

---

## *Formation*

*« Référent énergie »*

*Jeudi 21 novembre 2013*

*Matin*

---

# I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

## I.1- A l'échelle internationale

### I.1.1 Épuisement des ressources fossiles

au rythme de consommation actuel, les ressources vont arriver à épuisement :

- le pétrole d'ici à 54 ans,
- le gaz d'ici à 63 ans,
- le charbon d'ici à 112 ans
- l'uranium, d'ici à 100 ans *Source : EDF*

### I.1.2 Problèmes Environnementaux

- Pollutions de l'air dont la production d'énergie est la 1<sup>ère</sup> responsable
- Changement climatique

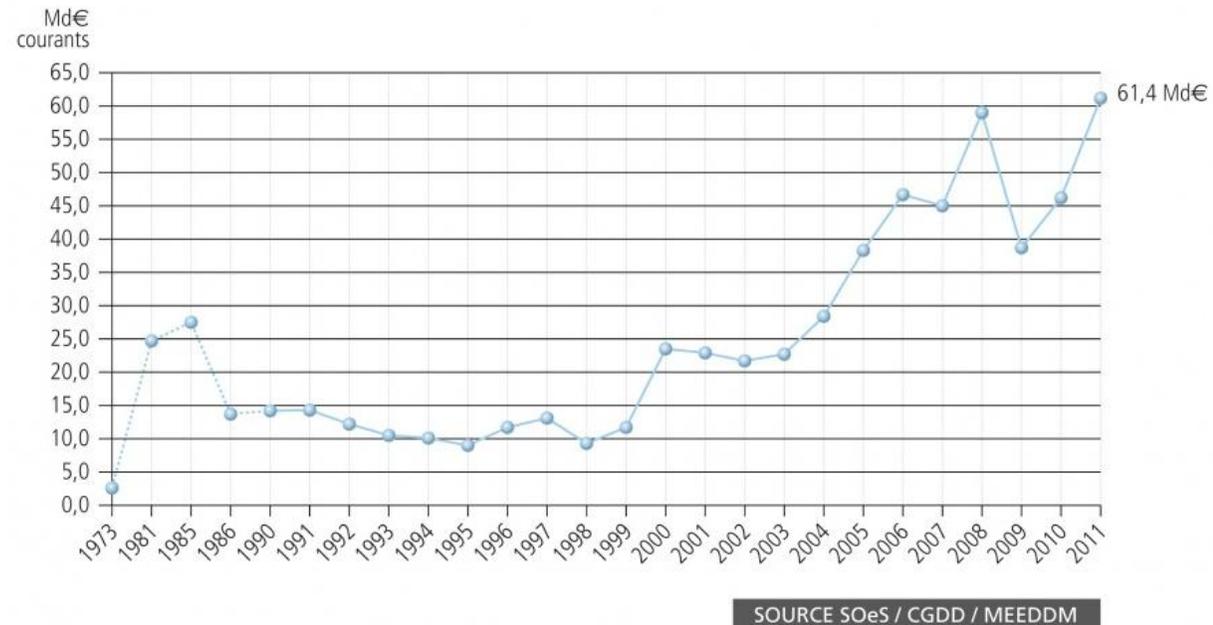


# I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

## I.2- A l'échelle nationale

### I.2.1 Généraux

- *Taux d'indépendance énergétique faible : 53% (nucléaire, biomasse, hydraulique, éolien)*
- *Facture énergétique élevé : 61.4 milliards d'€ en 2011, soit 88% du déficit commercial de la France.*



# I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

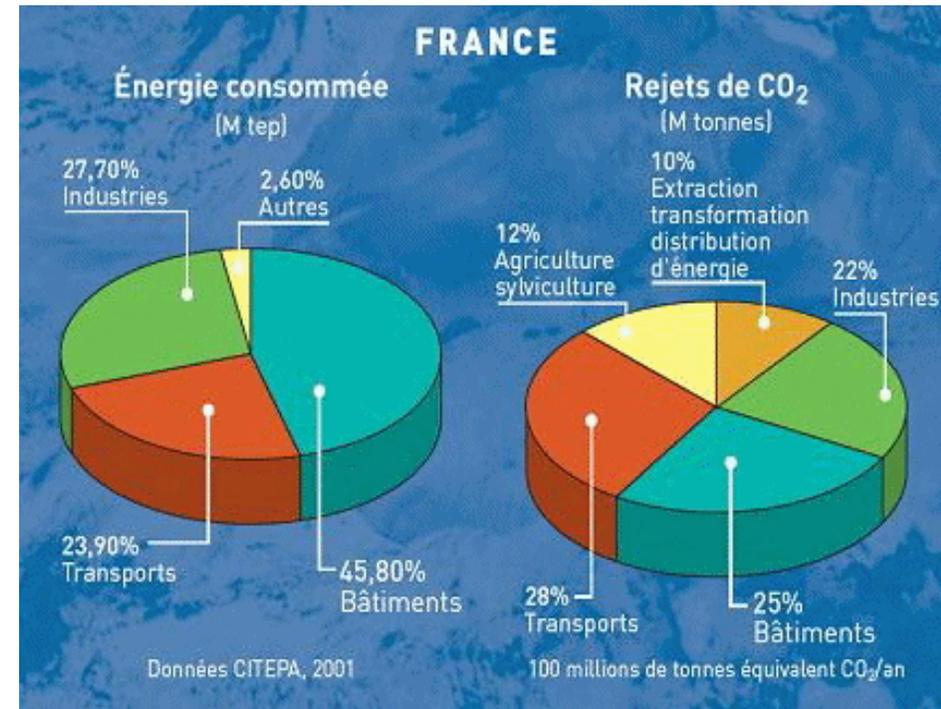
## I.2- A l'échelle nationale

### I.2.2 Les enjeux pour le secteur du bâtiment

- *Contexte : diminution des émissions de gaz à effet de serre d'un **facteur 4** d'ici à 2050 pour les pays développés*

➔ *Loi Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique (**POPE**) (13/07/05)*

- Premier secteur concerné : **le bâtiment**

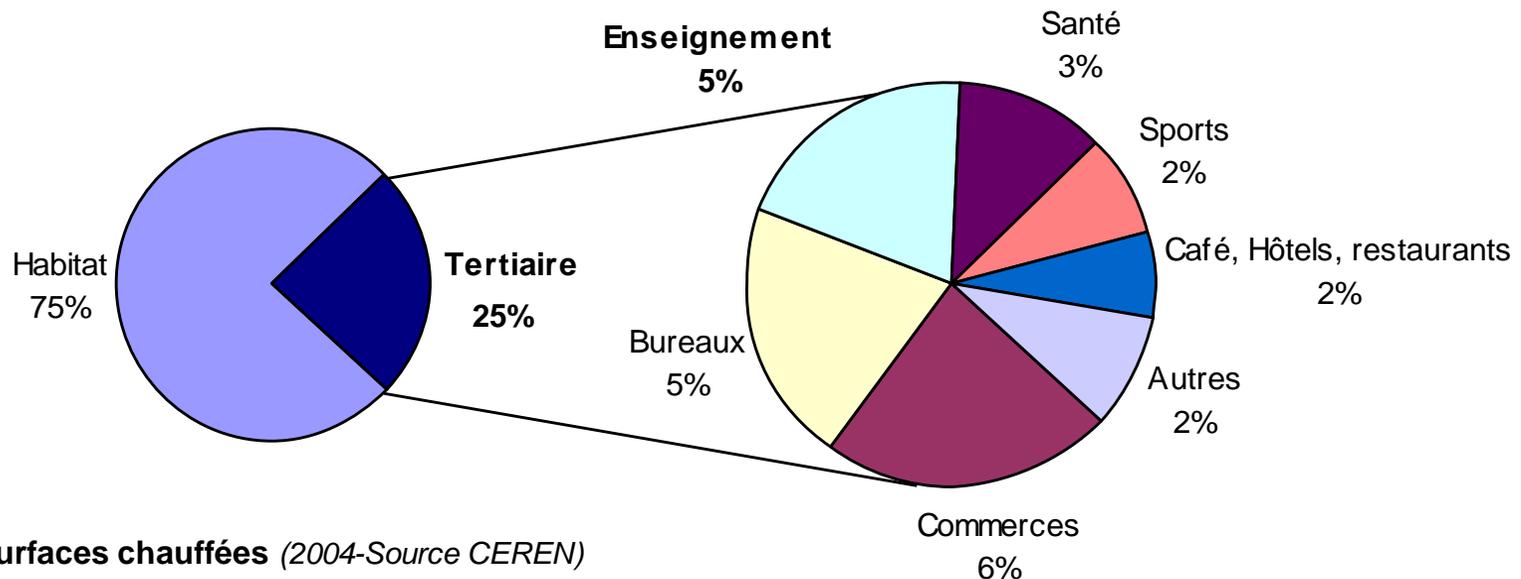


## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale

#### I.2.2 Les enjeux pour le secteur du bâtiment (suite)

- **Tertiaire** = 1/4 de la surface chauffée du parc actuel soit 920 millions de m<sup>2</sup> chauffés
- **Bureaux** = **22%** de la surface tertiaire chauffée



