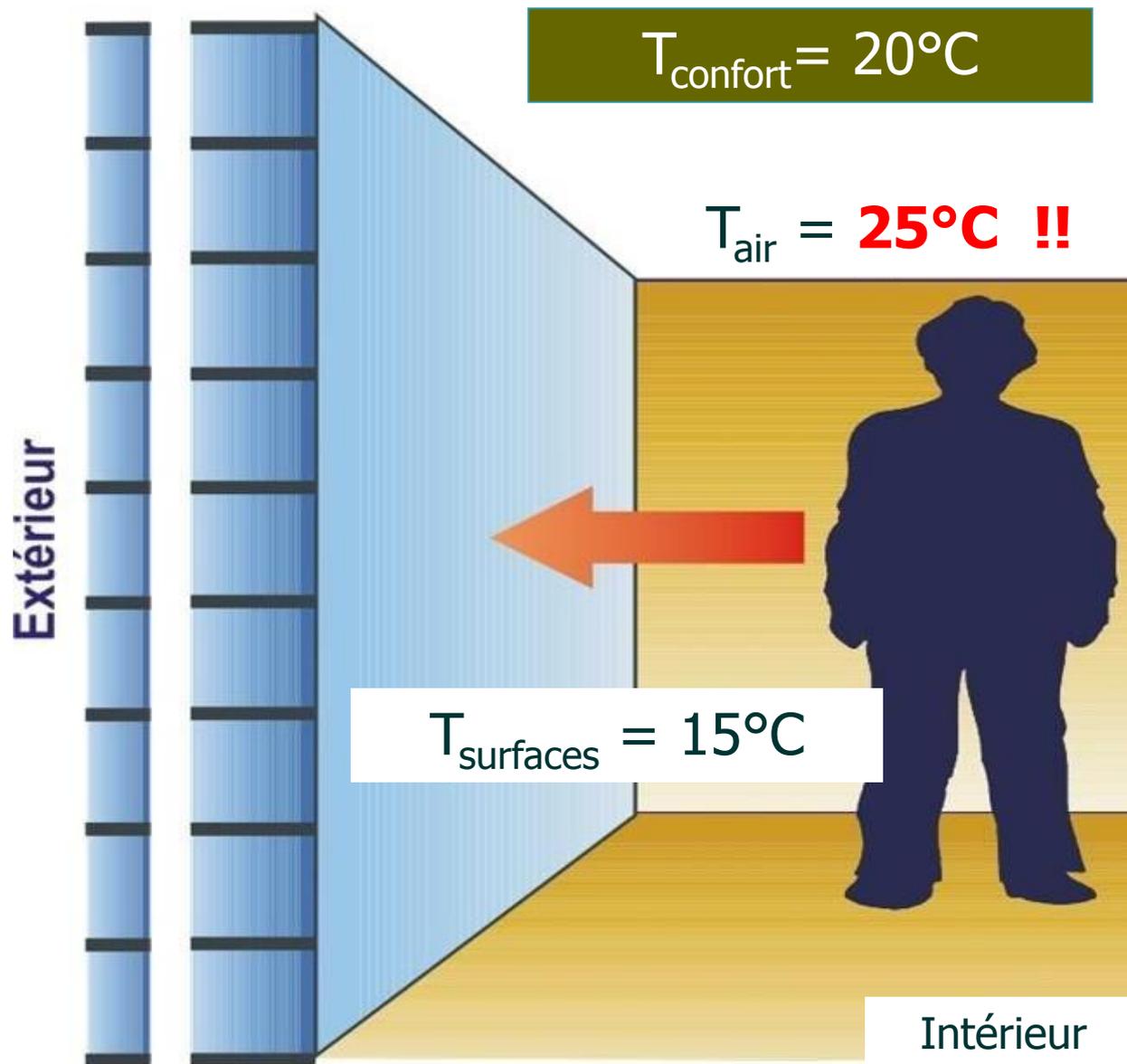
- Température résultante (température de confort-d'équilibre) :  $T_{\text{confort}}$

$$T_{\text{confort}} = \frac{T_{\text{air}} + T_{\text{surfaces}}}{2}$$

## Conditions

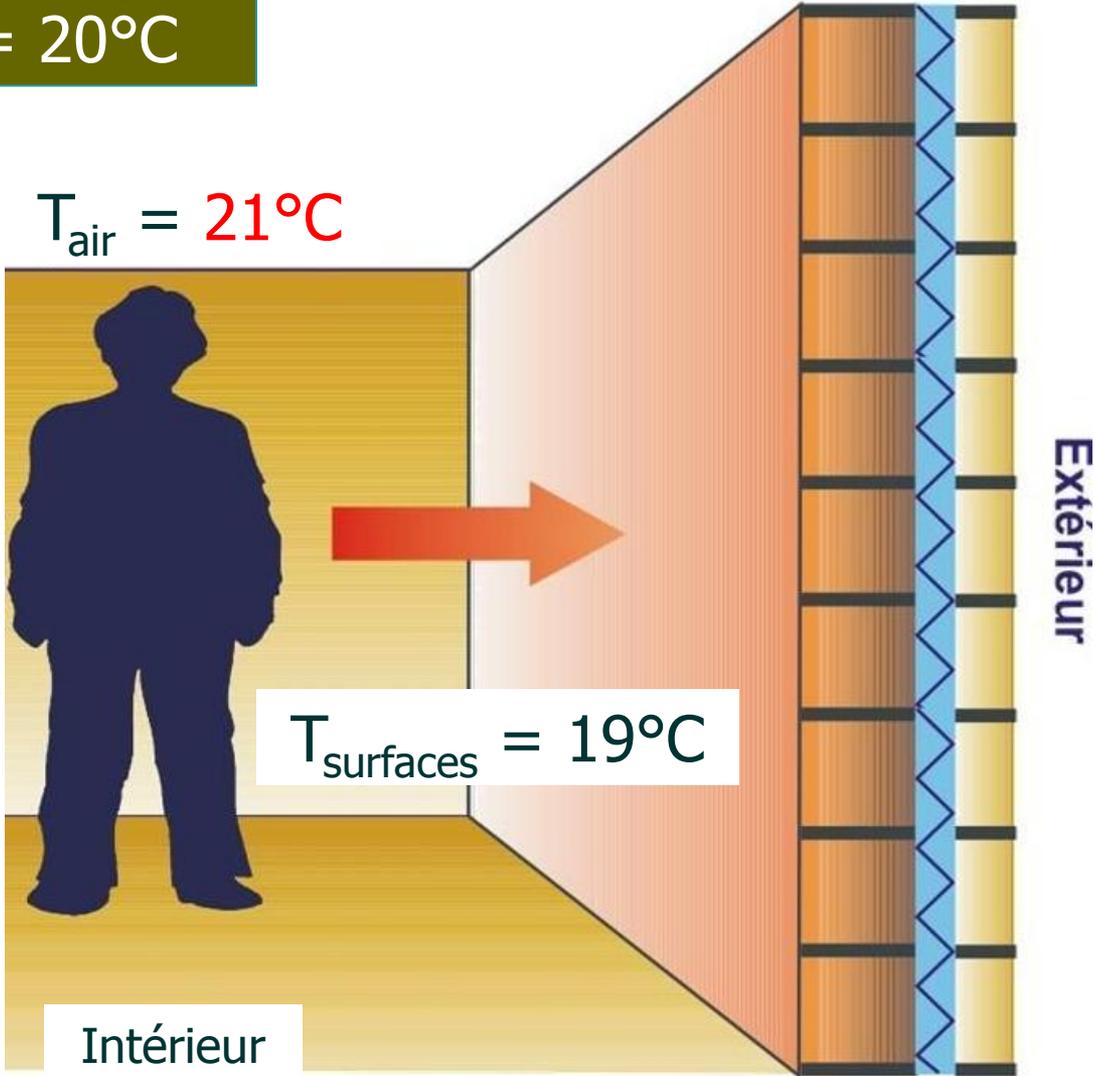
- $30\% \leq \text{HR} \leq 70\%$
- $v_a \leq 0.2\text{m/s}$

- ❖ Température de l'air  $T_{\text{air}}$
- ❖ Température des parois (temp. de rayonnement)  $T_{\text{surface}}$



$$T_{\text{confort}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{air}} = 21^{\circ}\text{C}$$



Intérieur

Extérieur

# Comment faire des économies d'énergie ?



En respectant la philosophie du TRIAS ENERGETICA :

## 1. Minimiser la demande en énergie

- Isolation thermique de l'enveloppe
- Favoriser les gains énergétiques solaires en hiver
- Prévoir un refroidissement nocturne pour pallier la surchauffe en été
- ...

## 2. Utiliser au mieux les sources disponibles d'énergie renouvelable

- capteurs solaires thermiques,
- chauffage au bois,
- solaire photovoltaïque
- ...

## 3. Recourir à des systèmes énergétiques performants

- chaudière à condensation,
- distribution efficace,...