Répartition des surfaces chauffées (2004-Source CEREN)

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale

#### I.2.2 Les enjeux pour le secteur du bâtiment (suite)

- Pour les bâtiments neufs : amélioration de la performance énergétique réglementaire (Réglementation Thermique) de **100%** d'ici à 2020 (Grenelle)
  - Généralisation des bâtiment BBC (jusqu'en 2012)
  - **Réglementation Thermique 2012 (RT2012)**
  - **Vers des bâtiments (ou Territoires?) à énergie positive (2020)**
- Pour les bâtiments existants : le niveau d'exigence évolue conjointement à la Réglementation Thermique sur le neuf (Loi POPE)
  - **Réglementation Thermique de l'Existant (2007)**

➔ **Le secteur du neuf comme entraînement de l'ancien**

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale (suite)

#### I.2.3 Les réglementations en cours

- Bâtiments neufs
  - Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013 : Application de la RT2012 (Réglementation Thermique 2012) à l'ensemble des bâtiments neufs ou partie nouvelle de bâtiments
  - *DPE neuf, études d'approvisionnements, règlements sanitaires départementaux, Nouvelle Réglementation Acoustique, Code de la construction et de l'Habitation, Normes sur les conditions de travail etc.*
- Bâtiments existants
  - Depuis 2007 : Application de la RT de l'Existant (Réglementation Thermique de l'Existant à l'ensemble des interventions réalisés sur les bâtiments existants de plus de 2 ans :
    - Réglementation Élément par Élément
    - Réglementation dite Globale
  - *Affichage du DPE, études d'approvisionnements, etc.*

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale (suite)

#### I.2.4 Les réglementations en cours sur les bâtiments existants

- Les textes officiels
  - La directive européenne du 16/12/02 portant sur la performance énergétique des bâtiments
  - Le code de la construction et de l'habitation (notamment section 5, article R131-25 à 28)
  - L'arrêté du 15 septembre 2006 relatif à la performance énergétique des bâtiments existants
  - Le décret du 19 mars 2007 relatif aux études de faisabilité en approvisionnement, à la performance énergétique des bâtiments existants et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique
  - L'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants
  - L'arrêté du 7 décembre 2007 relatif à l'affichage du diagnostic de performance énergétique dans les bâtiments publics
  - L'arrêté du 18 décembre 2007 relatif aux études de faisabilité des approvisionnements en énergie pour les bâtiments neufs et parties nouvelles de bâtiments et pour les rénovations de certains bâtiments existants

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale

#### I.2.4 Les réglementations en cours sur les bâtiments existants (suite)

- **A compter du 1<sup>er</sup> juillet 2007 :**
  - Locaux avec climatisation, sauf cas particuliers (hôpitaux, maisons de retraite, locaux informatiques, ...) : Mis en marche ou maintenus en fonctionnement que lorsque la température intérieure des locaux **dépassera 26°C**
- ➔ Meilleure maîtrise des consommations d'énergie électrique en période de chaleur
- **A compter du 1<sup>er</sup> novembre 2007 (RT de l'Existant dite « Élément par Élément ») :**
  - Respect de **performances minimales**, lorsque des équipements, installations, ouvrages tels que les chaudières, les fenêtres, l'isolation, les radiateurs, les ballons de production d'eau chaude, les climatiseurs, etc. seront installés ou remplacés
- ➔ Faire disparaître du marché les produits de construction ou les équipements obsolètes en terme de performance énergétique
- ➔ Privilégier la diffusion des meilleurs produits disponibles dans le parc de l'existant

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale

#### I.2.4 La réglementation en cours sur les bâtiments existants (suite)

- **A compter du 2 janvier 2008 :**
  - **Affichage** de l'étiquette énergie et climat (DPE) à l'attention du public :
    - dans les bâtiments d'une surface > à 1000 m<sup>2</sup>, occupés par :
      - les services d'une collectivité publique ou,
      - **un établissement public, pouvant recevoir plus de 200 personnes. (ERP catégories 1 à 4**

→ Informer les utilisateurs et le public

→ Exemplanité des bâtiments publics

→ Comparer les biens entre eux

→ **Inciter à faire des travaux (amélioration thermique et énergies renouvelables)**

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale

#### I.2.4 La réglementation en cours sur les bâtiments existants (suite)

- **A compter du 1<sup>er</sup> août 2013 :**
  - **Affichage** de l'étiquette énergie et climat (DPE) à l'attention du public :
    - dans les bâtiments d'une surface > à 500 m<sup>2</sup>D'ici au 1<sup>er</sup> janvier 2015
- **A compter du 1<sup>er</sup> juillet 2015 :**
  - **Affichage** de l'étiquette énergie et climat (DPE) à l'attention du public :
    - dans les bâtiments d'une surface > à 500 m<sup>2</sup>D'ici au 1<sup>er</sup> janvier 2017

*Source : Décret no 2013-695 du 30 juillet 2013 relatif à la réalisation et à l'affichage du diagnostic de performance énergétique dans les bâtiments accueillant des établissements recevant du public de la 1re à la 4e catégorie*

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ?

### I.2- A l'échelle nationale

#### I.2.4 La réglementation en cours sur les bâtiments existants (suite)

- **A compter du 1<sup>er</sup> avril 2008 (RT de l'Existant dite « Globale ») :**
  - Dans les bâtiments ou partie nouvelle de bâtiments de plus de 1 000 m<sup>2</sup> avec **rénovation importante** :
    - 1/ Étude de faisabilité technique et économique**

Solutions d'approvisionnement en énergie, dont énergies renouvelables, si rénovations importantes. (Pour les projets dont le PC est postérieur à au 1er janvier 2014 la limite passe de 1 000m<sup>2</sup> à 50m<sup>2</sup>)
    - 2/ Amélioration de la performance énergétique du bâtiment**

Si le coût prévisionnel des travaux de rénovation (enveloppe ou installations énergétiques) est supérieur à 25 % de la valeur du bâtiment.  
→ soit pour un coût de travaux supérieur à ~ 400 €HT/m<sup>2</sup>

## I/ Quels sont les enjeux énergétiques ? (Suite)

### I.3- A l'échelle locale

- enjeux économiques : limiter les charges de fonctionnement des bâtiments de l'état
- enjeux écologiques : réduire l'impact environnemental
- enjeux sociétaux : générer une activité économique autour de nouveaux métiers (efficacité énergétique, développement des énergies renouvelables, etc.)

### ...les actions mises en œuvre par la Prefecture de l'Yonne

- Réalisation d'une campagne d'audit énergétique de l'ensemble des bâtiments
- Création d'un état des lieux des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre
- Création d'un poste de Référent Energie Général (Mr Esclavy) qui travaillera avec les référents énergie nommés sur chacun des sites

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.1- Définitions

- **Quelle énergie ?**
  - **Énergie utile** (kWh utile) : énergie valorisée directement par le consommateur (chaleur, électricité)
  - **Énergie finale** (kWh ef) : énergie livrée au consommateur après première transformation
  - **Énergie primaire** (kWh ep) : énergie n'ayant subi aucune transformation (bois, charbon, gaz naturel, pétrole, rayonnement solaire, uranium, ...).  
Par convention kWh ep = kWh ef, sauf pour l'élec kWh ep = 2,58 x kWh ef
- **Quelle empreinte environnementale ?**
  - Fioul : 300 gCO<sub>2</sub>/kWh finale
  - Gaz : 234 gCO<sub>2</sub>/kWh finale
  - Electricité : 84 gCO<sub>2</sub>/kWh finale en moyenne (40g pour l'ECS, 100g pour l'éclairage, 180g pour le chauffage)
  - Bois : 13 gCO<sub>2</sub>/kWh finale

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.1- Définitions (suite)

- **Quels usages ?**
  - Chauffage, 1<sup>ère</sup> source de consommation, poste le plus facilement réductible.
  - Bureautique, éclairage, climatisation, eau chaude sanitaire, ...
- **Quels outils ?**
  - Diagnostic énergétique sur un bâtiment : identifier et hiérarchiser les gisements d'économie d'énergie pour ces usages

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.1- L’audit énergétique :

- **Contexte**

- Le Grenelle de l’Environnement a amené un ensemble de recommandations dont la réalisation d’audits énergétiques de l’ensemble des bâtiments, avec le secteur public comme entrainement du secteur privé.
- La crise de 2008 et le plan de relance a rendu obligatoire la réalisation d’audit énergétique et de gros entretiens pour l’ensemble des bâtiments publics

- **La forme :**

- Un cahier des Charges contraignant réalisé par l’ADEME (L’Agence de l’environnement et de la maîtrise de l’énergie) qui ont servi de base à la réalisation des audits.