## 2 Les mesures les plus rentables

- 2.1 Isolation de l'enveloppe
- 2.2 Chauffage
- 2.3 Eau chaude sanitaire
- 2.4 Ventilation
- 2.5 Eclairage
- 2.6 Divers

## 2.1

# Isolation de l'enveloppe

2.1.0 Remarques préalables

2.1.1 Isolation du toit

2.1.2 Isolation des murs

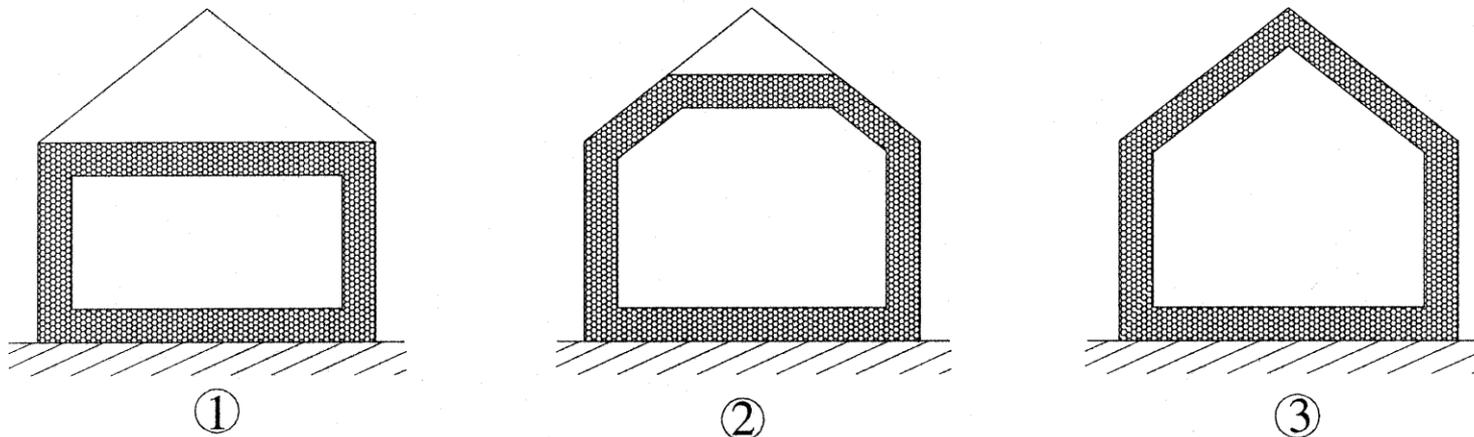
2.1.3 Remplacement des fenêtres/vitrages

2.1.4 Isolation des sols

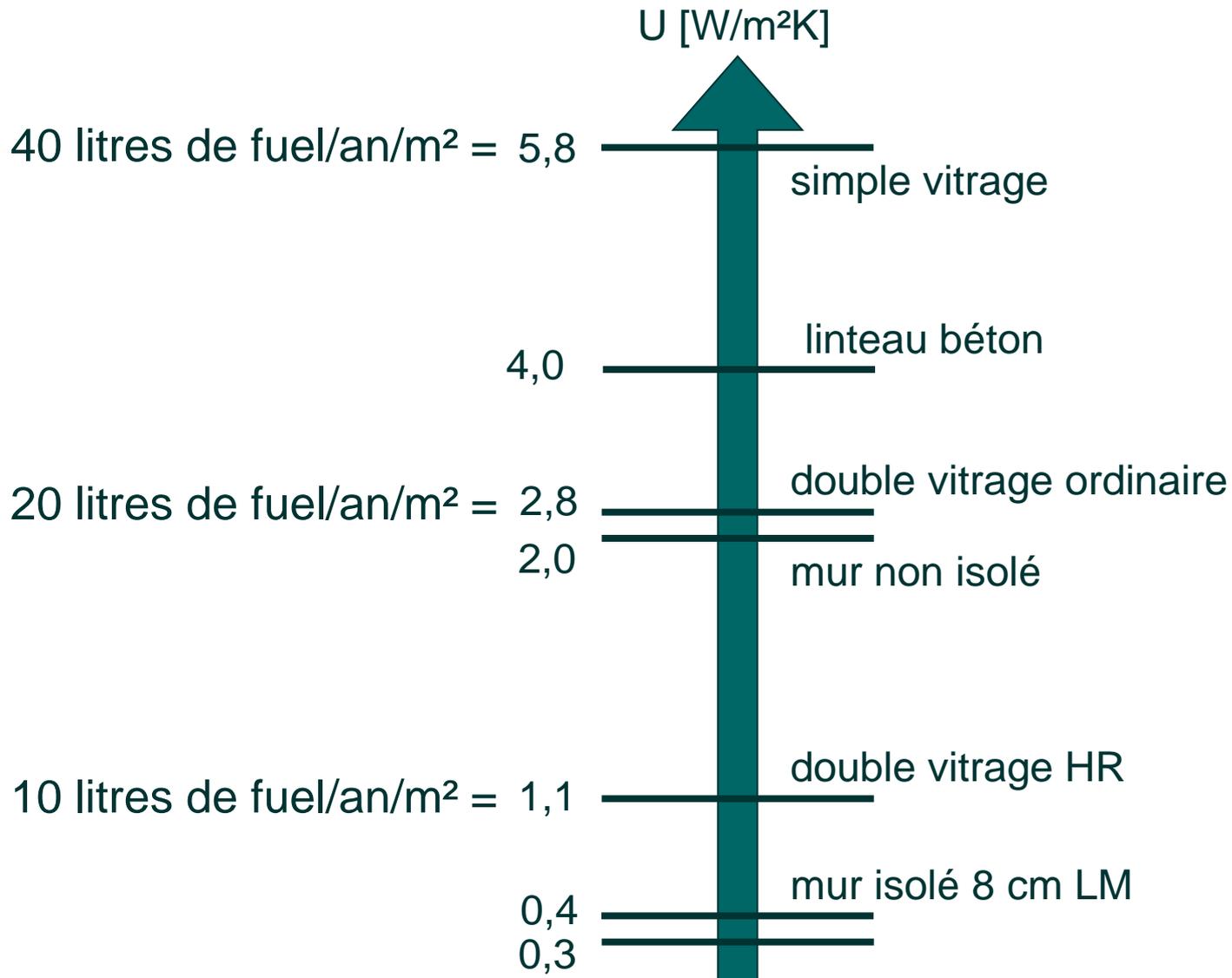
# Remarques préalables

Isoler (thermiquement) =  
séparer un espace chauffé de locaux non  
chauffés ou extérieurs

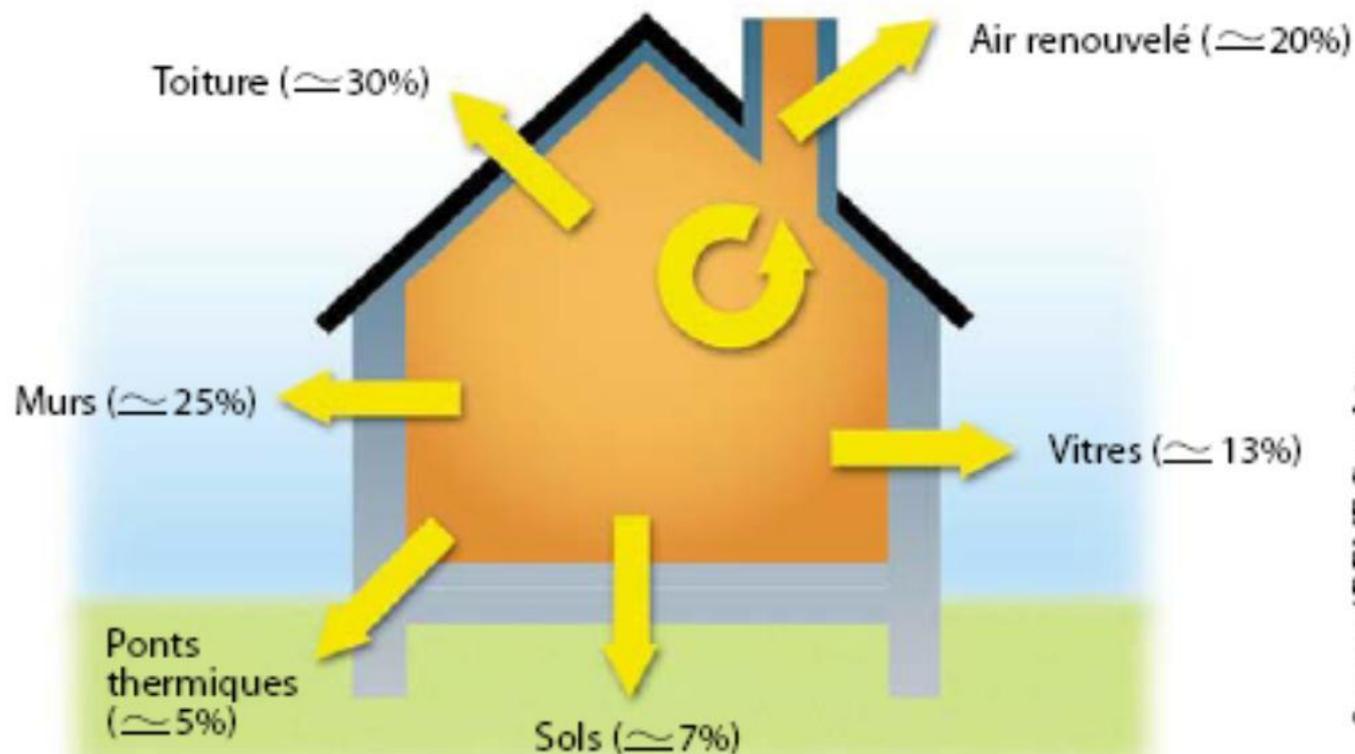
- Placer une **RESISTANCE THERMIQUE** suffisante (→ réglementations = minimum!)
- Soigner la **CONTINUITÉ** de l'isolant



# Coefficient de transmission thermique d'une paroi



# Isoler où ?



Source ADEME Graphies

*Ensemble des déperditions thermiques d'une maison non isolée*

2.1.1

## Isolation du toit

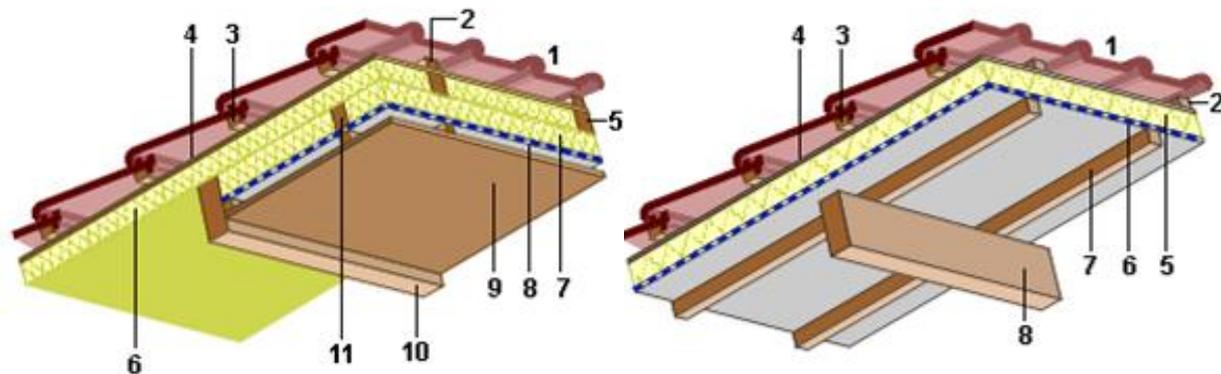
# Action 1 : isoler la toiture



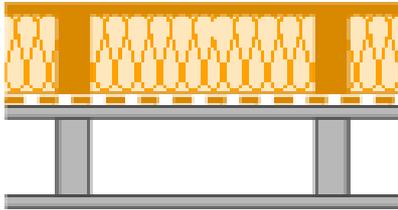
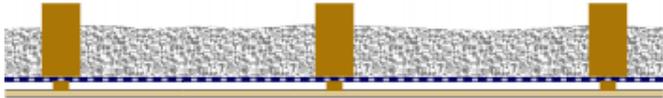
- Combles non habitables : isolation du plancher



- Combles habitables : isolation des versants (intérieur/sarking)



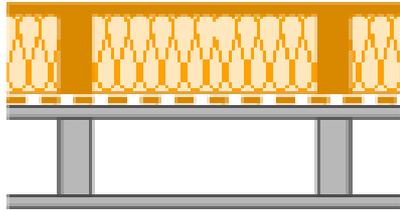
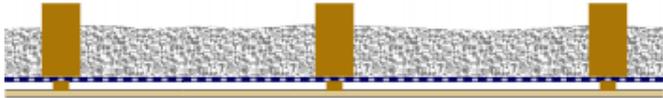
# Action 1 : isoler la toiture



## Objectif

- Primes à l'énergie :  $R > 4 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Epaisseur d'isolant de l'ordre de 15 à 25 cm

# Action 1 : isoler la toiture



## Economie :

17 litres fuel/m<sup>2</sup> par an pour un minimum de 15 cm d'isolant posé.

>>> = 15 Euros/m<sup>2</sup> par an

## Si isolation de comble :

Investissement : 10 à 20 Euros/m<sup>2</sup>

## Si isolation de la pente :

Investissement : très variable

## Si isolation toiture plate :

Investissement : 90 Euros/m<sup>2</sup>

2.1.2

## Isolation des murs

# Action 2 : isoler les murs



Idéalement par l'extérieur



A défaut par l'intérieur



Ou remplir la coulisse



# Isoler les murs par l'extérieur



- 😊 Continuité de l'isolant
- 😊 Pas de ponts thermiques
- 😊 Pas de perte de place à l'intérieur
- 😊 N'affecte pas les finitions intérieures
- 😊 L'étanchéité de la façade améliorée
- 😊 Masse thermique préservée
- ☹️ Autorisations en matière d'urbanisme : modification de l'aspect extérieur

→ **A privilégier !**

→ **Utilisation d'un SYSTEME (isolant + enduit), de préférence**



[www.ubatc.be](http://www.ubatc.be)

# Isoler les murs par l'intérieur



- 😊 L'aspect extérieur non modifié
- 😞 Mur doit être étanche et rester sec
- 😞 Ponts thermiques
- 😞 Volume intérieur diminué
- 😞 Contraintes thermiques dans la façade
- 😞 Les finitions intérieures doivent être refaites
- 😞 Risque de condensation interne
- 😞 Masse thermique diminuée

➔ **A éviter !**

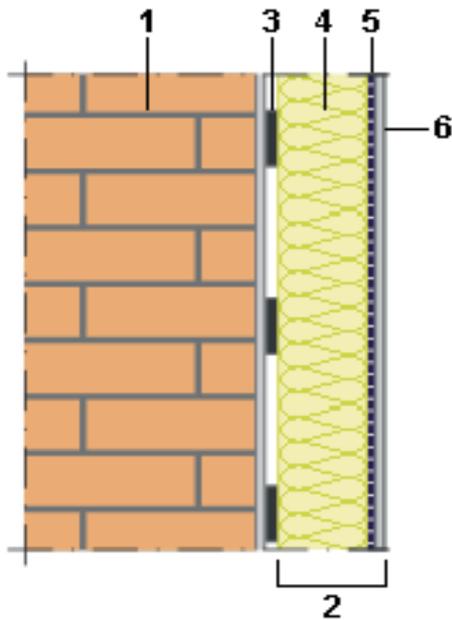
# Isoler par remplissage de la coulisse



- 😊 Finitions intérieures et extérieures conservées
- 😊 Pas d'encombrement
- 😊 Bon marché
- 😞 Contraintes thermiques et hygriques élevées pour le parement – GEL !
- 😞 Si coulisse suffisamment large (min 4 cm)
- 😞 Pas applicable si parement peint ou émaillé
- 😞 Epaisseur isolant limitée
- 😞 Ponts thermiques accentués (linteaux)
- 😞 Ponts de mortier
- 😞 A priori négatifs

**→ Entreprise spécialisée : contrôles avant et après exécution!**

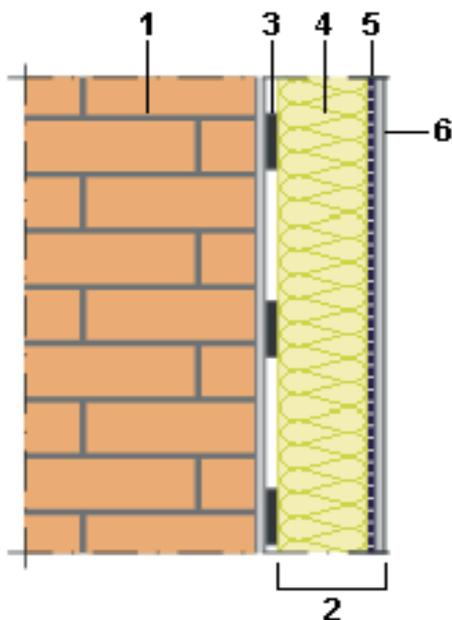
# Action 2 : isoler les murs



## Objectif

- Primes à l'énergie :  $R > 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Epaisseur d'isolant de l'ordre de 12 à 18 cm

# Action 2 : isoler les murs



- Rentabilité isolation ?
- Economie : 12 litres fuel/m<sup>2</sup> = 11 Euros/m<sup>2</sup>.an
- Si isolation par l'extérieur :
  - Investissement : ... 140 ... Euros/m<sup>2</sup>
  - Prime : 50 €/m<sup>2</sup>
  - Temps de retour : 90 € / 11 €/an = 9 ans...
- Si isolation par l'intérieur :
  - Investissement : 60 ... Euros/m<sup>2</sup>
  - Prime : 20 €/m<sup>2</sup>
  - Temps de retour : 40 € / 11 €/an = 4 ans.
- Si isolation par remplissage de la coulisse :
  - Investissement : 30 ... Euros/m<sup>2</sup>
  - Prime : 10 €/m<sup>2</sup>
  - Temps de retour : 20 € / 11 €/an = 2 ans.

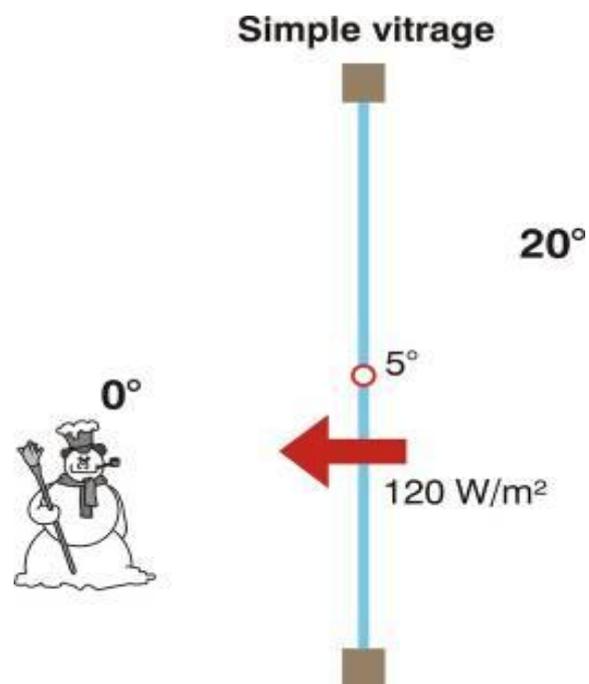
2.1.3

## Remplacement des châssis/vitrages

# Action 3 : remplacer les châssis/vitrages



## Le vitrage d'avant 1970...



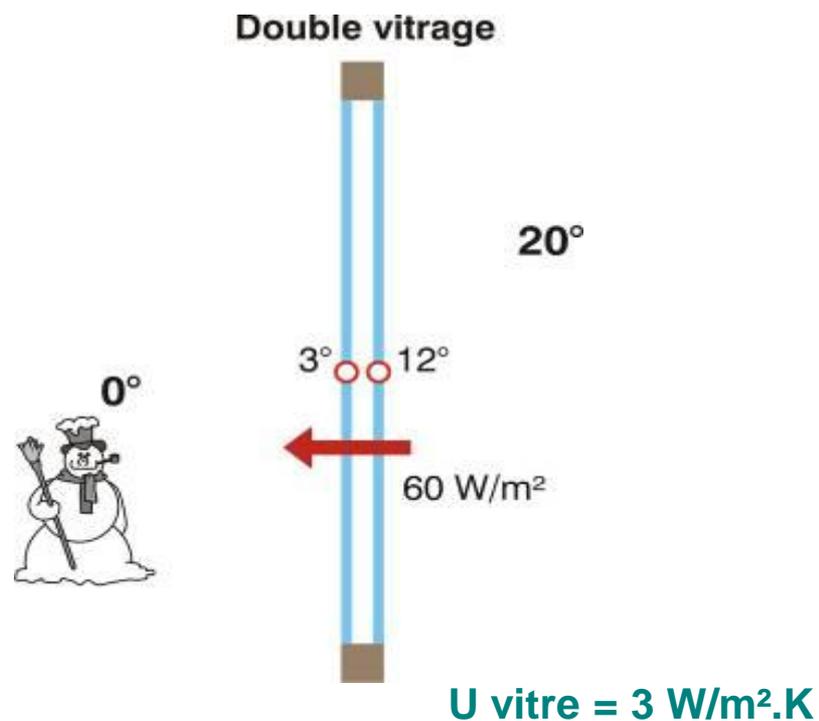
**U vitre = 6 W/m<sup>2</sup>.K**

# Action 3 : remplacer les châssis/vitrages



Avant 2000...2010...