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.1- L'audit énergétique :

- **Etat des lieux:**

- Un état des lieux du bâtiment et des équipements,
- Une analyse performantielle du bâti et des équipements,
- Un bilan des consommations et des coûts des fluides (eau, élec, combustible, contrats d'exploitation)

- **Analyse et préconisations:**

- Estimation des sources de déperditions d'énergie (chauffage)
- Estimation des postes de consommations d'énergie
- Vérification de l'adéquation des besoins avec les équipements (chauffage) ou les contrats (élec, CVC, gaz)
- Préconisations de mesures d'EE
- Préconisations de travaux d'EE

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.1- Définitions (suite)

- Exemple de diagnostic énergétique sur un collège : **Collège de Treignac en Corrèze**

<b>Nombre de bâtiments</b>	3
<b>Année de construction</b>	1970/1971/1996
<b>Surface chauffée (m<sup>2</sup>)</b>	3890
<b>Effectif (2006)</b>	170 (11 internes)
<b>Ratio m<sup>2</sup>/personne</b>	22,9
<b>Type d'énergie</b>	
<b>Chauffage</b>	Fioul
<b>ECS</b>	Fioul et électricité



- Réalisation d'un diagnostic énergétique

→ Va nous permettre d'illustrer les moyens pour diminuer l'empreinte énergétique et environnementale d'une école

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et de bureaux ?? (Suite)

### II.2- Situer sa consommation par rapport au secteur

#### II.2.1 Ratios

- Moyenne nationale sur les bâtiments de bureaux (2011 - source CEREN)

kWh/m <sup>2</sup>	Chauffage et eau chaude	Autres usages (électricité)	Total
<b>Bureaux</b>	142	126	268

- Moyenne au niveau de la Pref de l'Yonne (2007 à 2009 - hors préfectures)

kWh/m <sup>2</sup>	Chauffage et eau chaude	Autres usages (électricité)	Total
<b>bâtiments de l'Etat dans l'Yonne</b>	197	45	242

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale d’une école ?

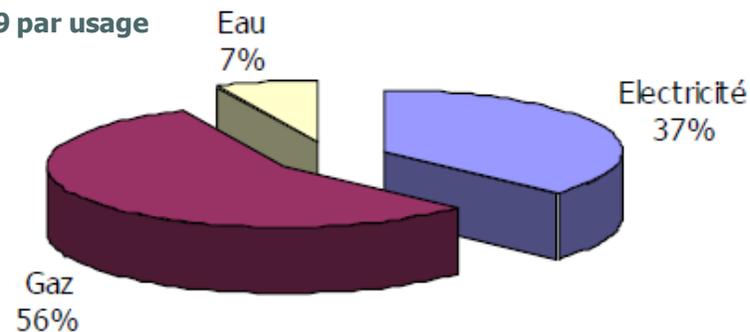
### II.2- Situer sa consommation par rapport au secteur (suite)

#### II.2.2 Répartition des consommations par poste d’énergie

- Exemple de la DDT de Sens (hors logement de fonction attenant)

	Gaz	Électricité	Eau
Consommation annuelle (2007 – 2009)	150 100 kWh PCI	47 000 kWh	270 m <sup>3</sup>
Ratio moyen	<b>132 kWh PCI/m<sup>2</sup>.an</b>	<b>37 kWh/m<sup>2</sup>.an</b>	<b>296 L/m<sup>2</sup>.an</b>
Ratio moyen sur les bâtiments de l’Etat dans l’Yonne	<b>197 kWh PCI/m<sup>2</sup>.an</b>	<b>45 kWh/m<sup>2</sup>.an</b>	<b>213 L/m<sup>2</sup>.an</b>
Part de la facture totale (2007-2006) en %	56	37	7

Répartition de la facture de la DDT de Sens en 2007/2009 par usage



## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ? (suite)

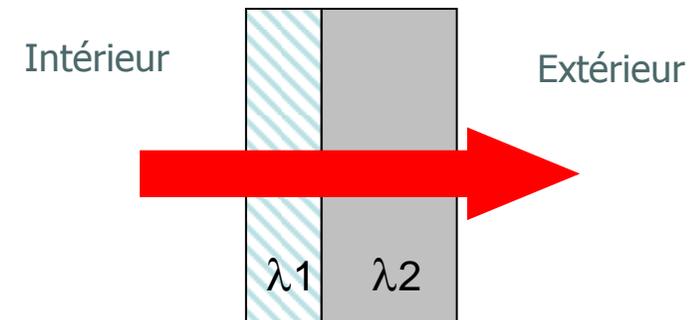
### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l'enveloppe du bâtiment

##### 🔗 *Données techniques :*

- **Déperditions à travers une paroi = pertes de chaleur à travers cette paroi, de l'intérieur vers l'extérieur**
- **Conductivité thermique  $\lambda$  (W/m.K)** = aptitude d'un **matériau** à transmettre la chaleur.  
→ *Plus la conductivité thermique est faible plus le matériau est isolant.*
- **Résistance thermique R d'un matériau** ( $m^2.K/W$ ) = niveau d'isolation d'une **paroi**.  
→ *Plus la résistance thermique de la paroi est élevée, plus faibles sont les déperditions.*

Flux de chaleur à travers une paroi



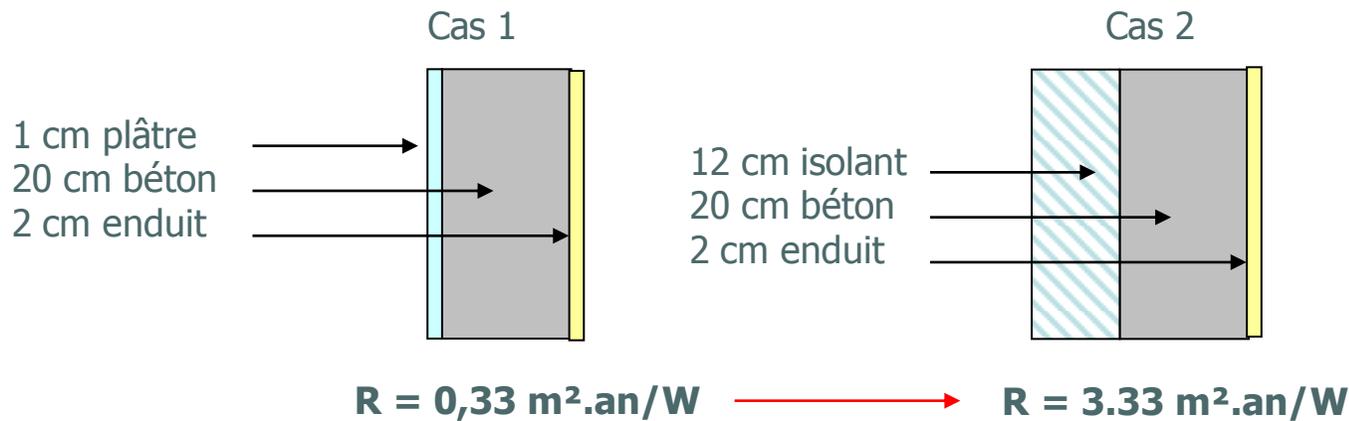
U ou R

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l'enveloppe du bâtiment

↳ *Données techniques (suite) :*



→ **L'isolant thermique** divise **par 10** les déperditions à travers la paroi

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

##### 🔗 Données techniques (suite) :

- **Isolant =** Si sa conductivité  $\lambda$  est inférieure à 0,065 W/m.°C et si sa résistance R est au moins égale à 0,50 m<sup>2</sup>.°C/W
- **Quelle épaisseur pour les combles ?**  
*Laine minérale (verre ou roche) , animale, végétale... :*

Epaisseur (cm)	16	18	<b>20</b>	24 à 30	<b>Combles non isolés</b>
R (m <sup>2</sup> .K/W)	4	4.5	<b>5</b>	6 à 7	<b>&lt; 0,5</b>



- **Quelle épaisseur pour les murs, les planchers ?**  
*Laine minérale, polystyrène expansé ... :*

Epaisseur (cm)	4	6	8	<b>10</b>	12 à 15	<b>Murs non isolé</b>
R (m <sup>2</sup> .K/W)	1	1.55	2.05	<b>2.6</b>	3.15 à 4	<b>&lt; 0,6</b>