Lame d'air entre les 2 vitres.

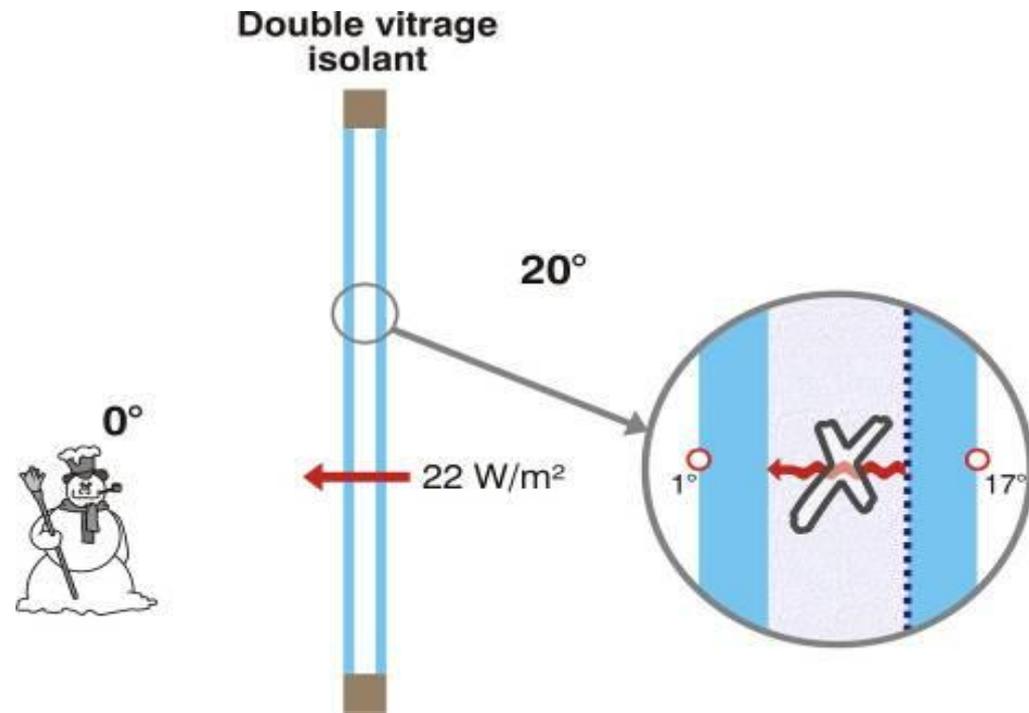


# Action 3 : remplacer les châssis/vitrages



## Le vitrage actuel ...

- Gaz peu conducteur entre les 2 vitres.
- Dépôt d'un film d'oxyde métallique

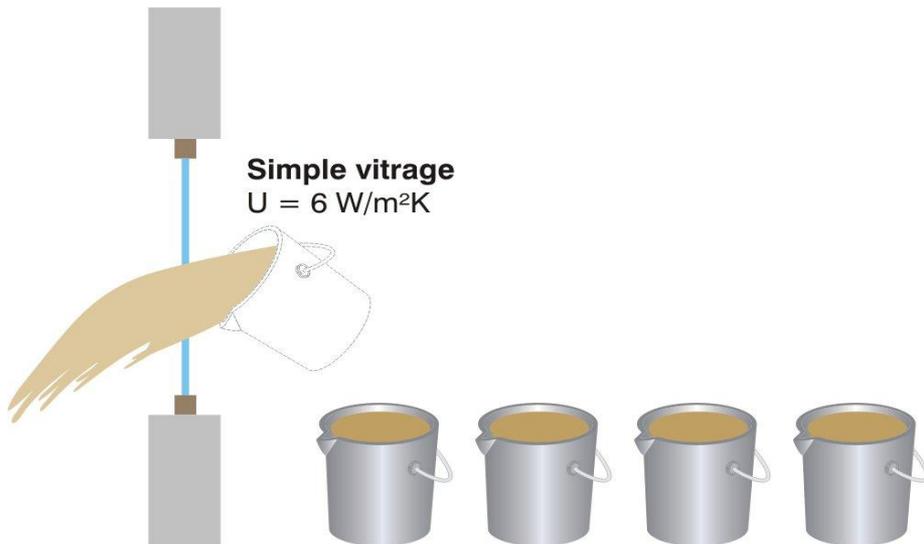


U vitre = 1,1 W/m<sup>2</sup>.K

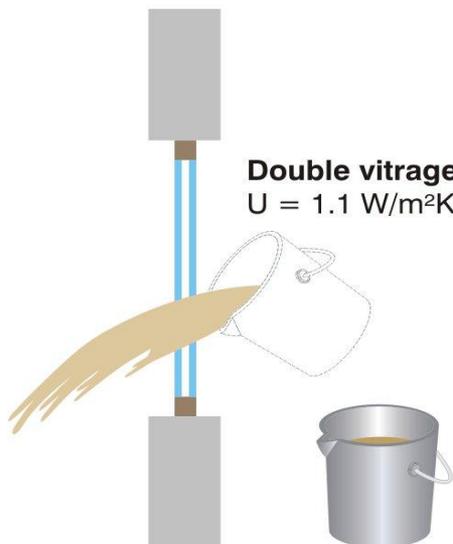
# Action 3 : remplacer les châssis/vitrages



**Simple vitrage**  
 $U = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$



**Double vitrage**  
 $U = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$



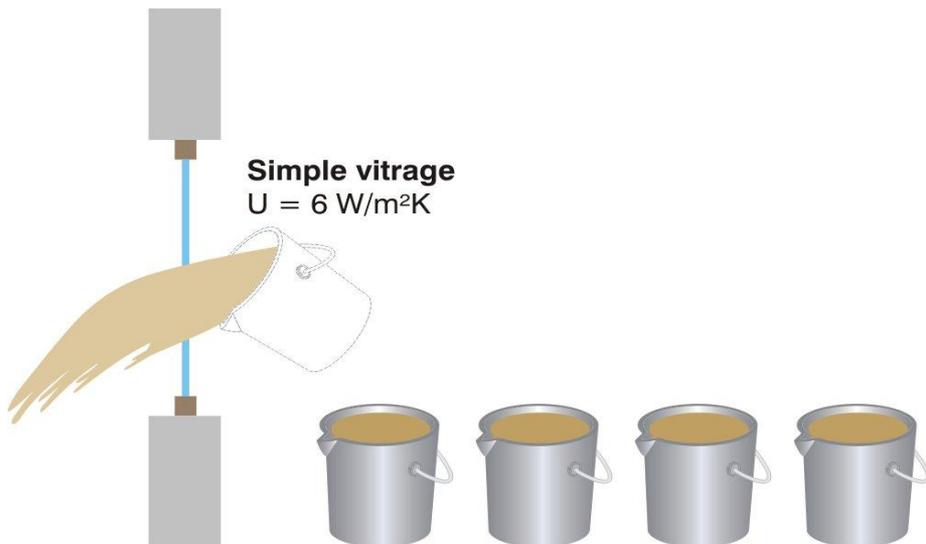
## Objectif

- Primes à l'énergie :  
 $U_{\text{vitrage}} < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U_{\text{vitrage}} = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Intercalaire amélioré (Warm Edge)
- Châssis performant ( $U_{\text{chassis}} < 2 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

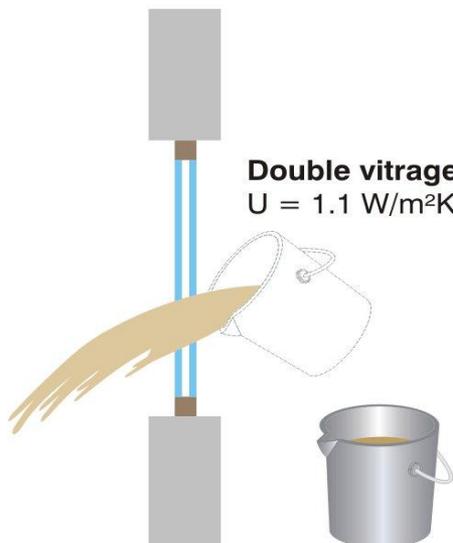
# Action 3 : remplacer les châssis/vitrages



**Simple vitrage**  
 $U = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$



**Double vitrage**  
 $U = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$



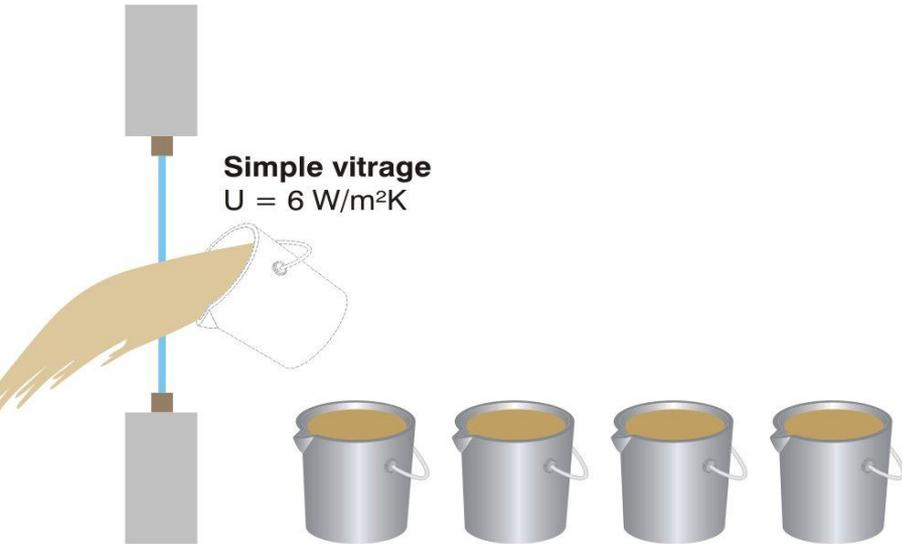
**Consommation annuelle ?**

**Simple vitrage :**  
**40 litres de fuel/m<sup>2</sup> par an**

**Consommation annuelle ?**

**Double vitrage isolant :**  
**7 litres de fuel/m<sup>2</sup> par an**

# Action 3 : remplacer les châssis/vitrages



## Rentabilité :

Economie : 33 litres fuel = 30 €/m<sup>2</sup>.an

Investissement : 600 Euros/m<sup>2</sup>

Primes : 45 euros/m<sup>2</sup>

Temps de retour : 555 € /30 €/an = **18 ans**

## Mais :

- ajouter économie sur les pertes par le manque d'étanchéité à l'air
- amélioration confort

2.1.4

## Isolation des sols

# Action 4 : isolation des sols



## Isolation du plafond des caves et des vides ventilés

Objectif :  $R > 3,5 \text{ m}^2\text{K/W}$

Epaisseur d'isolant 12 à 15 cm (exemple : polyuréthane projeté)

- Rentabilité isolation ?
- Economie : 11 litres fuel/m<sup>2</sup> = 10 Euros/m<sup>2</sup>.an
- Si isolation du plafond des caves/vides ventilés:
  - Investissement : ... 30 ... Euros/m<sup>2</sup>
  - Prime : 15 €/m<sup>2</sup>
  - Temps de retour : 15 € / 10 € /an = 1,5 ans...
- Si isolation des sols sur terre-plein
  - Investissement : variable souvent dans le cadre de travaux de rénovation

## 2 Les mesures les plus rentables

2.1 Isolation de l'enveloppe

**2.2 Chauffage**

2.3 Eau chaude sanitaire

2.4 Ventilation

2.5 Eclairage

2.6 Divers

## 2.2

# Chauffage

2.2.1 Réguler

2.2.2 Remplacer les chaudières

2.2.3 Isoler les conduites

2.2.4 Favoriser l'émission des radiateurs dans  
le local

2.2.1

## Réguler

# La régulation : gros potentiel d'économies !



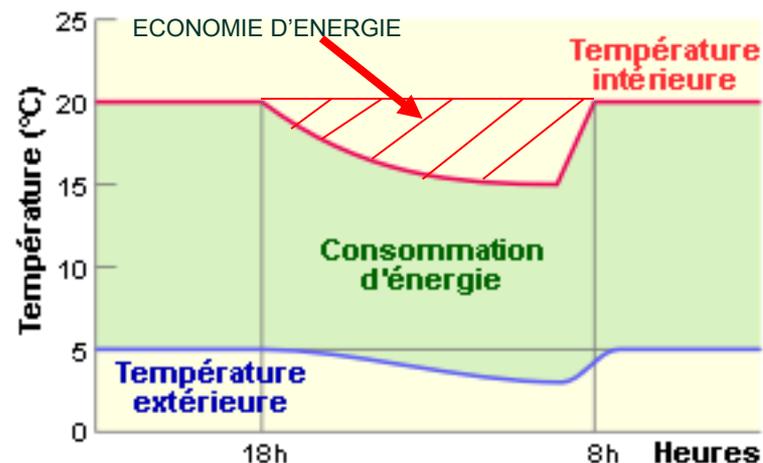
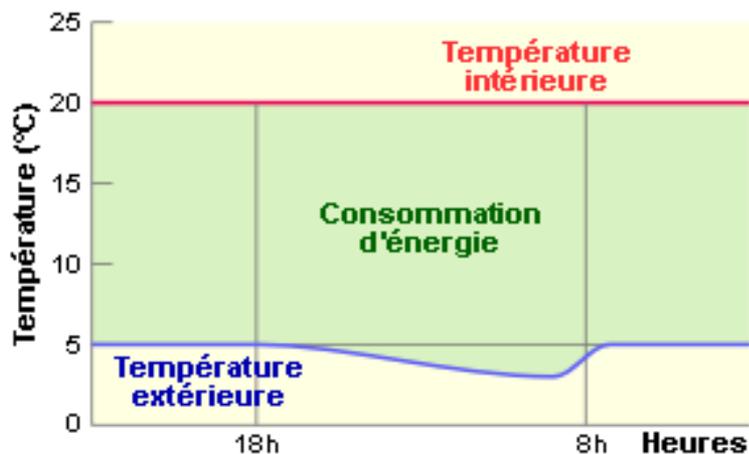
~~"Cela ne sert à rien de couper le chauffage durant la nuit, la chaleur économisée est repayée en début de journée suivante pour recharger les murs !"~~

**FAUX !**

# Intermittence du chauffage

Couper le chauffage la nuit et en période d'absence

Gain de 30%!

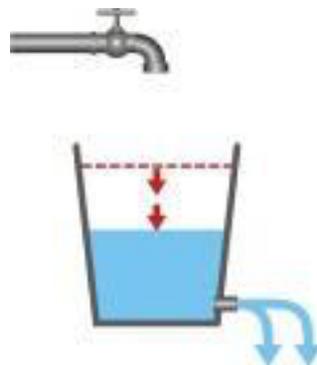


Source : [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be)

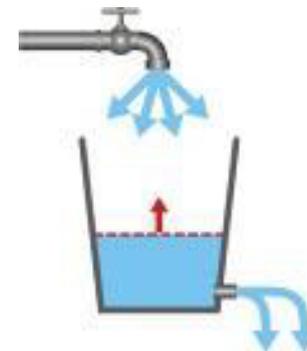
# Et si on l'expliquait autrement?