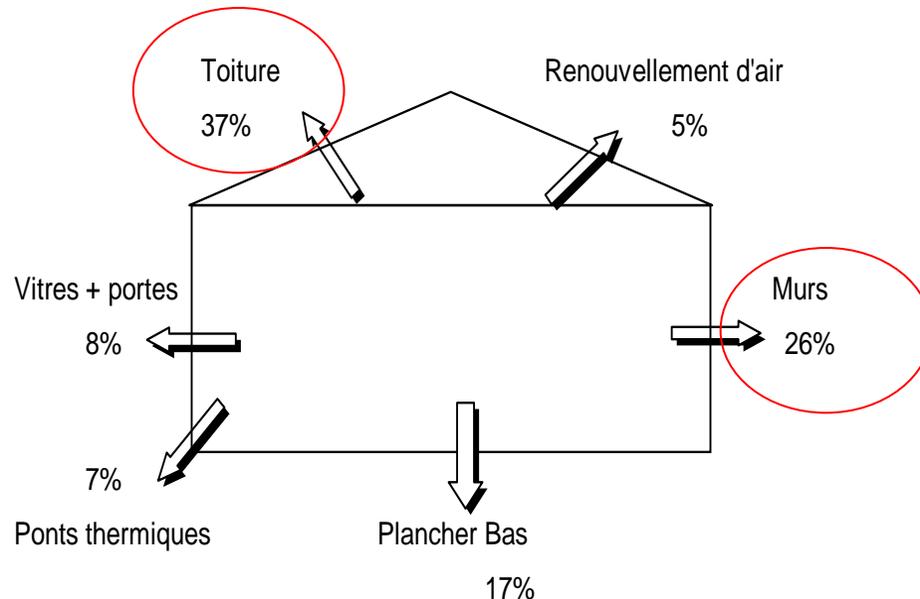
## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

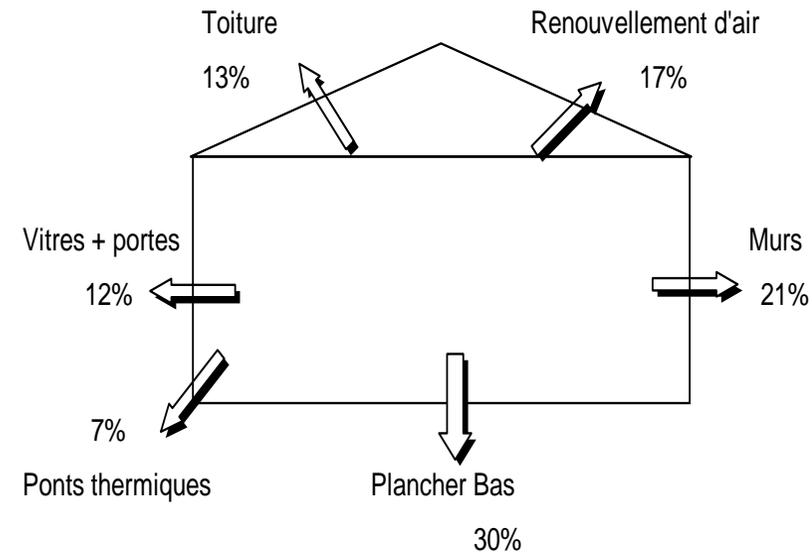
#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment (suite)

→ Répartition des déperditions thermiques moyennes dans un bâtiment de 2 étages

Bâtiment 1971 non isolé



Bâtiment 1996 avec isolation homogène des parois

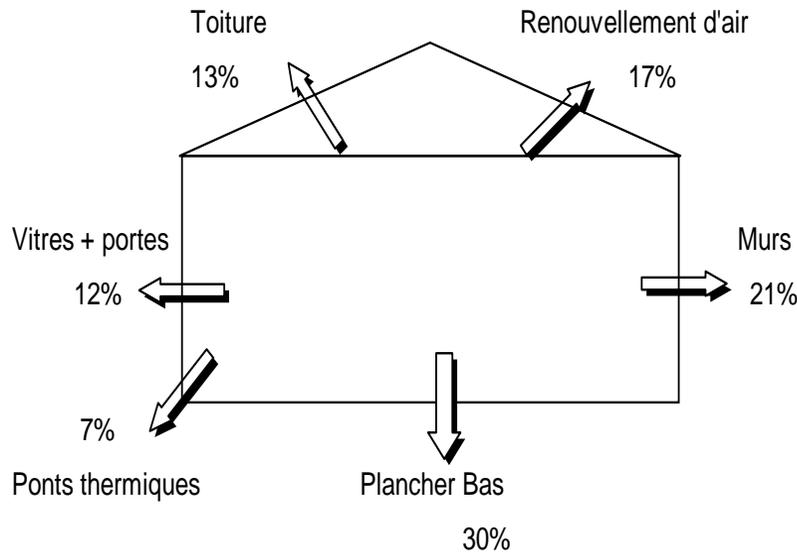


## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

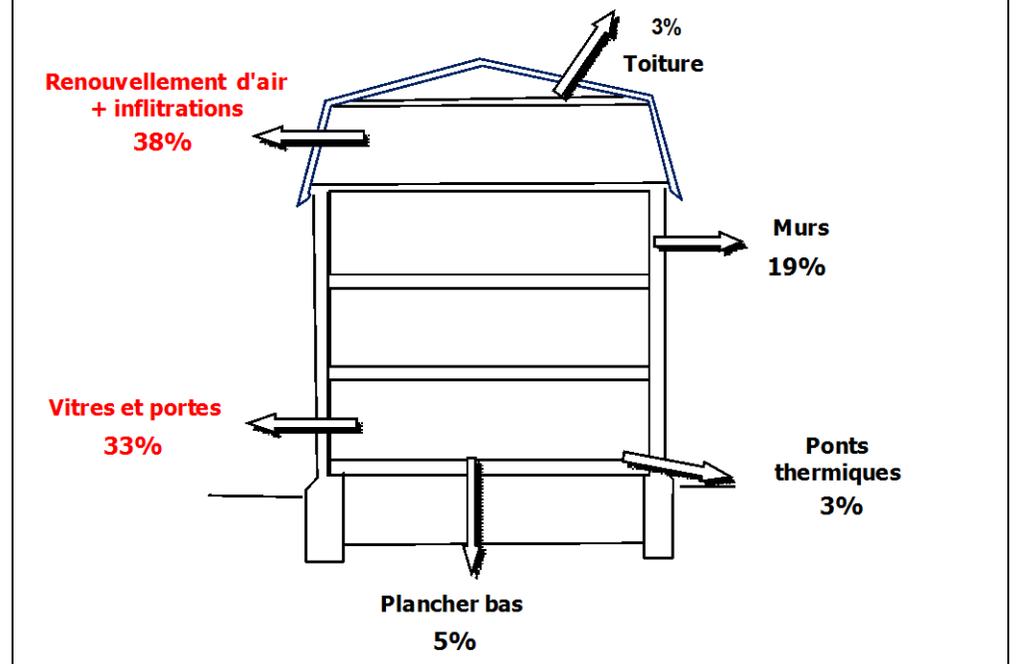
### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment (suite)

Bâtiment 1996 avec isolation homogène des parois



Bâtiment neuf (RT2012) ou existant avec réhabilitation à haute performance énergétique



## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l'enveloppe du bâtiment (suite)

- Toiture :

→ Identifier le type de toiture et le niveau d'isolation existant

- Toiture isolée de façon homogène ?
- Épaisseur d'isolant :
  - 10 cm = insuffisant pour les combles
  - **30 cm = niveau d'isolation RT 2012 recommandé**
- Age de l'isolation :
  - 10 ans = performances divisées par 2



source : ADEME

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

- Toiture (suite) :

→ Proposer une isolation : fixée sous toiture ou déroulée sur plancher

État des lieux	Action	% Éco	Tps de retour
Combles aménagés et insuffisamment isolés	Pose d’un isolant fixé sous toiture épaisseur minimale 20 cm	<b>Jusqu’à 40 %</b>	<b>Inférieur à 20 ans</b>  <b>Inférieur à 3 ans si combles non aménageables non isolés</b>
Combles non aménagés et insuffisamment isolés	Pose d’un isolant en rouleau déroulé sur solives ou en vrac épaisseur minimale 30 cm		
Toiture terrasse ancienne	Réfection de l’étanchéité et de l’isolation par pose d’un isolant rigide type polyuréthane épaisseur minimale 15 cm		