La journée, le chauffage est allumé

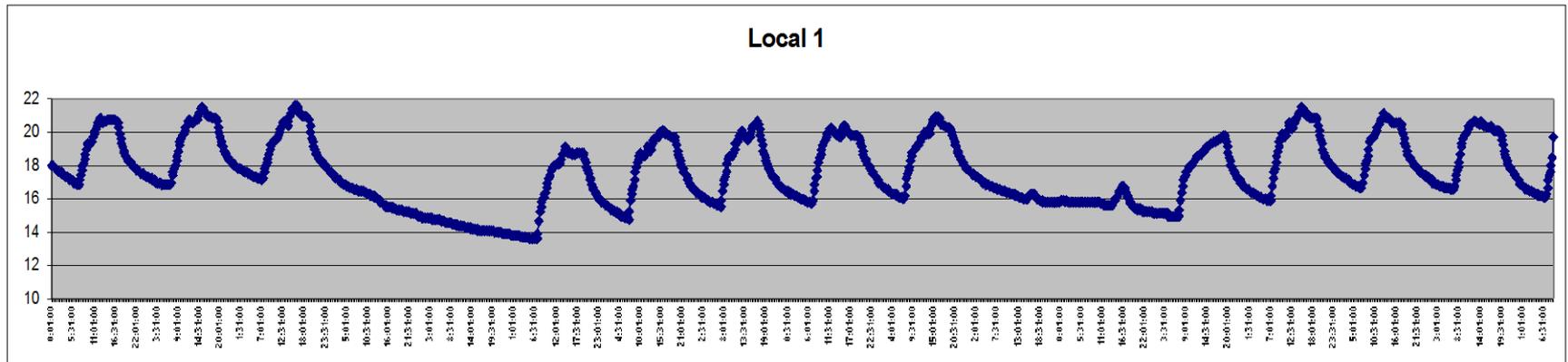


La nuit, le chauffage est coupé

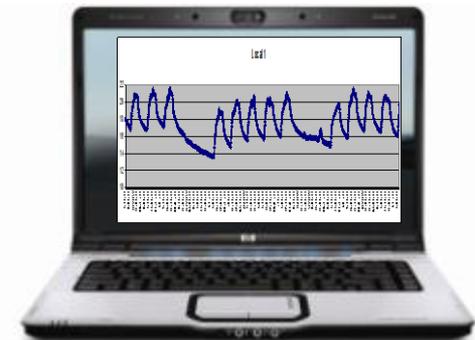


Au petit matin, la relance du chauffage

# Contrôler l'intermittence du chauffage

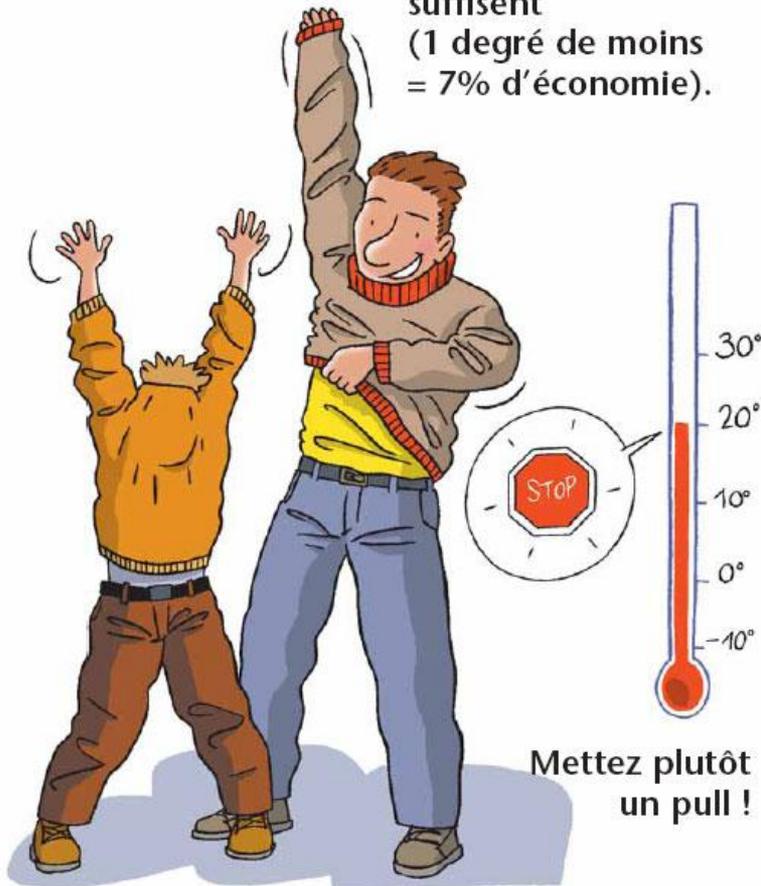


Enregistreurs de température

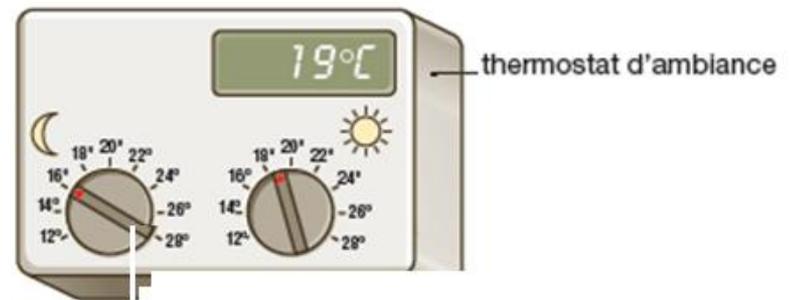


# Limiter la température de chauffage

En hiver, 18-20°  
suffisent  
(1 degré de moins  
= 7% d'économie).

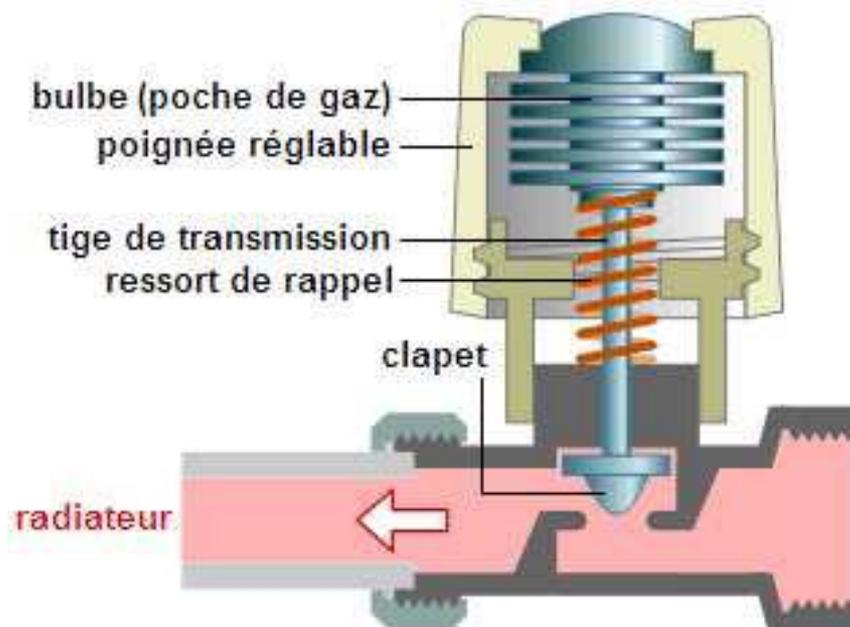
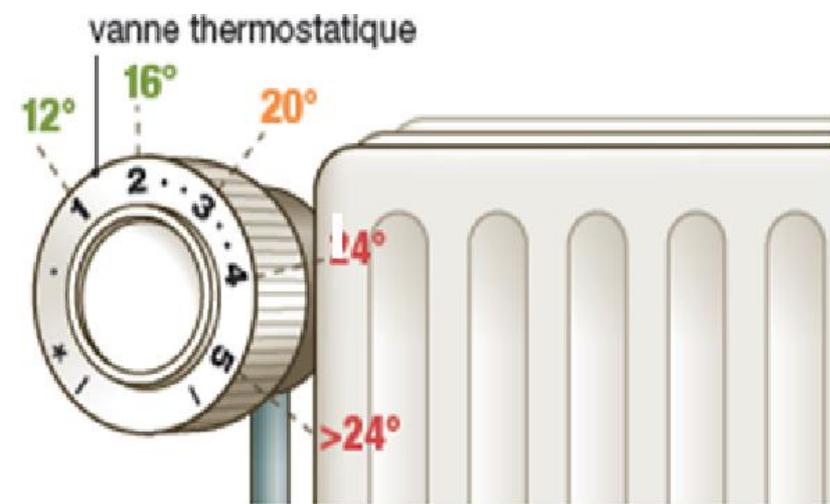


Vérifier que la température de  
consigne soit respectée dans les  
locaux



Source : Rénovas

# Un bon usage de la vanne thermostatique



[Source : [www.energieplus-lesite.be](http://www.energieplus-lesite.be)]

Source : [energieplus-lesite.be](http://energieplus-lesite.be)

Source illustration : rénovas

# Vannes thermostatiques adaptées + info sur utilisation !

42



**Modèle standard** avec sonde  
thermostatique et réglage libre incorporés.  
→ Environ 13 à 18€



**Modèle institutionnel** avec réglage  
bloqué et inaccessible pour  
l'occupant (très robuste)  
→ Environ 30€  
→ TR : 5 à 7 ans

**Vanne blocable** grâce à 2écoclips : limitation supérieure  
et inférieure de la plage de température ou blocage d'un  
réglage pour une valeur choisie.



## 2.2.2

# Remplacer les chaudières

### Anciennes chaudières :

Rendements saisonniers de 60 à 90 %



### Nouvelles chaudières à condensation

Rendements saisonniers de 95 à 102 %

- Gain de 5 à plus de 25%
- Investissement de 6000 à 100 000... €
- Temps de retour de 5 .. 15 ans...

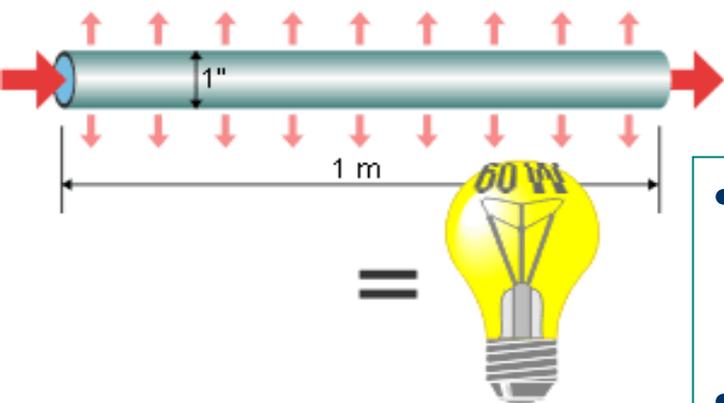
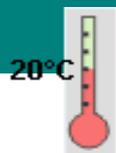
# Recommandations pour une nouvelle installation

44

- ❑ Chaudière à **condensation** gaz modulante 10 à 100% (ou mazout à défaut : Label Optimaz Elite)
  - ❑ Conception du circuit de chauffage et des radiateurs pour **éviter les retours chauds** (condensation sur eaux de retour à 58°C pour le gaz et à 48°C pour le mazout). Bon placement des radiateurs (pas devant vitrage/ pas entravés)
  - ❑ **Régulation** performante avec optimiseur
  - ❑ **Circulateurs** à vitesse variable
  - ❑ **Pas de surdimensionnement** : une chaudière bien dimensionnée fonctionne 1/3 du temps de saison de chauffe
  - ❑ **Circuits** de chauffages et régulation pour des zones à usage homogène
- Penser aussi à d'**autres solutions** (bois énergie, pompes à chaleur...)

## 2.2.3

# Isoler les conduites (espaces non chauffés)



- 1 m de tuyau en acier non isolé de 1 pouce avec de l'eau à 70 °C = **60 W de perte**
- Isoler une conduite diminue les pertes de 90% et est rentabilisé en :  
**0,5 (« fait maison ») .. 1,5 (entreprise) ans**

**Plus le tuyau est gros, plus l'isolant doit être épais ! Mettre au moins 3 cm d'isolant.**

## 2.2.4

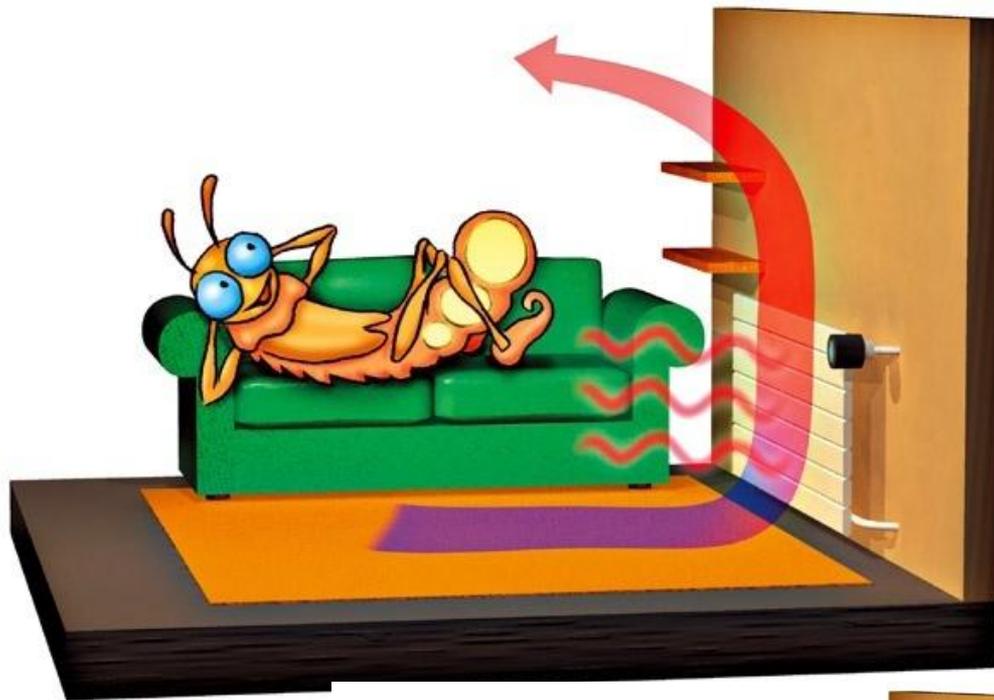
# Favoriser l'émission des radiateurs

2.2.4.1 Ne pas entraver l'émission

2.2.4.2 Limiter les déperditions par la face  
arrière du radiateur

# Ne pas entraver les radiateurs, pour une bonne diffusion de chaleur !

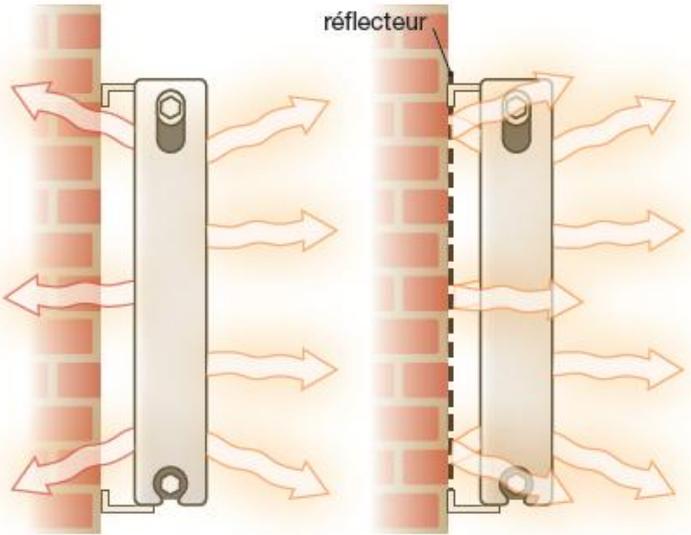
Fonctionnement d'un radiateur : convection et rayonnement



→ Conception du dispositif d'émission  
+ Action de sensibilisation



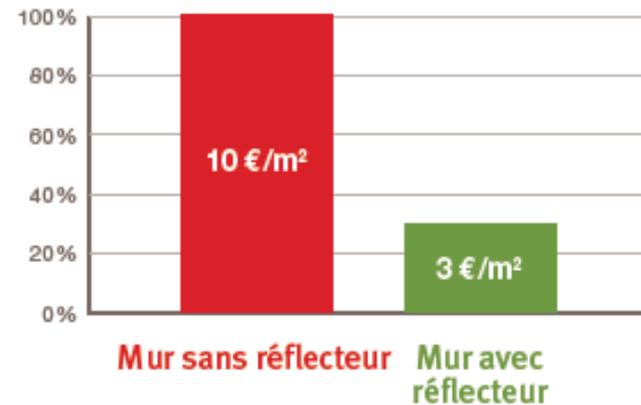
# Coller un isolant recouvert d'un réflecteur à l'arrière des radiateurs



Source : Renovas



→ PERTE DE CHAUFFAGE DERRIERE LES RADIATEURS/AN



→ QUELQUES CHIFFRES ...

Investissement	4,5 €/m <sup>2</sup>
Temps de retour	moins de 1 an

Source Ecoconso

## 2 Les mesures les plus rentables

- 2.1 Isolation de l'enveloppe
- 2.2 Chauffage
- 2.3 Eau chaude sanitaire**
- 2.4 Ventilation
- 2.5 Eclairage
- 2.6 Divers

## 2.3

# Eau chaude sanitaire

2.3.1 Isoler les conduites

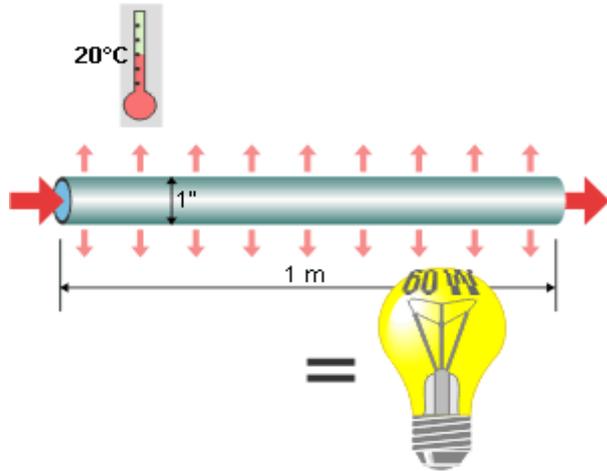
2.3.2 Isoler les boilers

2.3.3 Favoriser les douches et placer des pommeaux économiques

2.3.4 Supprimer l'eau chaude aux points de puisage qui n'en nécessitent pas

2.3.5 Etudier la centralisation/décentralisation de la production d'eau chaude

# Isoler les conduites



**Boucle d'eau chaude sanitaire non isolée (100m):**

$100 \text{ (m)} \times 60 \text{ (W/m)} \times 8760 \text{ (h)} / 0,8 = 65\,700 \text{ kWh / an}$   
**ou 6500 litres de mazout par an...**

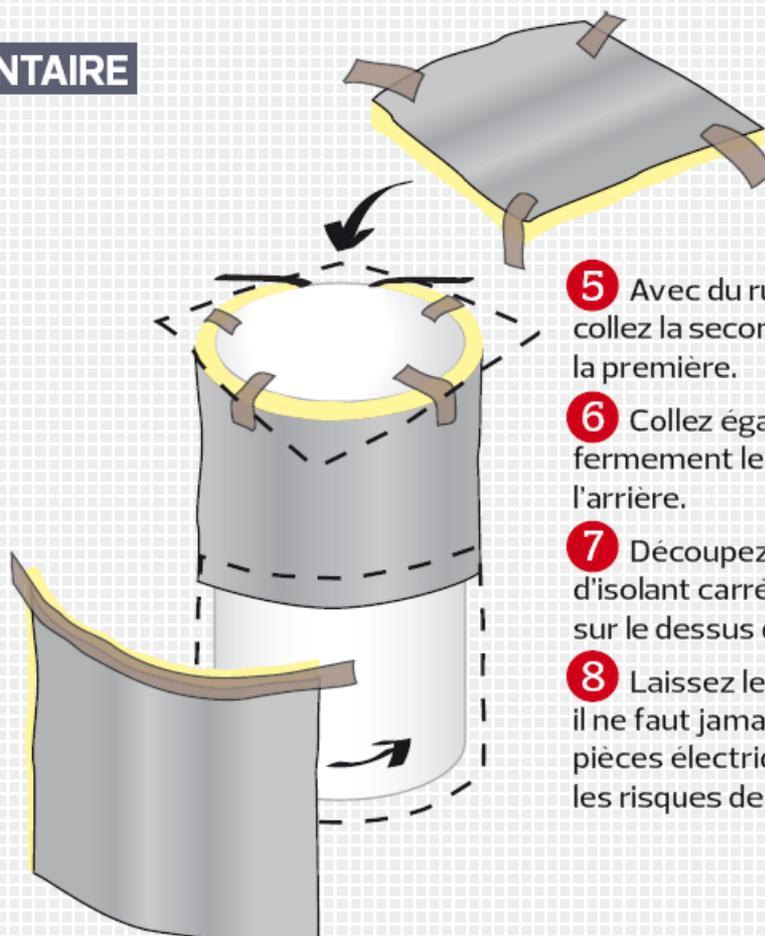
**→ Si la boucle d'ECS est nécessaire, il faut l'isoler !!**

# Isoler les boilers

## ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE

### = ÉCONOMIES !

- 1 Achetez un rouleau de laine minérale de 60 cm de largeur et 6 cm d'épaisseur. Une longueur de 6 mètres est suffisante.
- 2 Mesurez le contour de la cuve du boiler, ou du moins la partie qu'il est possible d'isoler (autour des étrier à l'arrière, l'espace est insuffisant).
- 3 Coupez deux morceaux de laine minérale de la bonne longueur.
- 4 Placez la première pièce autour de la moitié supérieure. Collez-la de manière définitive sur le dessus du boiler.



- 5 Avec du ruban adhésif, collez la seconde pièce contre la première.
- 6 Collez également fermement les deux pièces à l'arrière.
- 7 Découpez un morceau d'isolant carré et placez-le sur le dessus du boiler.
- 8 Laissez le dessous libre : il ne faut jamais isoler des pièces électriques pour éviter les risques de surchauffe.