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

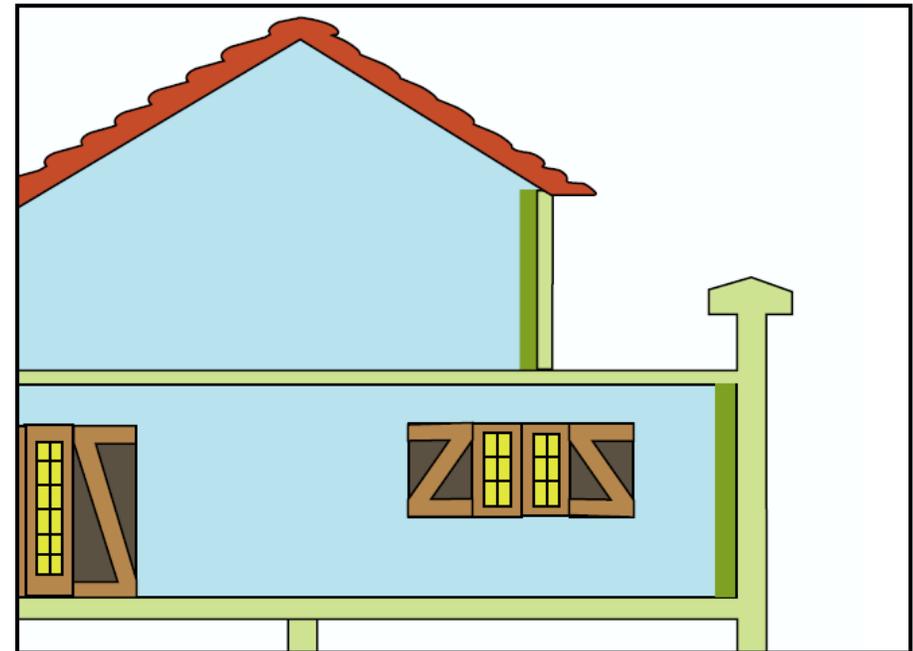
### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l'enveloppe du bâtiment (suite)

- Murs :

→ Identifier sa situation dans le bâtiment et le niveau d'isolation existant

- Le mur non isolé donne-t-il sur l'extérieur, un local non chauffé ?
- Épaisseur d'isolant :
  - **10 cm = niveau d'isolation RT 2000 minimum recommandé**
  - 12 cm = niveau d'isolation RT2005



## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

- Murs (suite) :

Action	Avantage	Inconvénient	% Éco	Tps de retour
Isolation par l’extérieur épaisseur minimale 15 cm	Lorsqu’un ravalement est programmé, le surcoût d’isolation est faible Pas de réduction de la surface habitable <b>Possible en site occupé</b>	Mise en œuvre longue : échafaudage, préparation des supports	<b>Jusqu’à 40 %</b>	Variable selon nature de l’isolation
Isolation par l’intérieur épaisseur minimale 12 cm	Possibilité d’isoler pièce/pièce	Perte de surface habitable Déplacement des canalisations, prises et émetteurs de chaleur Finitions à refaire Augmentation des ponts thermiques		<b>Inférieur à 20 ans</b>

➔ **PRÉCAUTIONS** : Ne jamais poser un isolant sur une paroi humide

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

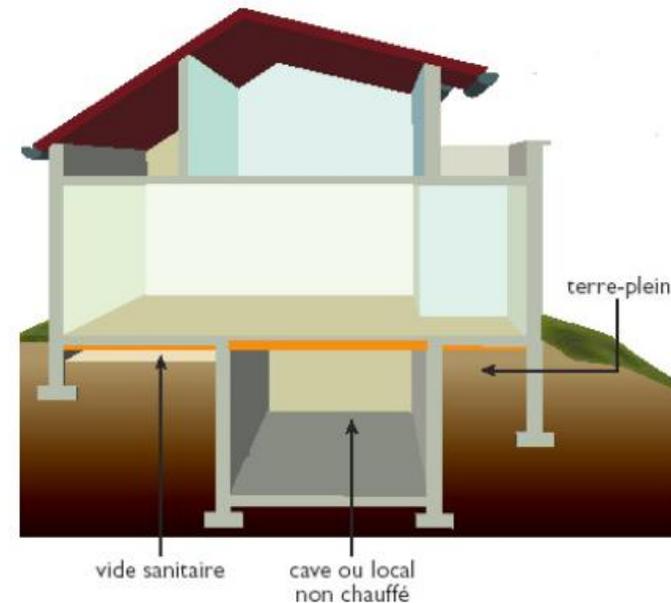
### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l'enveloppe du bâtiment (suite)

- Plancher bas :

→ Identifier sa situation dans le bâtiment et le niveau d'isolation existant

- Le plancher non isolé est-il sur vide sanitaire ou sur local non chauffé ?
- Si le plancher est sur terre plein : une rénovation lourde est-elle envisagée ?
- Si le plancher est sur vide sanitaire : est-il accessible ?
- Épaisseur d'isolant :
  - **15 cm = niveau d'isolation RT 2012 minimum recommandé**
  - 12 cm = niveau d'isolation RT2005



source : ADEME

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

- Plancher bas (suite) :

→ **Proposer une isolation**

État des lieux	Action	% Éco	Tps de retour
Plancher non isolé sur local non chauffé accessible	Isolation en sous face du plancher épaisseur minimale 12 cm	Jusqu'à 20 %	Inférieur à 10 ans

#### → **PRÉCAUTIONS :**

- Mise en œuvre évitant toute remontée d’eau du sol vers le bâtiment
- Les entrées d’air du vide sanitaire ne doivent jamais être obstruées

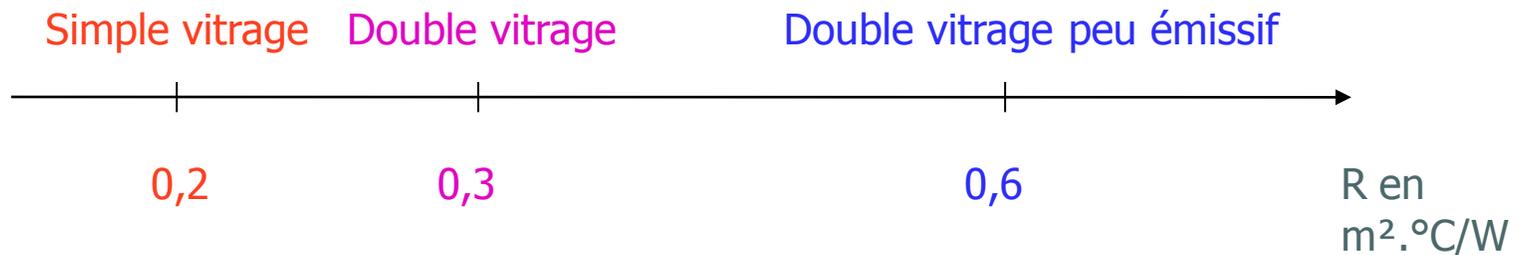
## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

- Baies :

→ Identifier la part de surface vitrée, le type de vitrage et de menuiserie



→ Isolation d’un mur = Résistance multipliée par 10

→ Remplacement d’une fenêtre = Résistance multipliée par 2 à 3

**Uw recommandé :**

**1,7 W/m².k = niveau d’isolation RT2012**

2,1 W/m².k = niveau d’isolation RT2005

Uw (W/m².°C)	Bois PVC	Aluminium	Aluminium + rupture pont
Simple vitrage	6,0	6,0	6,0
Double vitrage 4/6/4	3,0	3,6	3,4
Double vitrage 4/12/4	2,2	3,2	3,0
Double vitrage 4/12/4 + gaz	2,1	3,1	2,9
Double vitrage 4/16/4 + gaz	2,0	3,0	2,8

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

- Baies (suite) :

→ **Proposer un remplacement**

État des lieux	Action	% Éco	Tps de retour
Simple vitrage avec menuiseries peu étanches à l’air	Pose d’une fenêtre de rénovation sur le dormant existant avec double vitrage peu émissif	<b>Jusqu’à 15 %</b>	<b>Jusqu’à 90 ans</b>

→ **PRECAUTIONS** : Prévoir des entrées d’air sur les menuiseries

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment (suite)

- Ventilation :

#### → Identifier les anomalies

- La ventilation est-elle suffisante :
  - Présence d’entrées d’air et les bouches d’extraction sont-elles obstruées ?
  - Présence de moisissures ou de dégradations à température normale de chauffage ?
- La VMC fonctionne-t-elle correctement :
  - Ventilation (VMC) bruyante ?
  - Courants d’air au niveau des entrées d’air

→ **MISE EN GARDE** : Proscrire une VMC si présence d’un appareil de combustion raccordé à un conduit de fumée fonctionnant en tirage naturel

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment (suite)

- Résultat sur le collège de Treignac



Externat



Externat

- Isolation de **460 m<sup>2</sup> de toiture** (externat), par rouleaux de 30 cm de laine de verre à plat, 20 €/m<sup>2</sup>
- Isolation par l’extérieur de **940 m<sup>2</sup> de murs extérieurs** (externat), sur ossature par panneaux de polystyrène de 12 cm, 150 €/m<sup>2</sup>
- Isolation de **392 m<sup>2</sup> de planchers bas** (externat : 348 m<sup>2</sup> et bâtiment administratif : 44 m<sup>2</sup>), par panneaux de polystyrène de 12 cm, 50 €/m<sup>2</sup>

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.1 Améliorer l’enveloppe du bâtiment

- Résultats sur le collège de Treignac (suite)

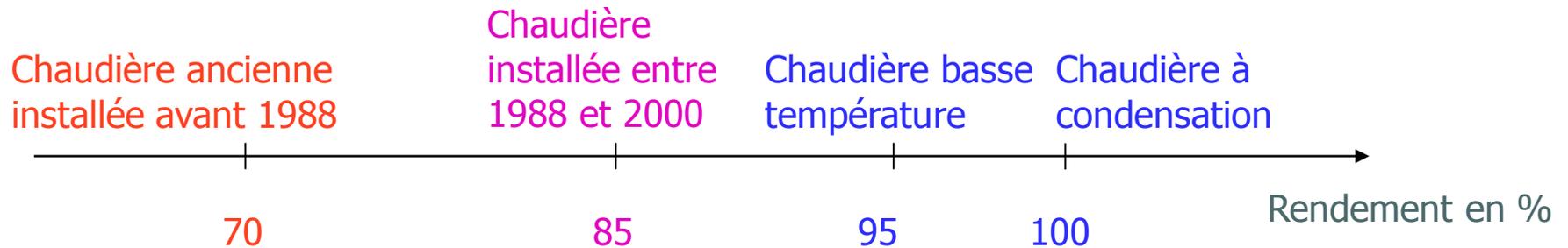
État des lieux	Actions	Gains			Investissements	Temps de retour
		Énergétique	Économique	Environnemental	Surcoût	
		kWh/an	€ TTC/an	Kg CO2/an	€ HT	
Toiture insuffisamment isolée	Toitures : isolation des combles	29 000	<b>1 900</b>	7 100	<b>9 200</b>	<b>5</b>
Murs extérieurs non isolés	Parois : isolation par l'extérieur des murs extérieurs	136 700	<b>9 000</b>	33 500	<b>140 000</b>	<b>15</b>
Pas d'isolation des planchers donnant sur vide sanitaire	Planchers bas : isolation en sous face des planchers donnant sur vide sanitaire	54 900	<b>3 600</b>	13 400	<b>20 000</b>	<b>6</b>

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.2 Améliorer la performance des systèmes et leur régulation

- Performance d’une chaudière : mesurée par son rendement (%)



Chaudière	Classique vieille	Classique	Basse température	Condensation
Note	1	2	3	4
<b>Brûleur</b>	1 allure	2 allures vieilles	2 allures	2 allures modulants
Note	1	2	3	4
<b>Pompe de circulation</b>	Simple vieille	Double vieille	Double	Double VAV
Note	1	2	3	4
<b>Calorifugeage</b>	Sans	Plâtre vieux/dégradé	Plâtre ou isolant vieux/dégradé	Isolant
Note	1	2	3	4

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.2 Améliorer la performance des systèmes et leur régulation (suite)

- Performance de la régulation
  - Réguler c’est adapter la température intérieure selon les besoins :
    - En fonction de la **température extérieure**, et en **complément** en fonction de la **température intérieure**,
    - Au niveau de la chaufferie (**thermostat extérieur ou d’ambiance**), et en **complément** au niveau des émetteurs (**robinets thermostatiques**).

Émetteur eau chaude	Fonte vieux	Fonte	Acier sans tête	Acier avec tête ou plafond rayonnant	Plancher chauffant
Note	1	2	3	4	5
Émetteur élec.	Convecteur	Convecteur avec prog	Panneau rayonnant	Panneau rayonnant avec prog	Plancher chauffant
Note	1	2	3	4	5

- Réseau de distribution

Régulation	HS	Fonction de Température Extérieure	Fonction de la température extérieure et de l’ambiance	Idem avec robinets thermostatiques
Note	1	2	3	4

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.2 Améliorer la performance des systèmes et leur régulation (suite)

- Proposer une ou des recommandations

État des lieux	Action	% Éco	Tps de retour
Chaudières actuelles anciennes	Remplacement des chaudières actuelles par des chaudières à condensation	Jusqu'à 30 %	Inférieur à 12 ans
Brûleurs à 2 allures			
Pompes doubles anciennes	Remplacement par des pompes à variation électronique de vitesse VEV à haut rendement	Jusqu'à 30 % par pompe	Inférieur à 10 ans
Absence de robinets thermostatiques sur les radiateurs	Mise en place de têtes thermostatiques inviolables	Jusqu'à 5 %	Inférieur à 8 ans

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.2 Améliorer la performance des systèmes et leur régulation (suite)

- Résultat sur le Collège de Treignac
  - Remplacement des chaudières en fin de vie (2 x 300 kW) par des **chaudières à condensation**, équipées de brûleurs modulants, surcoût total de 7 200 € HT.



Chaufferie externat

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.2 Améliorer la performance des systèmes et leur régulation

- Résultat sur le Collège de Treignac (Suite)

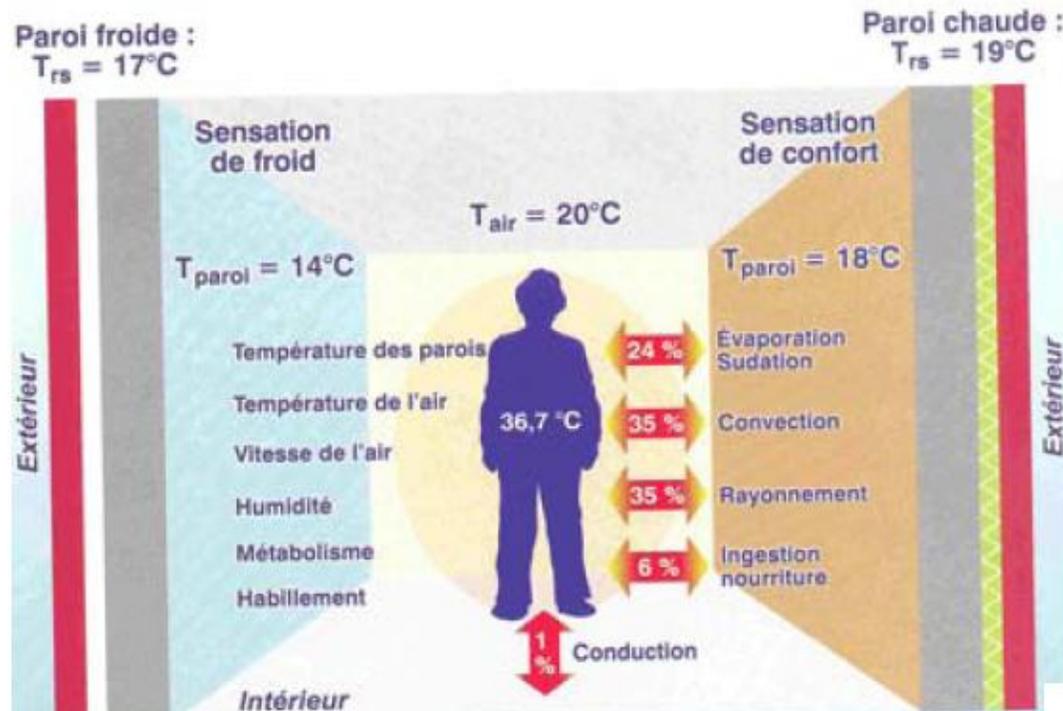
État des lieux	Actions	Gains			Investissements	Temps de retour
		Énergétique	Économique	Environnemental	Surcoût	
		kWh/an	€ TTC/an	t CO2/an	€ HT	années
Chaudières actuelles anciennes	<b>Production de chaleur : Remplacement des chaudières actuelles par des chaudières à condensation et mise en place de brûleurs à allure modulante</b>	63 000	4 200	15	5 000	2
Brûleurs à 2 allures						
Pompes doubles anciennes	<b>Pompes : remplacement des pompes anciennes par des pompes VEV à haut rendement</b>	4 600	500	8	5 900	12

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale d'une école ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage » (suite)

#### II.3.5 Résoudre les problèmes d'inconfort

- *Notion de confort thermique*



→ L'isolation limite l'effet de paroi froide en hiver (paroi chaude en été)

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage » (suite)

#### II.3.3 Améliorer la programmation

- Programmer c’est rendre **automatique** la mise en marche, l’arrêt, la réduction et la relance du chauffage
- Programmer, c’est **adapter le fonctionnement** des équipements (chauffage, ventilation) **aux besoins**

#### → Besoins :

##### → Bonne qualité de l’air dans les locaux pendant leur occupation

##### Si la ventilation mécanique est suffisante :

- couper la ventilation 2h après le départ des usagers
- La redémarrer au moment au début de l’utilisation des locaux
- Pour les sanitaires : ne le couper que le weekend ou jamais

Action : Installation d’une horloge permettant l’arrêt de la ventilation (1 par caisson de ventilation) : coût de 100 à 200€, TRB > 2 ans

##### Si la ventilation est insuffisante :

- Ne pas arrêter la ventilation existante.

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage » (suite)

#### II.3.3 Améliorer la programmation

##### → Besoins :

→ Température de chauffage suffisante suivant les locaux et l’activité des personnes **pendant leur occupation (bureaux : occupés 40% de l’année)**

Type de locaux	Locaux récent isolé	Locaux isolés avec fenêtres simple vitrage	Locaux non isolés avec fenêtres simple vitrage
Température de chauffage moyenne suffisante <b>EN OCCUPATION</b>	20°C	21°C	22°C
Température de chauffage moyenne suffisante <b>hors OCCUPATION</b>	Chauffage et ventilation coupé	- 3 à - 7°C	- 3 à - 8°C

→ Température de non chauffe (Quand le programmeur le permet)

- 19°C en occupation (les apports interne de chaleur suffisent à apporter les °C supplémentaires pour rassurer le confort des usagers)

- 15°C en inoccupation

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage » (suite)

#### II.3.3 Améliorer la programmation

État des lieux	Actions	% Éco	Tps de retour
Vérifier si les horaires et les températures de consigne de la programmation du chauffage sont bien réglées	Réduction de la température de consigne de 3 à 5°C hors période d’occupation	Jusqu’à 10 %	Nul
S’assurer que les ventilateurs et les pompes ne fonctionnent que si nécessaire	Mise en place d’une horloge marche/arrêt	Jusqu’à 30 % Par ventilateur / pompe	Inférieur à 2 ans

- ➔ **Un abaissement de la température de consigne de 1°C sur 24 h permet d’économiser 5 à 10% de consommation sur le chauffage**
- ➔ **Arrêter le chauffage 1h avant la fin de l’occupation des locaux, c’est qqes % d’économies sans diminution du confort**
- ➔ **Arrêter la ventilation 2h après la fin de l’occupation des locaux, c’est 5 à 10% d’économies**

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage » (suite)

#### II.3.4 Améliorer les comportements : quelques exemples

- Ne pas **ouvrir les fenêtres** quand il fait trop chaud (diminuer plutôt le chauffage)
- Vérifier si les **robinets thermostatiques** sont bien réglés
- **Arrêter les ventilateurs** d'extraction lorsque la pièce est inoccupée, en particulier dans les salles de réunion
- Déterminer s'il y a des plaintes concernant l'**inconfort**, déterminer si celles-ci est dues :
  - Au comportement des usagers (personnes en t-shirt en hiver, etc.)
  - Au métabolisme (personnes ayant toujours chaud/froid, etc.)
  - A l'emplacement : à coté d'une fenêtrés anciennes peu étanche à l'air
  - A l'installation : mauvais équilibrage, partie de bâtiment sous-chauffé

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ?

### II.3- Optimiser le poste « chauffage »

#### II.3.5 Résoudre les problèmes d’inconfort (suite)

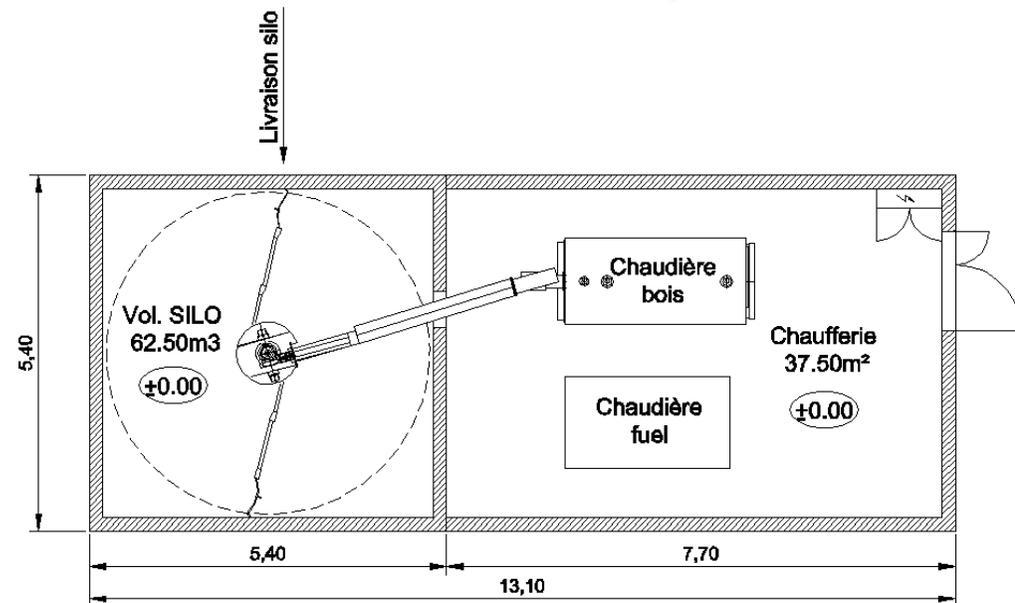
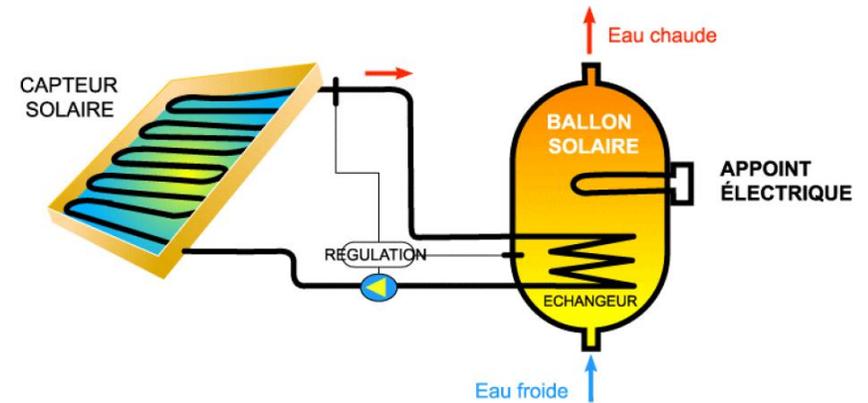
- En confort d’été, les mesures prioritaires avant la climatisation:
  - Isoler l’enveloppe, limiter les **courants d’air**
  - Installer des **stores extérieurs** ou des casquettes à l’ouest, à l’est, au sud
  - Aérer les locaux avant 10h, fermer les fenêtres après, mettre en place des ventilateurs
  - Mettre en place une surventilation nocturne



## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux ? II.3- Optimiser le poste « chauffage » (suite)

### II.3.6 Faire intervenir les énergies renouvelables

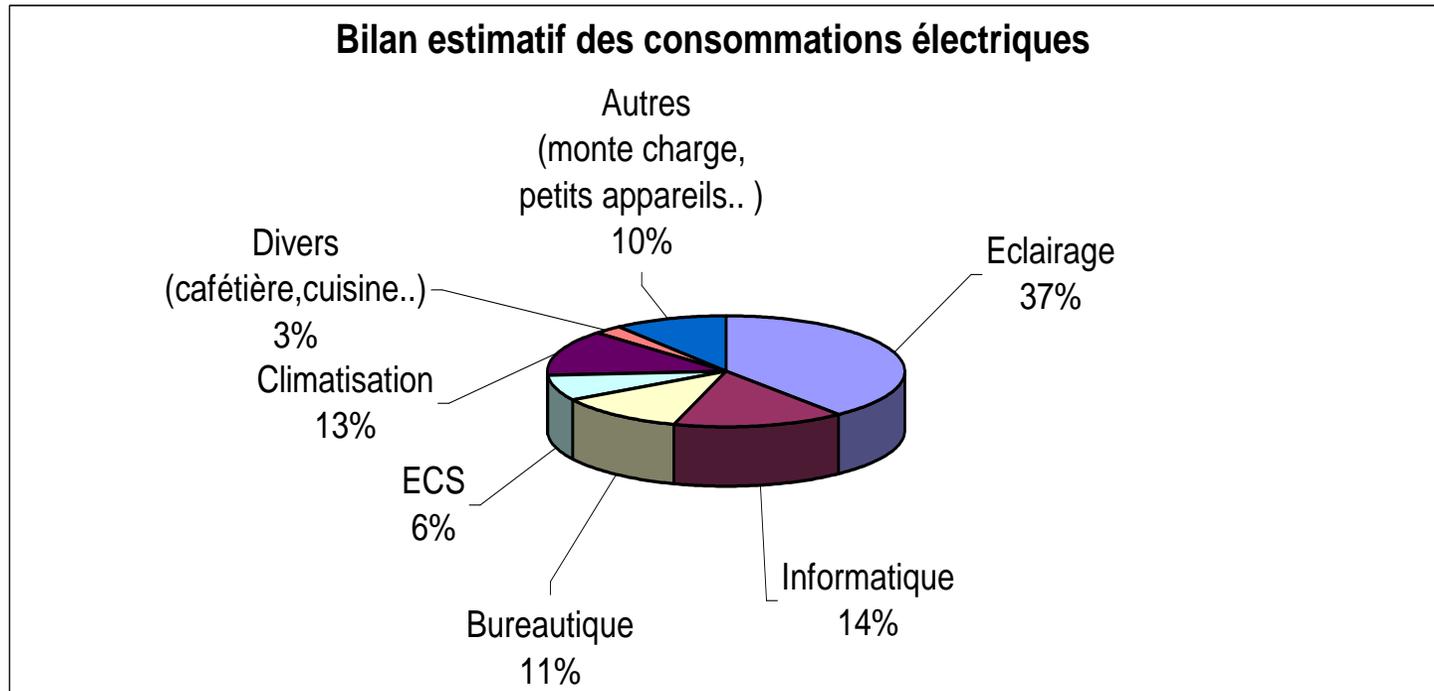
- **Chauffe-eau solaire thermique ou électrique thermodynamique** : pas rentable pour des besoins en eau chaude sanitaire faibles sur l’année.  
 → Solution à étudier quand présence de logements ou de locaux d’hébergement
- Mise en place d’une **chaufferie bois** : si place disponible et conditions d’accès facile



## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale d’une école ? (suite)

### II.4- Optimiser le poste « Electricité »

- Résultat sur la DDT de Sens...



## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale d’une école ?

### II.4- Optimiser le poste « Electricité » (suite)

#### II.4.1 Améliorer la performance de l’éclairage



→ Changement du luminaire avec un luminaire équipé de ballasts électroniques et de tubes T5 = environ 40% d’économie d’énergie et une durée de vie du ballast prolongée de 12 000 h à 50 000 h et du tube de 14 000 h à 20 000 h

État des lieux	Action	% Éco	Tps de retour
Éclairage majoritairement composé de tubes T8 équipés de ballasts ferromagnétiques	Remplacement par un éclairage plus performant pour les salles les plus utilisées : pose de ballasts électroniques et de tubes T5	<b>Jusqu’à 40 %</b> Par éclairage	<b>Inférieur à 20 ans</b>

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale d'une école ?

### II.4- Optimiser le poste « Electricité »

#### II.4.1 Améliorer la performance de l'éclairage (suite)

- Résultat sur la DDT de Sens...
  - **Remplacement** de 63 **blocs T8** 4\*18W (80€/bloc T5 :3\*14W posé) et de 58 blocs T8 2\*36W (73€/bloc T5 : 2\*28W)
  - Mise en place de LED en remplacement d'halogène, mise en place de système de gestion de l'éclairage
  - **Mesure de sensibilisation des usagers** : des mails, des affiches, du temps du référent énergie pour convaincre et sensibiliser,



Externat

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale d'une école ?

### II.4- Optimiser le poste « Electricité »

#### II.4.1 Améliorer la performance de l'éclairage (fin)

- Résultat sur la DDT de Sens... (suite)

État des lieux	Actions	Gains				Investissements			Temps de retour
		Énergétique		Économique	Environnemental	Préconisé	Référence	Surcoût	
		kWh/an	m²/an	€ HT/an	t CO2/an	€ HT	€ HT	€ HT	années
Éclairage : majorité de T8 équipés de ballasts électroniques	Remplacement de l'éclairage fluorescent par un éclairage plus performant en cas de relampage	6 900	-	<b>850</b>	0.7	16 000	2 000	<b>14 000</b>	<b>16</b>
Éclairage : présence d'ampoules à incandescence* et d'halogène	Remplacement par des ampoules fluo compactes basse consommation ou LED dès que les ampoules sont en fin de vie	600	-	<b>65</b>	0.05	1 200	-	<b>800</b>	<b>10</b>
Bureautique : Gestionnaire d'énergie non utilisé + Sensibilisation	Généralisation du gestionnaire d'alimentation Energy Star associé à un délai de 15 min pour le passage en mode veille	1 600	-	<b>170</b>	0.13	-	-	-	<b>immédiat</b>

*\*Lampes à incandescence = Suite au Grenelle de l'Environnement sont interdites depuis 2010.*

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale d’une école ?

### II.4- Optimiser le poste « Electricité » (suite)

#### II.4.2 Améliorer la performance du parc informatique

État des lieux	Action	% Éco	Tps de retour
Quelques ordinateurs laissés allumés la nuit par oubli	Multiprise à poser et à éteindre le soir	<b>Jusqu’à 20 %</b>	<b>Inférieur à 1 an</b>
Gestionnaire d’alimentation Energy Star non utilisé	Généralisation du gestionnaire d’alimentation Energy Star associé à un délai de 15 minutes pour le passage en mode veille (unités centrale+écran)		

- **EnergyStar** = utilitaire gratuit et facile d’installation, permet de faire d’importantes économies en agissant sur les mises en veille de l’ordinateur
- **Sensibilisation ! Eteignez écrans, ordinateurs, lumières pendant les pauses, le soir, le weekend**
- Les écrans plats = jusqu’à 50% d’économie d’énergie par rapport à des écrans cathodiques standard

## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale d'une école ?

### II.4- Optimiser le poste « Electricité » (suite)

#### II.4.3 Faire intervenir les énergies renouvelables

- Mise en place de **capteurs photovoltaïques intégrés à l'architecture** : rentable si associer à une **rénovation prévue** de la toiture, ou à la mise en place de **casquettes** solaires pour résoudre les surchauffes d'été (coût de rachat optimal de l'électricité par EDF de 10 à 26 c€/ kWh)



## II/ Comment diminuer l'empreinte énergétique et environnementale d'une école ? (suite)

### II.5- Optimiser le poste « Eau »

- **Systemes 3/6L** : permettent de réduire la capacité de la chasse d'eau des toilettes et offrent le choix entre deux types de chasse dont une avec volume d'eau réduit de moitié (investissement de 100 € / système, temps de retour inférieur à 20 ans)
- **Eco plaquettes** : évitent le changement du système de chasse d'eau, volume final de 6L (15€ / écoplaquette, temps de retour inférieur à 10 ans)
- **Temporisation des boutons poussoirs** de type "Presto" (équipent de nombreux points de puisage) : à ajuster
- **Aérateurs** (dispositifs à mettre à l'extrémité des robinets) : économie d'eau pouvant aller jusqu'à 40% (investissement < 10 € / aérateur, temps de retour inférieur à 5 ans)
- **Réduire l'accès à l'ECS** : Limiter l'accès à l'Eau Chaude Sanitaire aux besoins essentielles : nettoyage des locaux, kitchenette. Pas d'accès à l'ECS dans les sanitaires



## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux? (suite)

### II.6- Hiérarchiser les pistes d’amélioration

Action	Préconisations à mettre en œuvre
<b>Réalisation de tous les travaux amortis en 5 ans</b>	<p>Mesure de sensibilisation des usagers</p> <p>Isolation de combles non isolés</p> <p>Gestion du chauffage, de la ventilation et renégociation des contrats.</p> <p>Lavabos: réglage du temps d’écoulement des boutons poussoirs + mise en place d’aérateurs</p>
<b>Réalisation de tous les travaux amortis en 10 ans</b>	<p>Travaux en chaufferie (chaudière), sur les équipements de chauffage (robinet thermostatique, pompes)</p> <p>Travaux simple d’isolation : Plancher bas donnant sur des garages, l’extérieur</p> <p>Chaufferie bois (dans certains cas)</p> <p>Equipements d’éclairage : Lampe fluocompact, LED, gestion, etc.</p>
<b>Réalisation en plus de 20 ans</b>	<p>Réhabilitation du bâti : ITE, changement des fenêtres,</p> <p>Mise en place d’une VMC Double Flux,.</p> <p>Chaufferie bois</p>

## II/ Comment diminuer l’empreinte énergétique et environnementale de bureaux? (suite)

### II.7- Mettre en œuvre les préconisations

- **Mettre en œuvre en interne :**
  - Sensibilisation des utilisateurs des locaux
  - Suivi des prestataires de maintenance
  - Optimisation des contrats de fourniture d’électricité
  - Optimisation des contrats de fourniture de combustible (gaz, fioul)
  - Optimisation des contrats de maintenance
  - Remplacement/Mise en place d’équipement simple (changement de luminaire, éco-plaquette pour les WC,
- **Prestataires externes :** contrat de travaux simple, recrutement d’une maîtrise d’œuvre pour la définition et le suivi des travaux.
- **Prestataires externes :** Contrats avec obligation de résultats (contrat d’exploitation avec intéressements, avec travaux d’amélioration d’efficacité énergétique, etc.