# Douches et pommeaux économiques



Une douche plutôt qu'un bain!

3 fois moins d'eau pour une douche que pour un bain !

Pommeau de douche économique  
40 à 50% d'eau en moins

## 2 Les mesures les plus rentables

- 2.1 Isolation de l'enveloppe
- 2.2 Chauffage
- 2.3 Eau chaude sanitaire
- 2.4 Ventilation**
- 2.5 Eclairage
- 2.6 Divers

## 2.4

# Ventilation

2.4.0 Remarques par rapport à la « ventilation naturelle »

Systemes de ventilation mécaniques :

2.4.1 Vérifier les débits

2.4.2 Ajuster les températures de pulsion

2.4.3 Paramétrer des horaires en fonction de l'occupation des locaux

2.4.4 Entretenir les installations (remplacer les filtres)

## 2 Les mesures les plus rentables

- 2.1 Isolation de l'enveloppe
- 2.2 Chauffage
- 2.3 Eau chaude sanitaire
- 2.4 Ventilation
- 2.5 Eclairage**
- 2.6 Divers

## 2.5

# Eclairage

A éviter



2.5.0 Favoriser l'éclairage naturel

2.5.1 Nettoyer les luminaires

2.5.2 Sensibiliser

2.5.3 Remplacer les luminaires par des T5, led ou lampes fluocompactes

2.5.4 Automatiser l'éclairage (sondes crépusculaires, détecteurs de présence)

# Eclairage

58



10 .. 20 lm/W



100 .. 105 lm/W (16 mm)

80 .. 95 lm/W (26 mm)

**Objectif : réduire de 60% la  
consommation de l'éclairage artificiel**

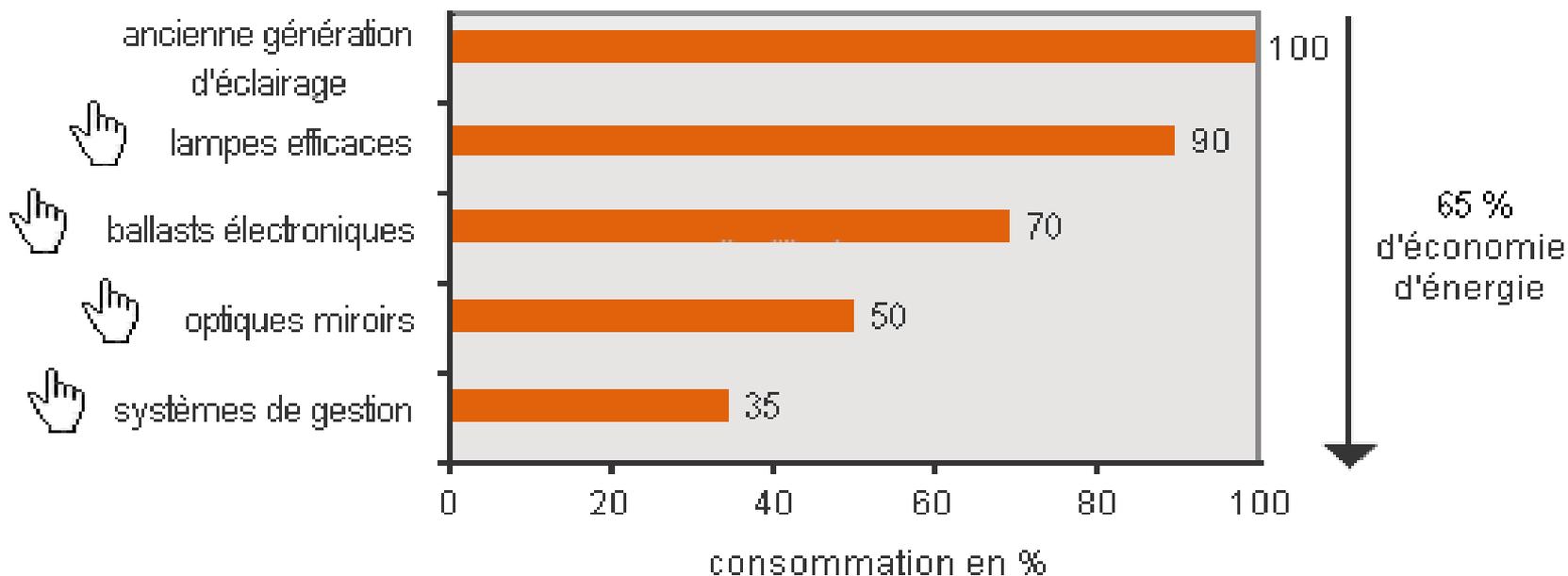


*Régulateur d'éclairage en  
fonction de l'éclairage naturel.*

# Eclairage

59

consommation en fonction de l'efficacité énergétique

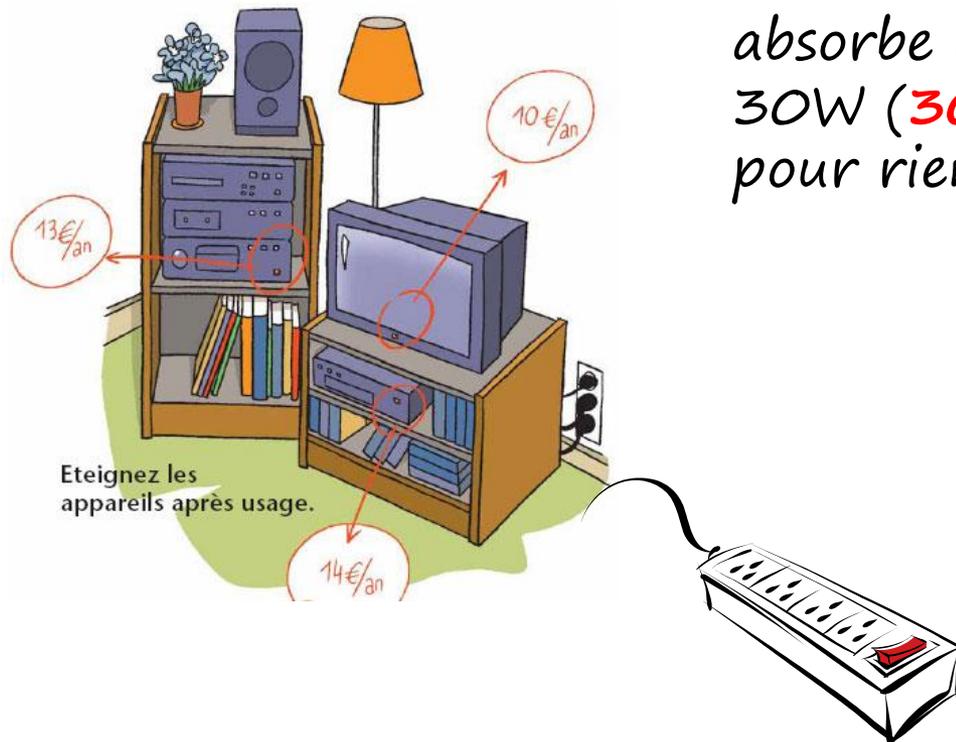


**Dans un bâtiment climatisé : 1 kWh de réduction de la consommation de l'éclairage = 1,3 kWh gagné sur la facture électrique**

## 2 Les mesures les plus rentables

- 2.1 Isolation de l'enveloppe
- 2.2 Chauffage
- 2.3 Eau chaude sanitaire
- 2.4 Ventilation
- 2.5 Eclairage
- 2.6 Divers**

# Supprimer les consommations de veille



Un ordinateur éteint absorbe encore 20W à 30W (30 à 40€/an) pour rien !



# Consommation de veille

62

*source : [www.luminus.be](http://www.luminus.be)*

	Consommation annuelle	Puissance en veille	Coût annuel
	(kWh/an)	(W)	(€/an à 0,2 €/kWh)
lecteur CD	20	2,3	4
Cafetière électrique	2	0,2	0
Ordinateur	70	8,0	14
Téléphone sans fil	25	2,9	5
lecteur DVD	60	6,8	12
Brosse à dent électrique	10	1,1	2
Fax/modem	70	8,0	14
Micro-ondes	22	2,5	4
Mini-aspirateur	11	1,3	2
Radio-réveil	30	3,4	6
Télévision	60	6,8	12
Enregistreur vidéo	65	7,4	13
Répondeur téléphonique	25	2,9	5

*source : [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)*

chaîne HIFI	60	7,0	12
Démodulateur (antenne parabolique)	130	15,0	26
canal+	90	10,0	18

<b>TOTAL</b>	<b>750</b>	<b>85,6</b>	<b>150</b>
--------------	------------	-------------	------------

# Distributeurs automatiques

Consommation

« normale »:

5 à 7 kWh / jour, appareil

= 2200 kWh / an

Ou 440 € / an

1

Supprimer l'éclairage :

$100W \times 1,3 = 130 W$

$\times 8760 h$

= 1140 kWh / an

Ou 230 € / an

2

Placer une horloge :

Si réduction de 50 % du  
temps de fonctionnement :

$50\% \times (2200 - 1140) kWh$

= 530 kWh

Ou 106 € / an



1+2

$1140 + 530 = 1670$

kWh ou 330 € / an

Soit 75% d'économies  
pour un même confort!

3

## Pour aller plus loin...

Un pre-check...

Un audit...

Une étude de faisabilité ?

**TUYAU** : dès que vous réalisez des travaux : pensez au volet énergétique!

(exemple : repeindre une façade, replafonner un mur,...)



# Merci pour votre attention

Pierre DEMESMAECKER  
Auditeur énergétique à l'ICEDD

Tel : 081 25 04 80/ Fax : 081 25 04 90

[pdm@icedd.be](mailto:pdm@icedd.be)

[www.icedd.be](http://www.icedd.be)



Wallonie



Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable