

## Deuxième partie

# LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques  
et à la performance énergétique des bâtiments existants

Généralités

Les 8 points de la RT « élément par élément »

Exemples de rénovation



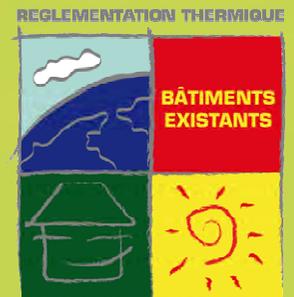
## Deuxième partie

# LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

### Généralités

Les 8 points de la RT « élément par élément »

Exemples de rénovation



## ➔ parc existant résidentiel et non résidentiel

### ⇨ Parcs résidentiel et non résidentiel comparés\*

#### ↑ Parc résidentiel

- 31,5 millions de logements (2,3 milliards de m<sup>2</sup>)
- 514 TWh pour les résidences principales

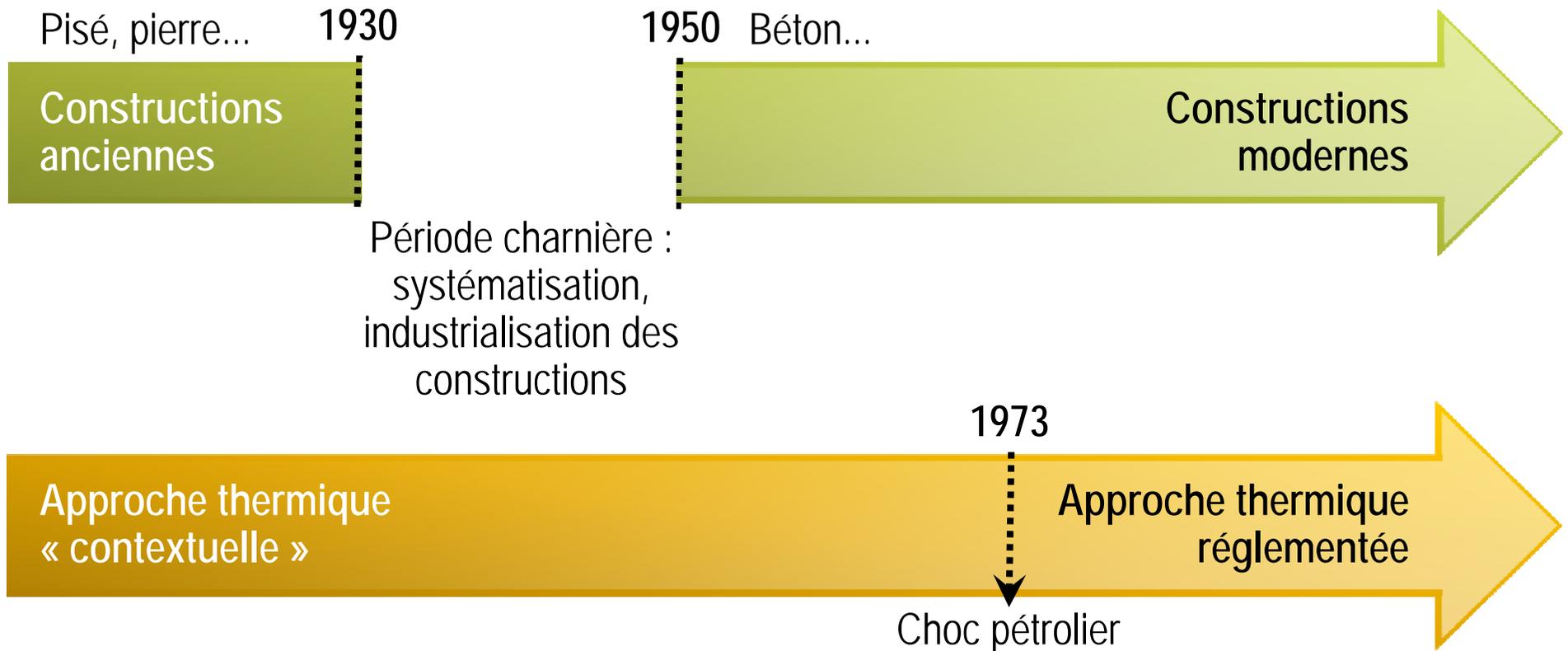
#### ↑ Parc non résidentiel

- 875 millions m<sup>2</sup> de surfaces chauffées
- 221,2 TWh (hors artisanat, armées et éclairage public)

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - GÉNÉRALITÉS

➔ parc existant  
ancien et diversifié

⇨ Matériaux et caractéristiques thermiques diversifiés

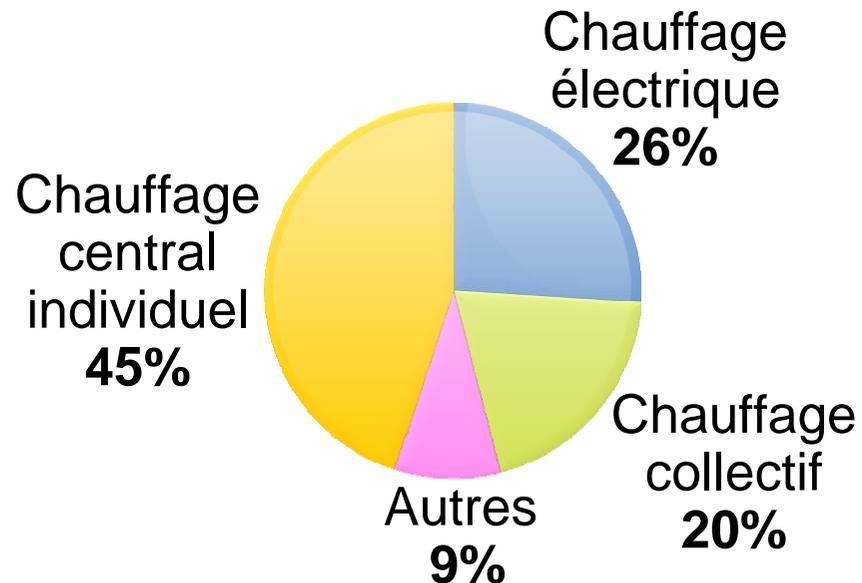
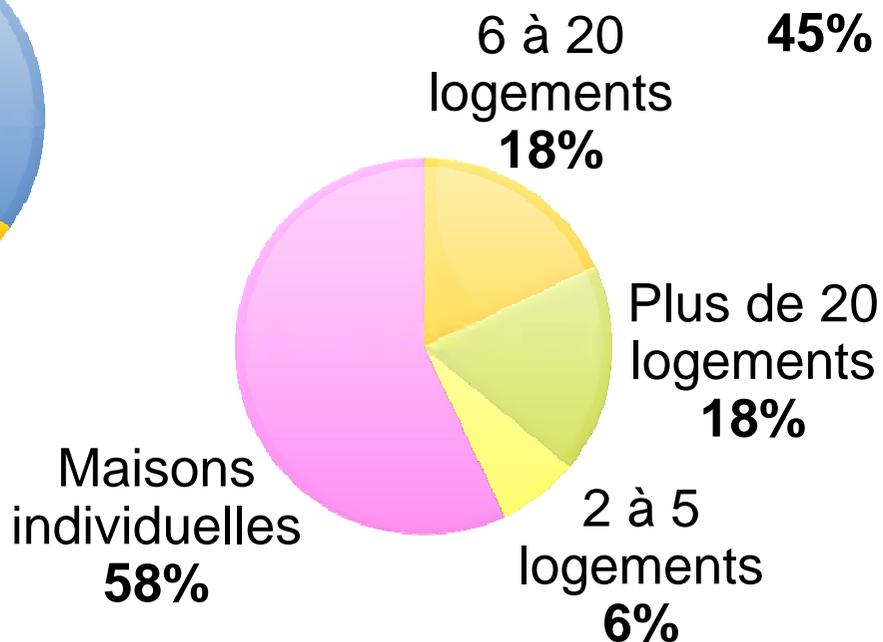
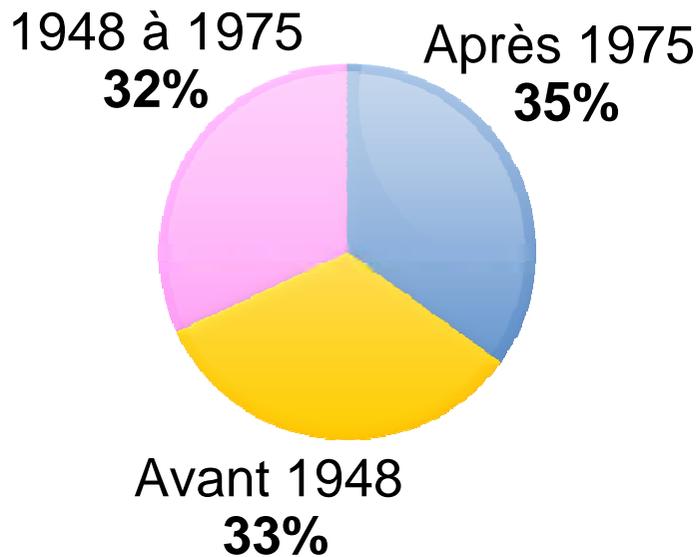


# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » – GÉNÉRALITÉS



parc existant résidentiel  
ancien et diversifié

## ↳ Répartition des logements\*

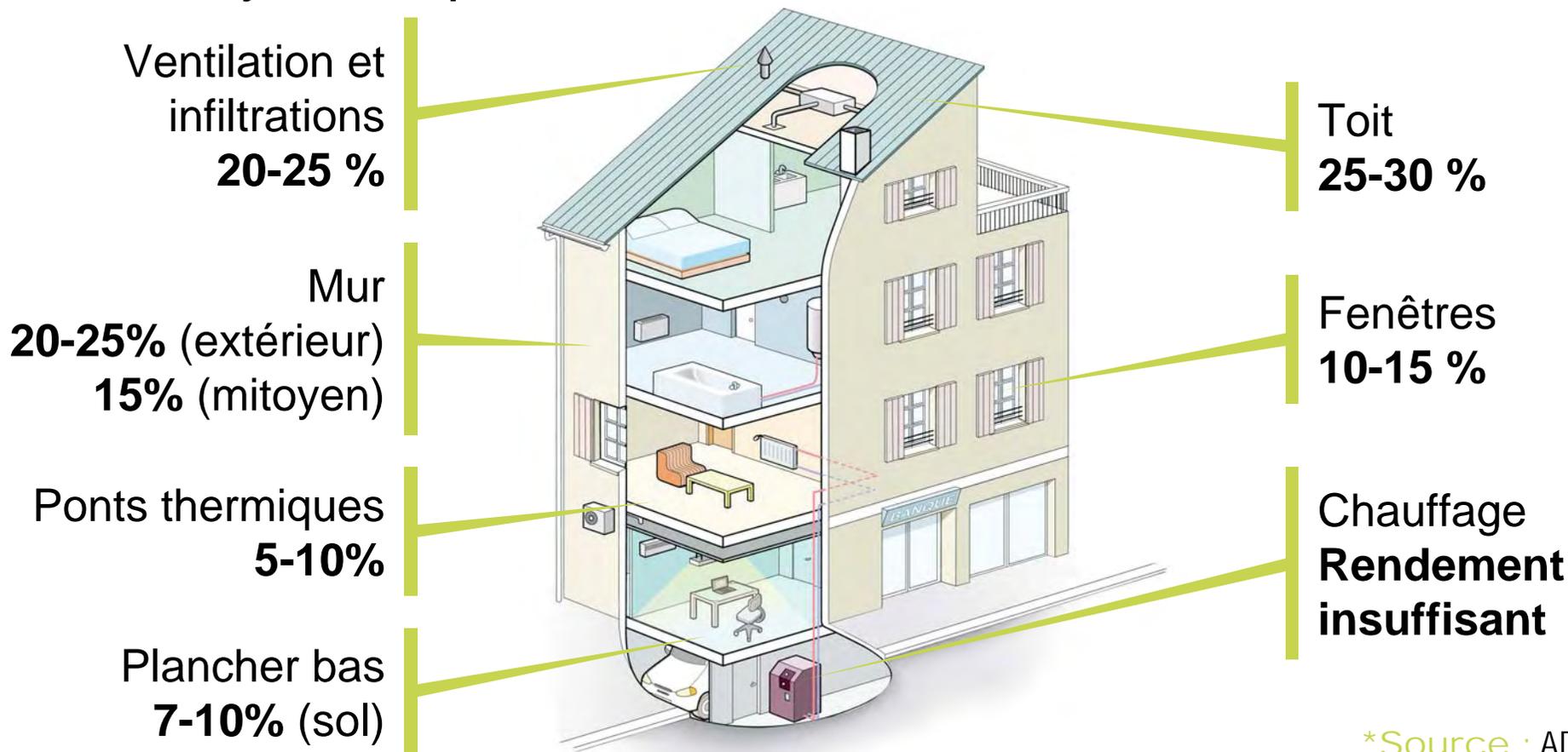


\*Source : Enquête Nationale Logement (24,5 millions de logements)

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - GÉNÉRALITÉS

➔ parc existant résidentiel  
déperditions énergétiques

⇒ Moyennes pour une maison d'avant 1975 non isolée\*

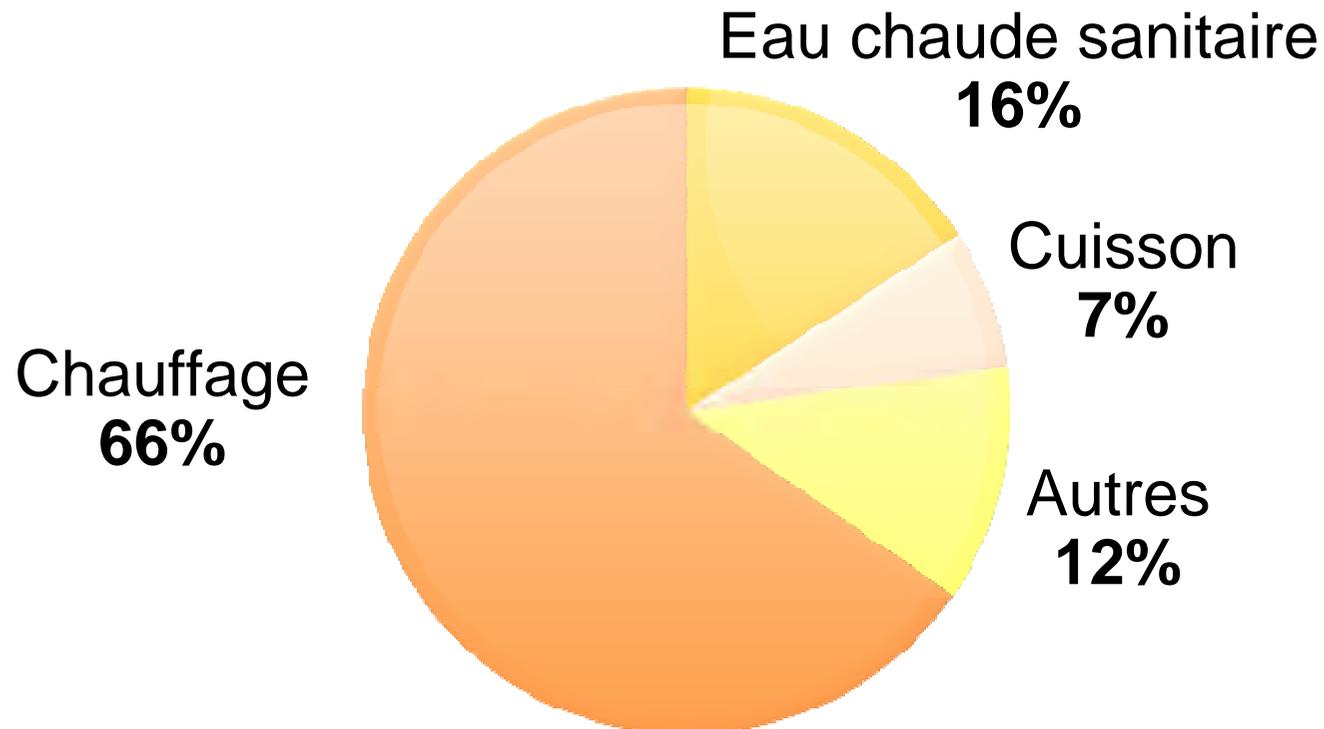


\*Source : ADEME

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » – GÉNÉRALITÉS

➔ parc existant résidentiel  
consommations énergétiques

⇨ Les pourcentages clé

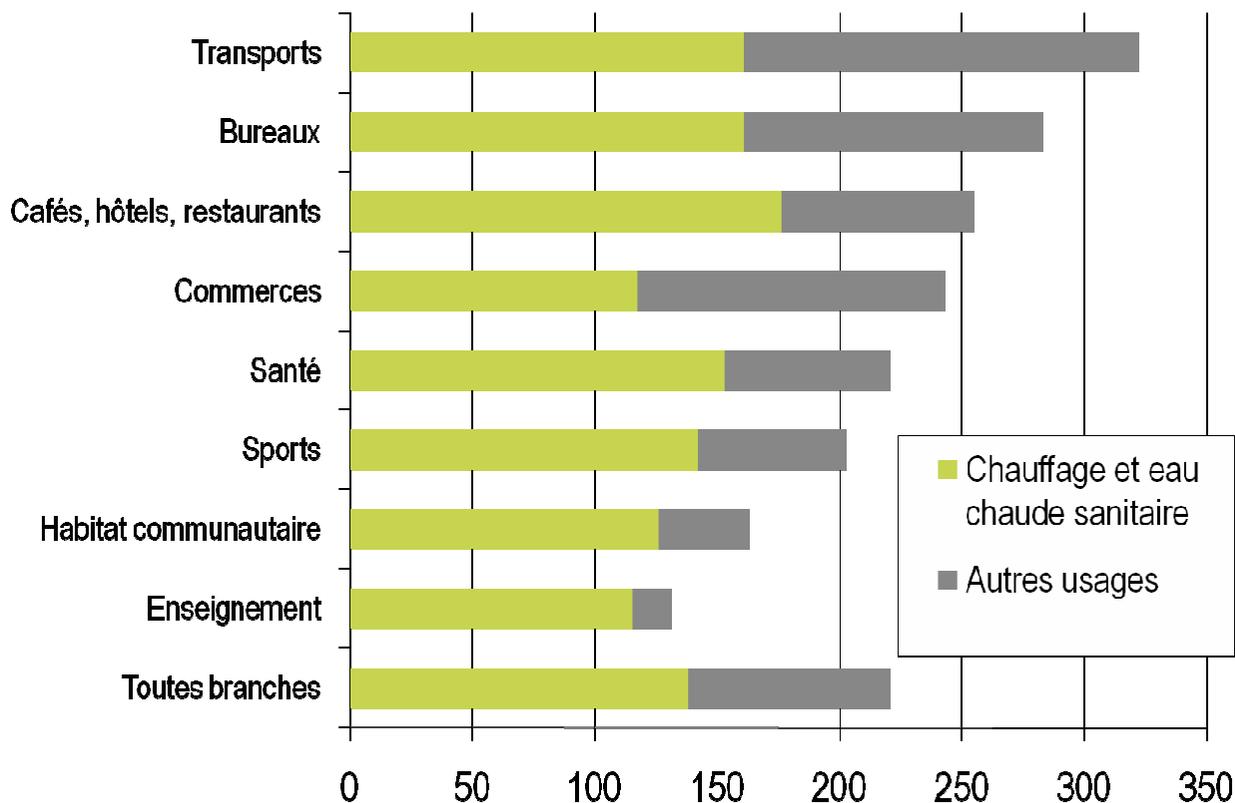


# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - GÉNÉRALITÉS



## parc existant non résidentiel consommations énergétiques

↳ Répartition des consommations par secteur d'activité\* (en kWh<sub>EF</sub>/m<sup>2</sup>an)



↳ En moyenne : 220 kWh<sub>EF</sub>/m<sup>2</sup>an

↳ bureaux  
+ commerces  
+ enseignement  
= 64% des  
surfaces chauffées

\*Source : Chiffres clé ADEME 2006

## LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » – GÉNÉRALITÉS

➔ parc existant non résidentiel  
taux d'équipement de climatisation

⇒ 34% des surfaces non résidentielles, dont :

↑ 56% des bureaux

↑ 37% des commerces

⇒ Bureaux et commerces : plus des deux tiers des surfaces climatisées

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » – GÉNÉRALITÉS

## ➔ champ d'application

➔ Tous les bâtiments existants non soumis à la RT « globale »

Surface hors oeuvre nette (SHON) > 1000 m<sup>2</sup>

SHON < 1000 m<sup>2</sup>

Coût des travaux de rénovation thermique  
> 25% du coût de la construction

Coût des travaux de rénovation thermique  
< 25% du coût de la construction

< 1948

➔ Travaux pour lesquels la date d'acceptation des devis ou de passation des marchés, ou, à défaut, la date d'acquisition des équipements, systèmes et ouvrages, est postérieure au 31 octobre 2007

art. 1 ➔ Exceptions : bâtiments devant garantir des conditions particulières de température, d'hygrométrie ou de qualité de l'air

## ➔ champ d'application

### ⇨ Exemptions possibles

- art. 6 et 15
  - ↑ Pour les bâtiments classés ou inscrits à l'inventaire lorsque les travaux sur l'enveloppe modifient l'aspect extérieur
- art. 7 et 16
  - ↑ En cas de catastrophe naturelle, technologique, actes de vandalisme... pour les travaux sur l'enveloppe
- art. 2
  - ↑ Dans le cas de travaux sur l'enveloppe de bâtiments anciens (matériaux spécifiques)

## ➔ cadre d'application

⇒ Quand ? Lors de travaux de

- Rénovation
- Amélioration
- Installation
- Remplacement

⇒ Quoi ?

- Exigences de caractéristiques thermiques et de performances énergétiques des équipements, ouvrages et systèmes installés ou remplacés

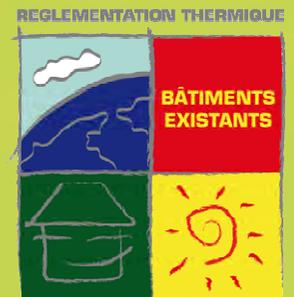
## Deuxième partie

# LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Généralités

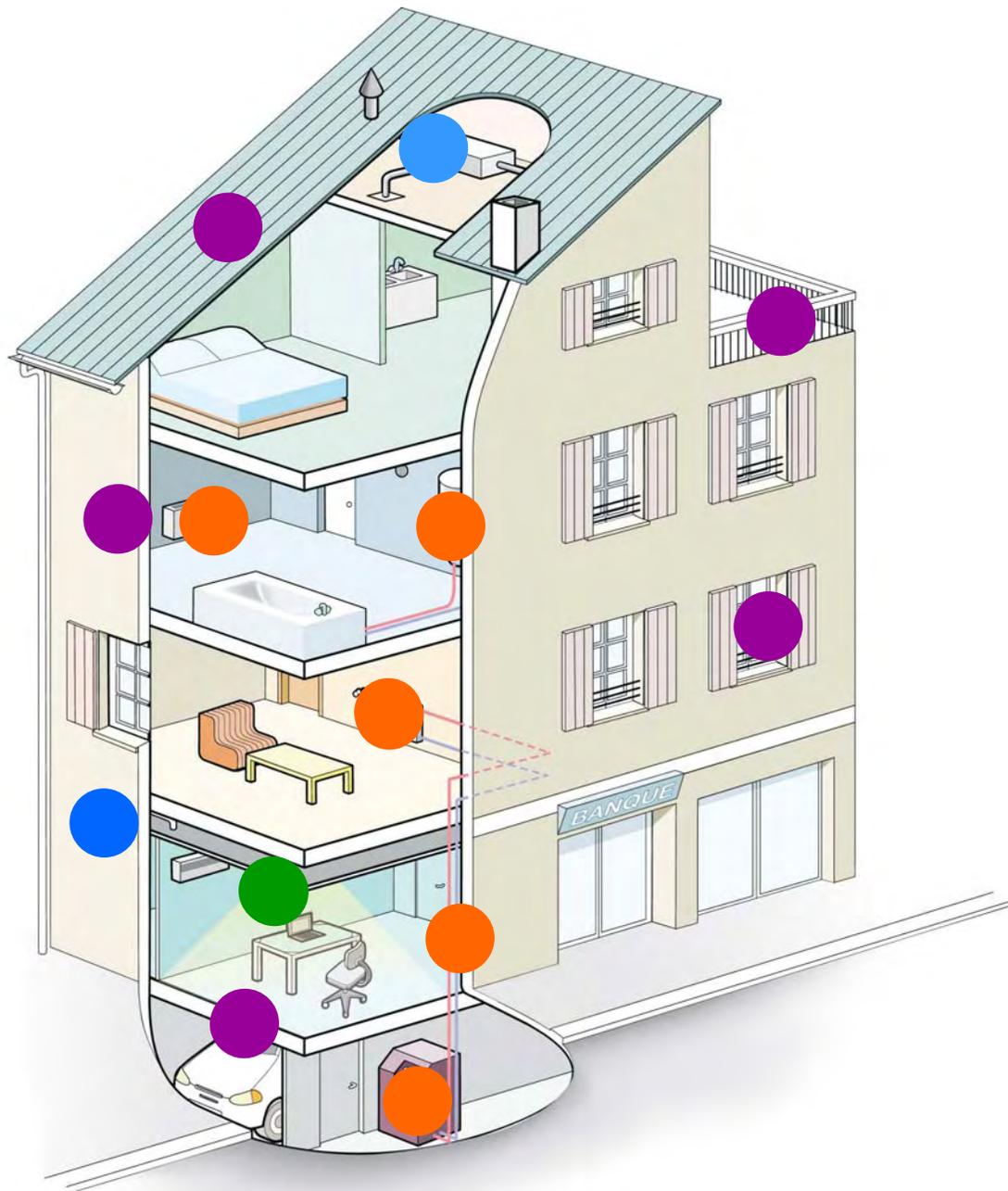
Les 8 points de la RT « élément par élément »

Exemples de rénovation



LES 8 POINTS DE LA  
RT « ÉLÉMENT PAR  
ÉLÉMENT »

- Isolation parois opaques
- Isolation parois vitrées
- Chauffage
- Eau chaude sanitaire
- Refroidissement
- Ventilation mécanique
- Éclairage non résidentiel
- Énergies renouvelables



Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement de  
l'isolation thermique

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

### Isolation parois opaques

Isolation parois vitrées

Chauffage

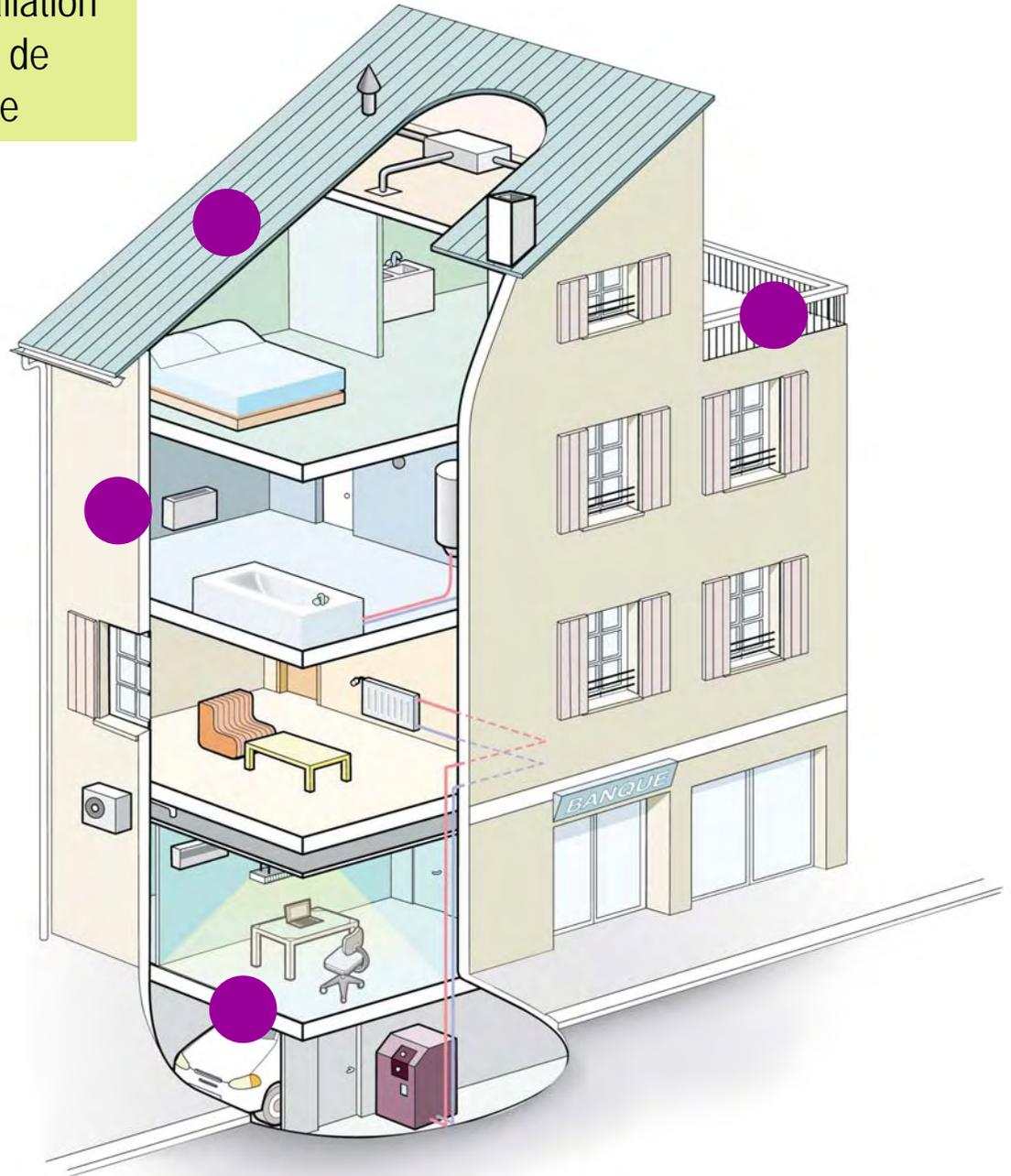
Eau chaude sanitaire

Refroidissement

Ventilation mécanique

Éclairage non résidentiel

Énergies renouvelables



## ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

### ➔ champ d'application

#### art. 2 ⇨ Travaux portant sur :

##### ↑ Les murs

- Béton banché
- Blocs béton ou briques industriels
- Bardages métalliques

##### ↑ Les planchers bas

- Terre cuite
- Béton

##### ↑ Les toitures

- Tous types

## ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

### ➔ principes

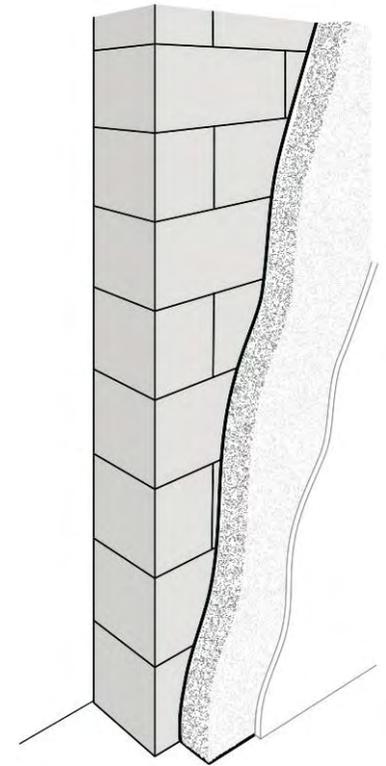
- art. 3 ➔ L'association paroi existante / isolant doit présenter une résistance thermique minimale
- ➔ Des adaptations sont prévues en cas de difficultés techniques (par exemple si les travaux d'isolation entraînent une réduction de plus de 5% de la surface habitable)

## ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

### → une notion de base

#### ⇨ La résistance thermique

- ↑ R (en  $\text{m}^2\text{K}/\text{W}$ )
- ↑ Mesure la capacité intrinsèque d'un matériau à résister au flux de chaleur (ou de froid) entre ses deux faces
- ↑ Si plusieurs couches ou produits successifs sont utilisés pour réaliser une paroi, les résistances thermiques s'ajoutent



# ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

## → une notion de base

### ⇒ La résistance thermique

↑ La résistance thermique utile figure sur l'emballage des produits marqués **CE** ou certifiés

↑ Certifications possibles :



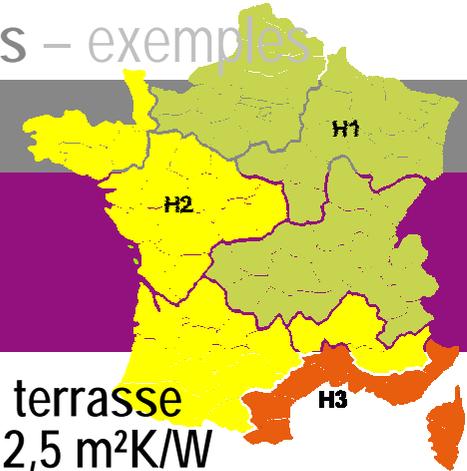
↑ Si l'isolant est interrompu par la présence d'ossatures,

- Ne retenir que 80% de la résistance marquée dans le cas d'une ossature en bois
- 50% dans le cas d'une ossature métallique

SOCIETE		<b>PRODUIT</b>	
Epaisseur / Dicke / Dikte / Thickness (mm)		 <small>Nom ou marque distributrice Adresse déposée du fabricant N° EN de la norme produit Code de désignation CE</small>	
<b>100</b>			
Dimensions / Abmessungen / Afmetingen (mm)		$\lambda_D$ (W/(m.K))	$R_D$ (m <sup>2</sup> .K/W)
<b>1200 x 2700</b>		<b>0,032</b>	<b>3,15</b>
Facing	m <sup>2</sup>	Pc / St	Euroclass
<b>KRAFT</b>	<b>3,24</b>	<b>1</b>	<b>F</b>
		 ACERMI N° 02/000/000 www.acermi.com	
		<b>Code produit</b> Plant:	

# ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

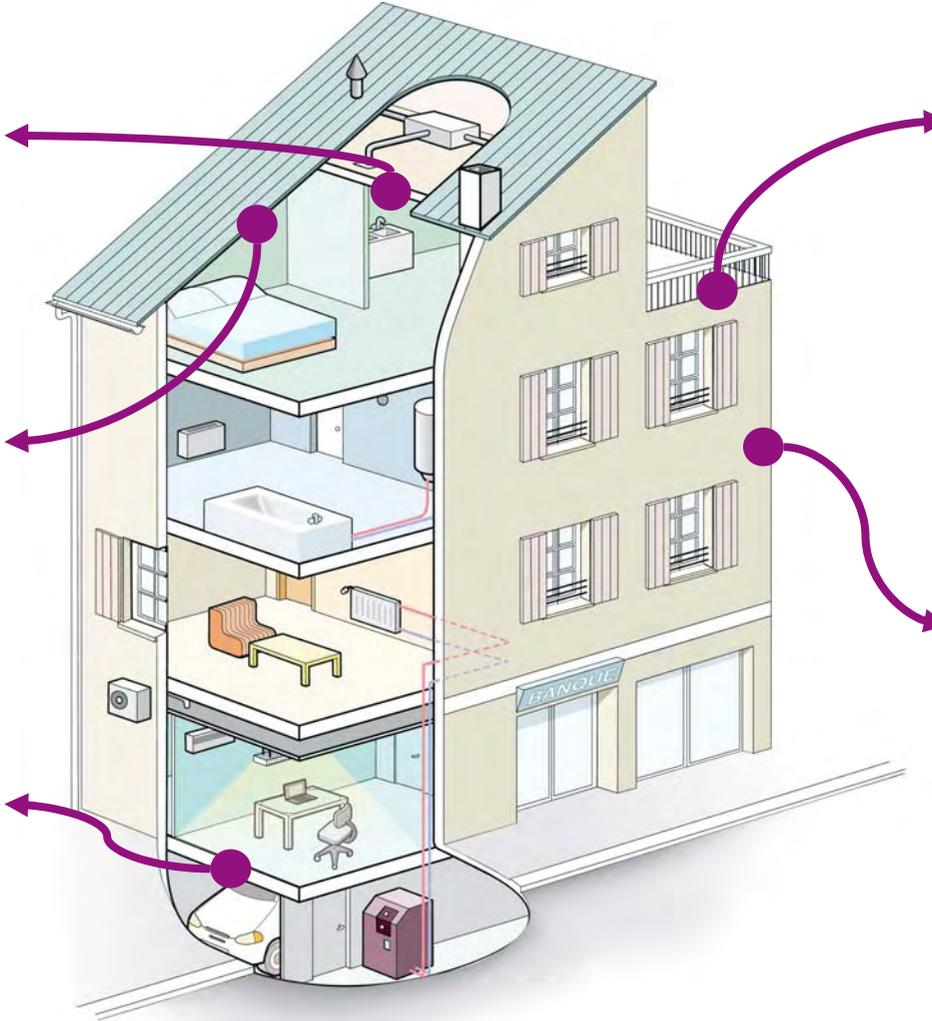
## exigences et solutions possibles zones H1 et H2



**Plancher de combles perdus**  
**R = 4,5 m<sup>2</sup>K/W**  
*Laine minérale ou cellulose soufflée 18 cm*

**Rampant < 60°**  
**R = 4,0 m<sup>2</sup>K/W**  
*Laine minérale ou chanvre déroulée 16 cm*

**Plancher bas sur extérieur ou parking collectif**  
**R = 2,3 m<sup>2</sup>K/W**  
*Dalle béton 20 cm + fibrastyrène 10 cm ou flocage 11 cm*



**Toit terrasse**  
**R = 2,5 m<sup>2</sup>K/W**  
*Dalle béton 20 cm + PUR25 6 cm ou LDR38 9 cm*

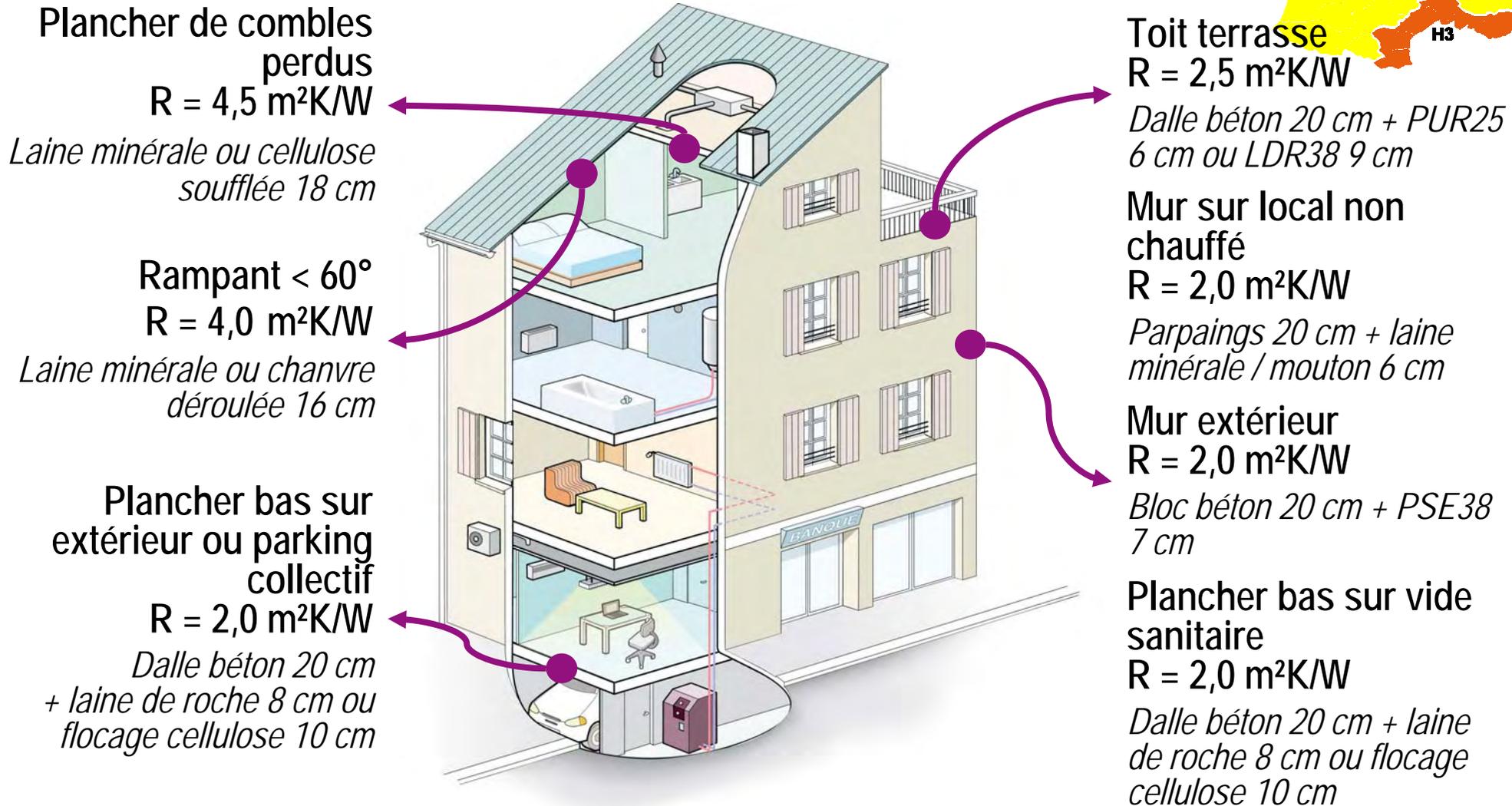
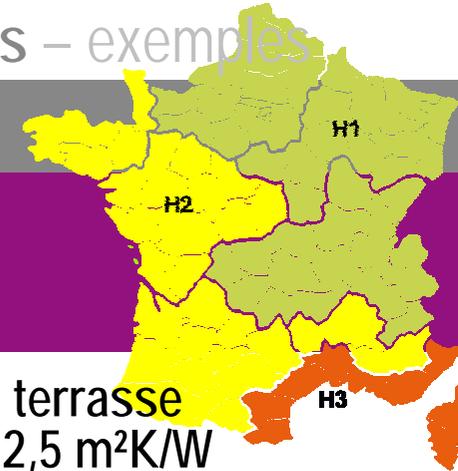
**Mur sur local non chauffé**  
**R = 2,0 m<sup>2</sup>K/W**  
*Parpaings 20 cm + laine minérale / mouton 6 cm*

**Mur extérieur**  
**R = 2,3 m<sup>2</sup>K/W**  
*Bloc béton 20 cm + PSE38 8 cm*

**Plancher bas sur vide sanitaire**  
**R = 2,0 m<sup>2</sup>K/W**  
*Dalle béton 20 cm + laine de roche 8 cm ou flocage cellulose 10 cm*

# ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

## ➔ exigences et solutions possibles zone H3 (à moins de 800 m)



## ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

### ➔ autres exigences

art. 4 ➔ Obligation d'isoler le plancher bas en cas de remplacement ou d'installation d'un plancher bas sur le vide sanitaire

art. 5 ➔ Les travaux ne doivent pas dégrader la qualité de l'air à l'intérieur de l'habitat

↑ Les entrées d'air existantes, hautes et basses, doivent être conservées

Sauf

■ En cas d'installation d'un système de ventilation

## ISOLATION DES PAROIS OPAQUES

### ➔ exemple

➤ Réhabilitation complète de 32 logements locatifs

➤ Résidence « Les Castors » à Bron (69), 2185 m<sup>2</sup>, R+3, 1965

➤ Architecte : Pierre LEVY

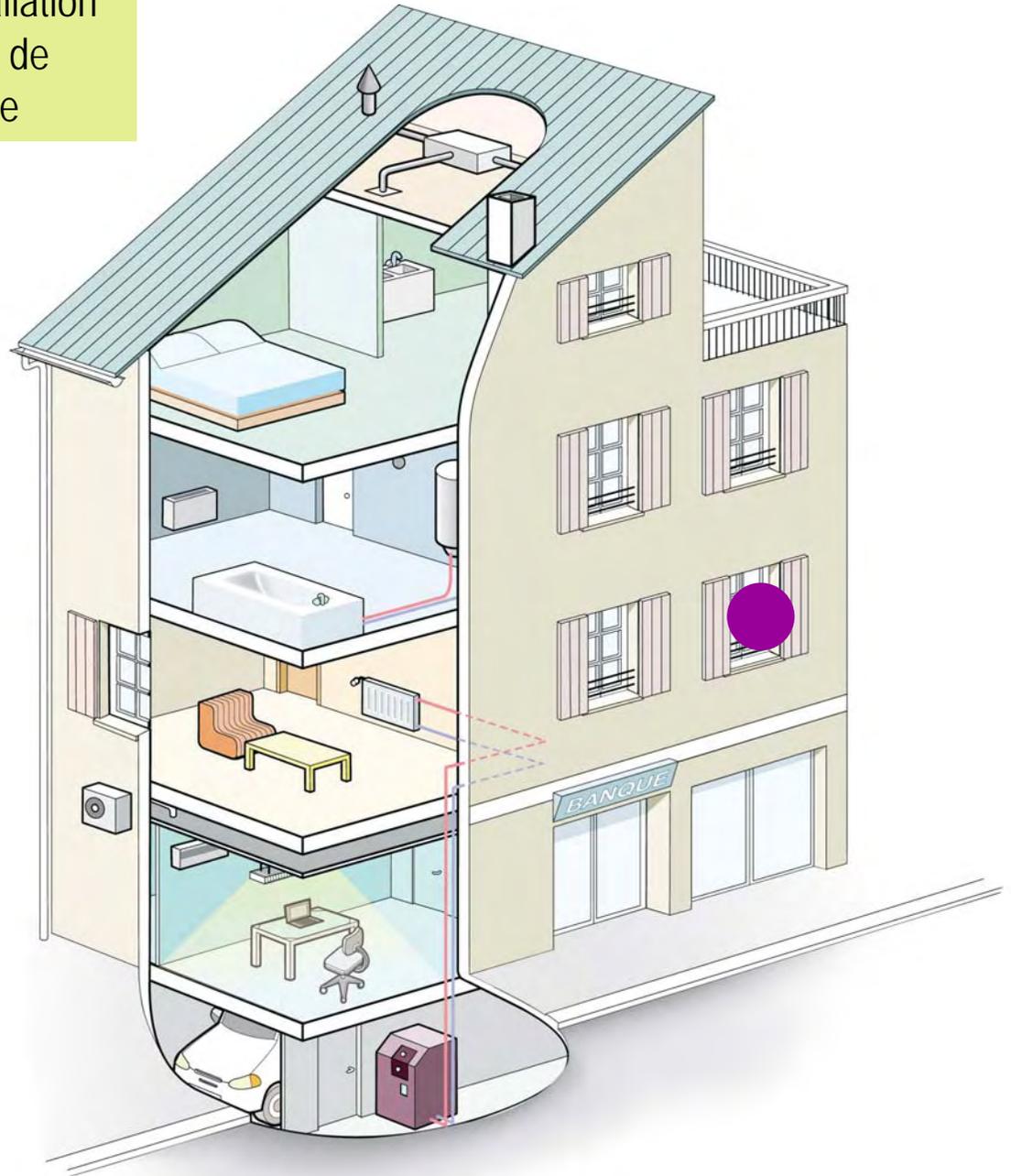
	Gain	Retour sur investissement
Isolation des façades	33%	7 ans
Isolation du sous-sol	20%	2 ans



Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement de  
l'isolation thermique

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques  
**Isolation parois vitrées**  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
Refroidissement  
Ventilation mécanique  
Éclairage non résidentiel  
Énergies renouvelables



## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ champ d'application

art. 8 ➔ Travaux portant sur :

- ➔ Les fenêtres
- ➔ Les portes-fenêtres
- ➔ Les façades rideaux

art. 8 ➔ Exceptions

- ➔ Verrières
- ➔ Vérandas non chauffées
- ➔ Vitrines
- ➔ ...

## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ principes

art. 9 ➔ L'exigence de performance thermique minimale porte sur :

➔ Le vitrage

➔ Et la fenêtre (menuiserie + vitrage)

annexe 4 ➔ On peut valoriser l'apport thermique d'un volet pour respecter les exigences

art. 10 ➔ Des solutions d'ensemble « fenêtre et fermeture » décrits dans l'arrêté sont réputés satisfaire à ces exigences

# ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

## ➔ notions de base

➔ Le coefficient de transmission thermique surfacique

- U (en  $W/m^2K$ )
- Caractérise l'échange thermique entre deux ambiances
- Plus l'isolation est importante, plus U est faible

➔ Terminologie

- Vitrages :  $U_g = U_{\text{glass}}$
- Fenêtres (vitrage + menuiserie) :  $U_w = U_{\text{window}}$
- Fenêtres + volets ou autres fermetures :  $U_{jn} = U_{\text{jour nuit}}$



# ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

## ➔ exigences

### art. 9 ➔ Une double exigence

#### ↑ Fenêtres

##### ■ Fenêtres coulissantes

- $U_w$  inférieur ou égal à  $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### ■ Autres types de fenêtre

- $U_w$  inférieur ou égal à  $2,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
- De manière transitoire, adaptation pour les menuiseries métalliques :  $U_w$  inférieur ou égal à  $2,4 \text{ W/m}^2\text{K}$  jusqu'au 30 juin 2008

#### ↑ Et un « garde fou » pour le vitrage

##### ■ $U_g$ inférieur ou égal à $2,0 \text{ W/m}^2\text{K}$

##### ■ Solutions réputées satisfaire à cette exigence

- Vitrage peu émissif ou à isolation renforcée
- Vitrage certifié TR (thermique renforcé)

## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ autres exigences

#### art. 13 ➔ L'aération du logement

- Fenêtre avec entrée d'air obligatoire incluse, dans les pièces principales (hors salles d'eau etc.)
- Sauf en cas de présence
  - D'une entrée d'air dans la pièce
  - Ou d'un système de ventilation double flux

#### ➔ Le confort d'été

art. 11 ➤ Maintien ou remplacement des protections solaires existantes

art. 12 ➤ Pour les fenêtres de toit, obligation d'installer des protections solaires mobiles extérieures (volets, stores)

## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ autres exigences

art. 14

⇒ Isolation thermique des coffres de volets roulants

↑ Coefficient  $U_c$  ( $U_{\text{coffrage}}$ ) inférieur à  $3 \text{ W/m}^2\text{K}$

↑ Solution répondant à cette exigence

■ 1 cm sur toutes les faces autres que latérales

## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ fenêtres avec menuiserie PVC ou bois

art. 10 ➔ Exemples de configurations réputées satisfaire aux exigences de l'article 9

➔ Double vitrage peu émissif à isolation renforcée

➔ Et menuiserie

■ Menuiserie PVC ou bois non coulissant

- Lame d'air de 12 mm (ou 10 mm de gaz rare)
- Sans fermetures

■ Menuiserie PVC ou bois non coulissant

- Lame d'air de 10 mm (ou 8 mm de gaz rare)
- Avec tout type de fermetures : volets battants, volets roulants en aluminium etc.

## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ fenêtres avec menuiserie métallique

art. 10 ➔ Exemples de configurations réputées satisfaire aux exigences de l'article 9

➔ Double vitrage peu émissif à isolation renforcée

➔ Et menuiserie

■ Menuiserie métallique à rupture de pont thermique

- Avec 14 mm de gaz rare
- Avec tout type de fermetures : volets battants, volets roulants en aluminium, etc.

■ Menuiserie métallique à rupture de pont thermique

- Lame d'air de 10 mm (ou 8 mm de gaz rare)
- Avec une fermeture d'isolation au moins équivalente à un volet roulant PVC

## ISOLATION DES PAROIS VITRÉES

### ➔ impact

⇨ Réhabilitation complète de 32 logements locatifs

➤ Résidence « Les Castors » à Bron (69), 2185 m<sup>2</sup>, 1965

➤ Architecte : Pierre LEVY

	Gain	Retour sur investissement
Isolation des façades	33 %	7 ans
Isolation du sous sol	20 %	2 ans
Menuiseries PVC	23 %	9 ans
Sous total enveloppe	48 %	
Global	58 %	9-10 ans

Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement du  
système de chauffage

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques

Isolation parois vitrées

Chauffage

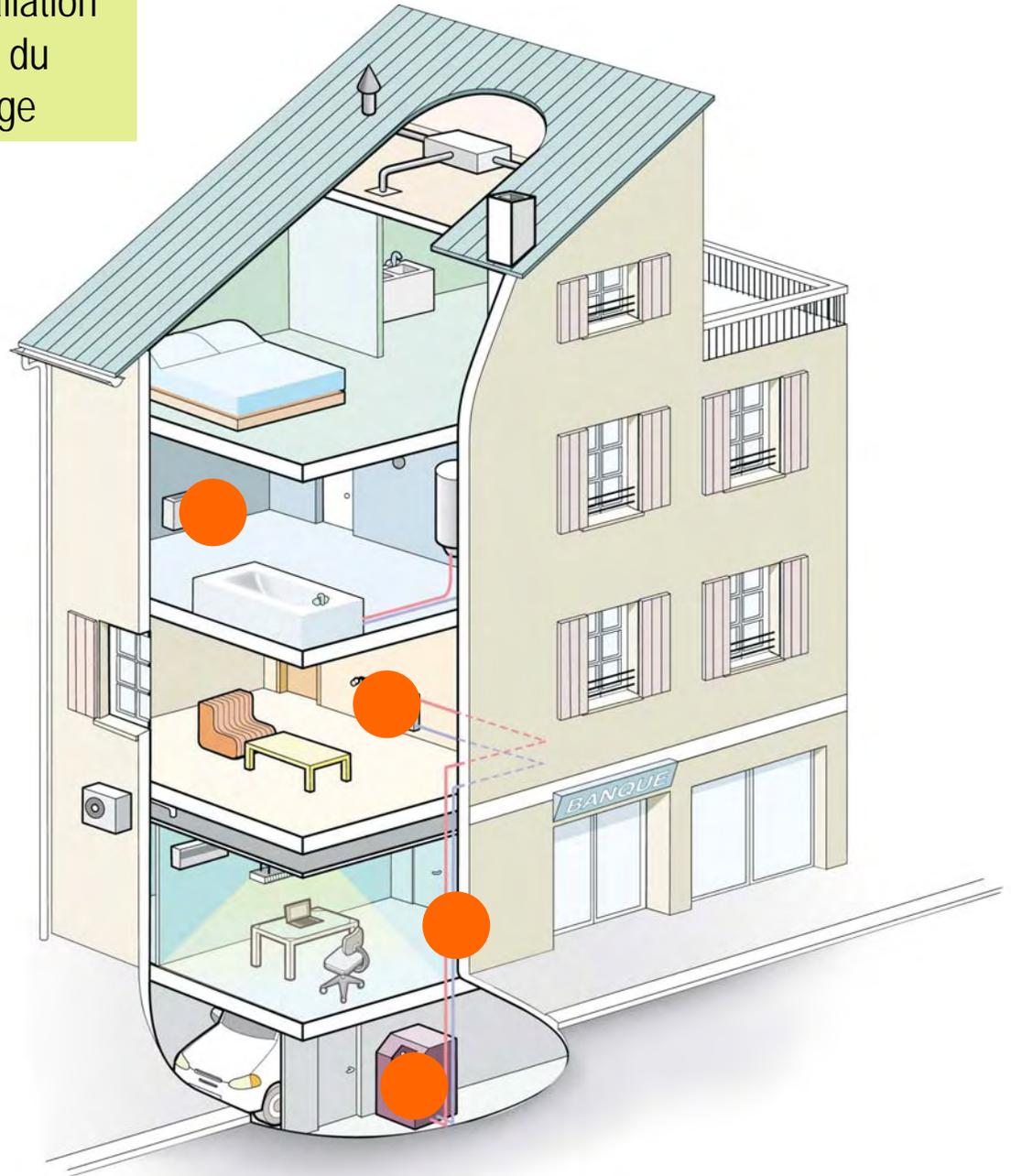
Eau chaude sanitaire

Refroidissement

Ventilation mécanique

Éclairage non résidentiel

Énergies renouvelables



# CHAUFFAGE

## ➔ chauffage et refroidissement

⇒ Bien distinguer 3 niveaux d'intervention possibles

### ↑ Génération

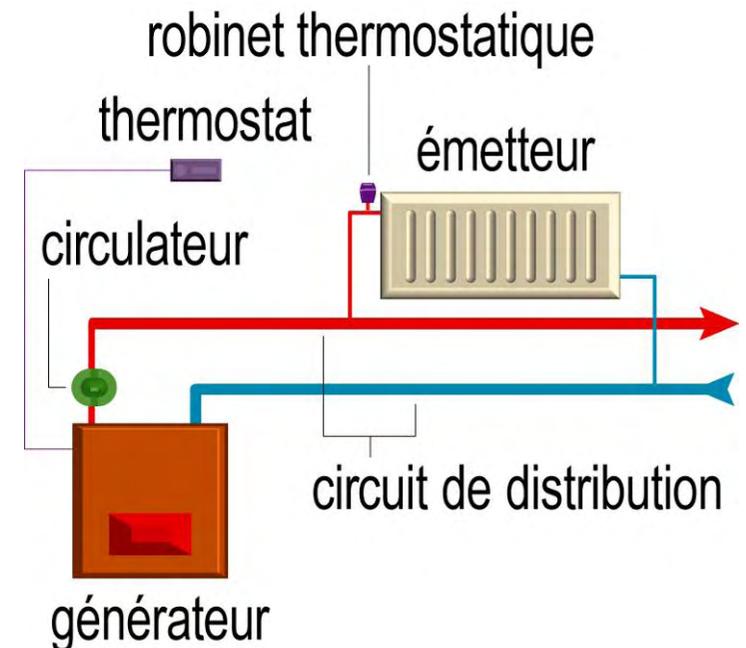
- Chaudières à gaz ou fioul
- Pompes à chaleur

### ↑ Distribution

- Les réseaux, la « tuyauterie »

### ↑ Émission

- Radiateurs à eau
- Chauffage électrique
- Planchers, murs...



## notions de base pour les chaudières

⇒ Le rendement traduit l'efficacité de la chaudière

- ↑ Ce rendement est donné pour la puissance nominale à pleine charge
- ↑ Pour une chaudière standard, si la chaudière fonctionne à charge inférieure, son efficacité est moins bonne

⇒ 3 classes de chaudières, par ordre croissant de performance

- ↑ Standard
- ↑ Basse température (BT)
- ↑ Condensation

## ➔ exigences pour les chaudières

- art. 17  
et 18
- ➔ Rendement minimal pour une chaudière
    - Exigences dépendant de la puissance de la chaudière
      - De 89,0% à 90,9% pour une puissance nominale de 20 à 400 kW
      - 90,9% pour puissance nominale de 400 kW ou plus
    - Solutions satisfaisant cette exigence
      - Chaudière basse température ou à condensation
    - Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments achevés depuis plus de 15 ans
  - ➔ Où trouver l'information ?
    - [www.rt2005-chauffage.com](http://www.rt2005-chauffage.com)
- art. 21
- ➔ Obligation de mettre en place un appareil de régulation / programmation du chauffage

## ➡ adaptations possibles pour les chaudières

art. 17,  
18 et 19

⇒ Installation d'une chaudière standard (référence RT 2000 : rendement PCI 86,6% pour une puissance nominale de 20 kW) dans certains cas

- ↑ Sous-dimensionnement des radiateurs pour la basse température
- ↑ Conduits d'évacuation des fumées inadaptés à la pose d'une chaudière réglementaire
- ↑ Jusqu'au 30 juin 2009, pour les chaudières raccordées à un conduit de fumées
- ↑ Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments achevés depuis plus de 15 ans

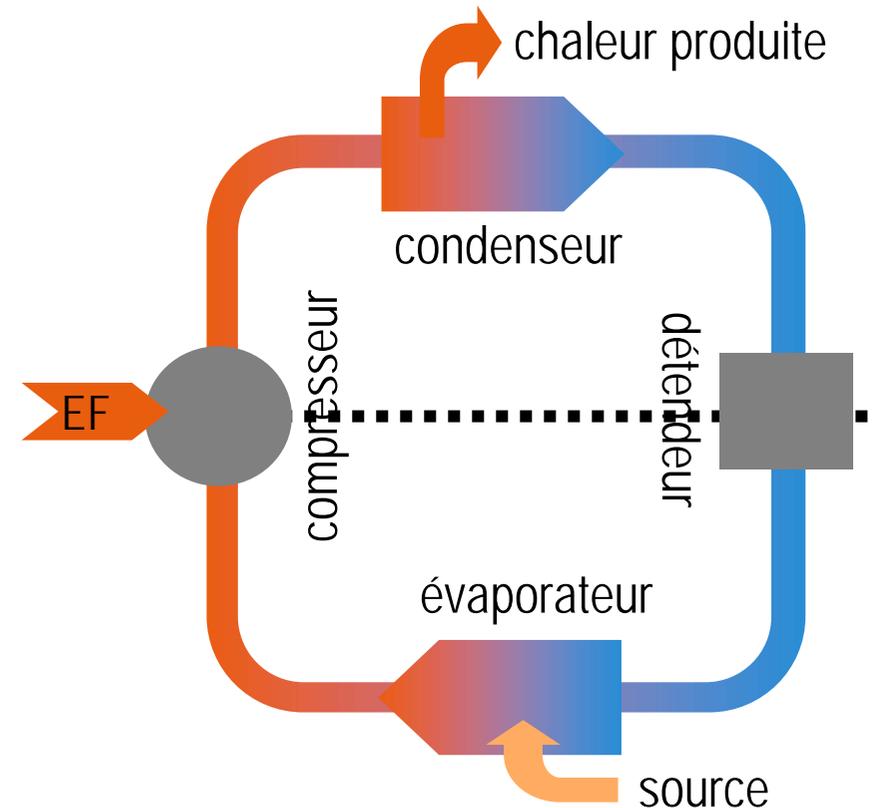
## notion de base pour les pompes à chaleur

### Le coefficient de performance (COP)

- ↑ Rapport entre chaleur produite et électricité consommée
- ↑ Plus le COP est élevé, plus l'appareil est efficace
- ↑ Fonction des températures de la source et du régime de température dû à l'émetteur

### Exemple

- ↑ 3 kWh produit
- ↑ 1 kWh électrique utilisé
- ↑  $\text{COP} = 3/1 = 3$



## → exigences pour les pompes à chaleur

art. 22 ⇨ COP minimal = 3,2 au sens de la norme NF EN 14-511

↑ Solutions réputées satisfaire à cette exigence : PAC avec émission par radiateurs à eau (45°C)

■ COP minimal = 2,7

- PAC sur air extérieur à 7°C
- PAC sur eau avec capteurs enterrés de 0 à -3°C
- PAC sur sol à -5°C

■ COP minimal = 3,2

- PAC sur nappe phréatique à 10°C

↑ Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments achevés depuis plus de 15 ans

⇨ Certifications possibles :



## exigences

art. 23 ⇨ Réseaux de distribution situés dans des locaux non chauffés ou à l'extérieur

 Isolation de classe minimale 2

 Exemple : 1 cm d'isolant pour un tuyau de 2 cm de diamètre extérieur

art. 24 ⇨ Pompes de circulation d'eau chaude

 Dispositif d'arrêt afin d'éviter leur fonctionnement hors période de chauffage

⇨ Réglementation applicable également pour la distribution de froid

## CHAUFFAGE : génération – distribution – émission



exigences

*radiateurs à eau – plancher à eau chaude –  
chauffage électrique*

art. 26

⇒ Si absence de calcul de dimensionnement

↑ Puissance installée au moins égale à la puissance préexistante

art. 27

⇒ Un robinet thermostatique sur chaque émetteur

Sauf

↑ Sur l'un des radiateurs de l'installation, en l'absence de thermostat central

↑ Sur les radiateurs des locaux contenant un thermostat central

↑ Sur les radiateurs installés en série (monotubes non dérivés)

## CHAUFFAGE : génération – distribution – émission



exigences

*radiateurs à eau – plancher à eau chaude –  
chauffage électrique*

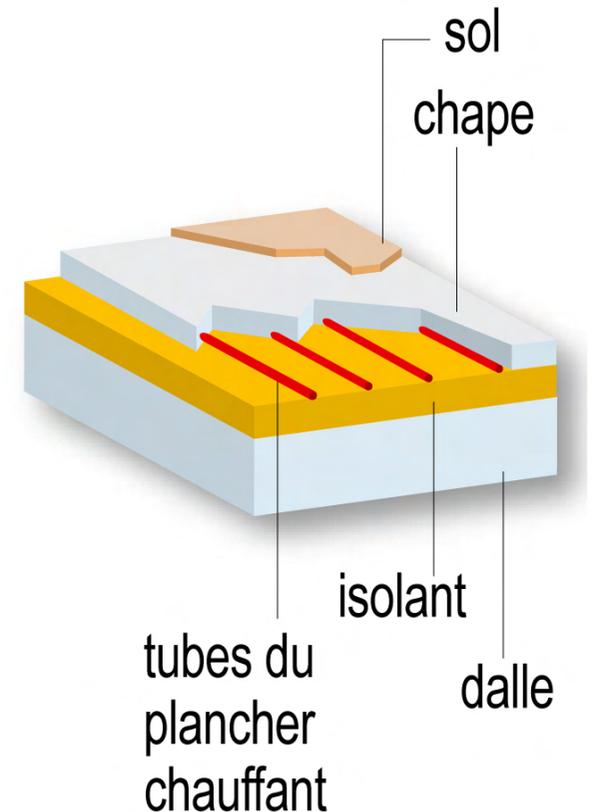
art. 25

### ⇒ Planchers chauffants à eau chaude

↑ Au-dessus d'un local non chauffé

↑ Isolation minimale de la face inférieure du plancher

- Résistance thermique totale de la paroi  $R$  supérieure ou égale à  $1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Exemple pour  $R = 1,25 \text{ m}^2\text{K/W}$  : 5 cm de polystyrène extrudé (PSE)





exigences

*radiateurs à eau – plancher à eau chaude –  
chauffage électrique*

art. 28

## ⇨ Exigences pour les radiateurs électriques

- ↑ Dispositif de régulation électronique intégré avec une amplitude de régulation maximum de 0,5 K et une dérive en charge maximum de 1,5 K
- ↑ Pilotage possible pour fonctionner en « confort », « réduit », « hors gel » et « arrêt »
- ↑ Toute fonction secondaire doit être temporisée (exemple : soufflage)
- ↑ Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments achevés depuis plus de 15 ans

## CHAUFFAGE : génération – distribution – émission



exigences

*radiateurs à eau – plancher à eau chaude –  
chauffage électrique*

⇨ Deux types de radiateurs électriques

↑ À action directe (convecteur, radiant)

↑ À accumulation (à inertie)

⇨ Certifications possibles

↑ Pour les radiateurs à action directe



↑ Pour les radiateurs à accumulation



## CHAUFFAGE : génération – distribution – émission



exigences

*radiateurs à eau – plancher à eau chaude –  
chauffage électrique*

art. 29

⇒ Chauffage électrique intégré aux parois (planchers, murs...)

↑ Obligation de régulation

↑ Soit un thermostat ou un régulateur par pièce

■ Permettant la réception de commandes pour fonctionner en modes « confort », « réduit », « arrêt » et « hors gel »

■ Exigence : CA (coefficient d'amplitude) inférieur à +/- 1 K, soit 2 K

↑ Soit un dispositif raccordé à une sonde de température extérieure



exigences

*radiateurs à eau – plancher à eau chaude –  
chauffage électrique*

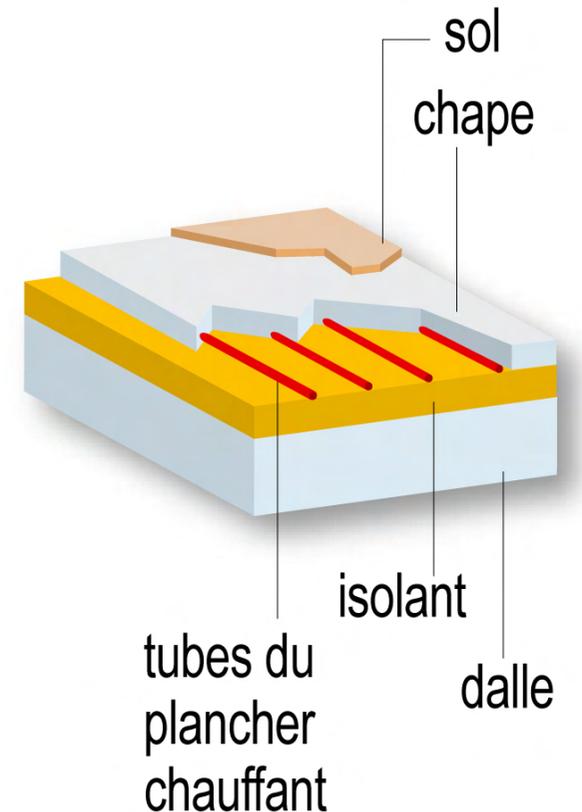
art. 25

## ⇒ Planchers chauffants électriques

↑ Au-dessus d'un local non chauffé

↑ Isolation minimale de la face inférieure du plancher

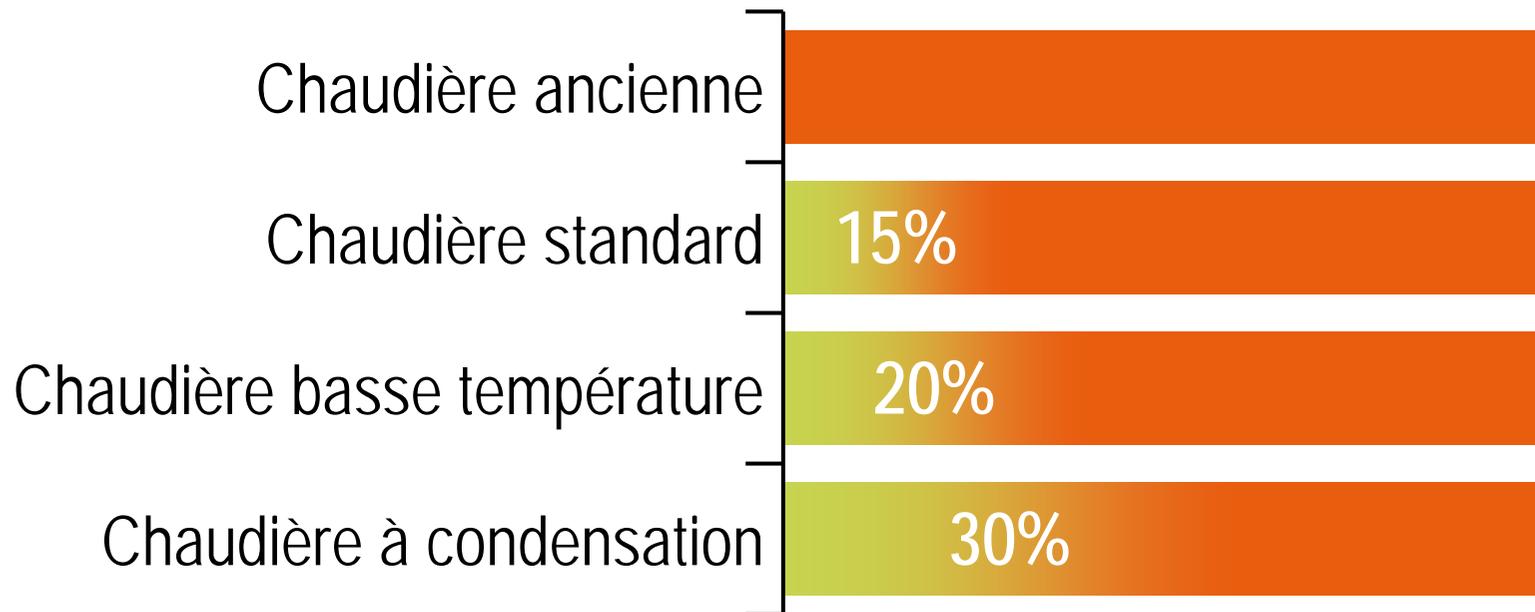
- Résistance thermique totale de la paroi  $R$  supérieure ou égale à  $2 \text{ m}^2\text{K/W}$
- Exemple pour  $R = 2 \text{ m}^2\text{K/W}$  : 7 cm de polystyrène extrudé (PSE)



## CHAUFFAGE

### ➔ impact

⇒ Économies d'énergie pour le chauffage en remplaçant une chaudière ancienne âgée de 15 à 20 ans\*



## CHAUFFAGE

### impact

#### ⇒ Économies d'énergie sur le chauffage\*

-  Calorifugeage des tuyauteries en sous sol : 2 à 4%
-  Installation de robinets thermostatiques : 5 à 10%

Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement du  
chauffe-eau

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques

Isolation parois vitrées

Chauffage

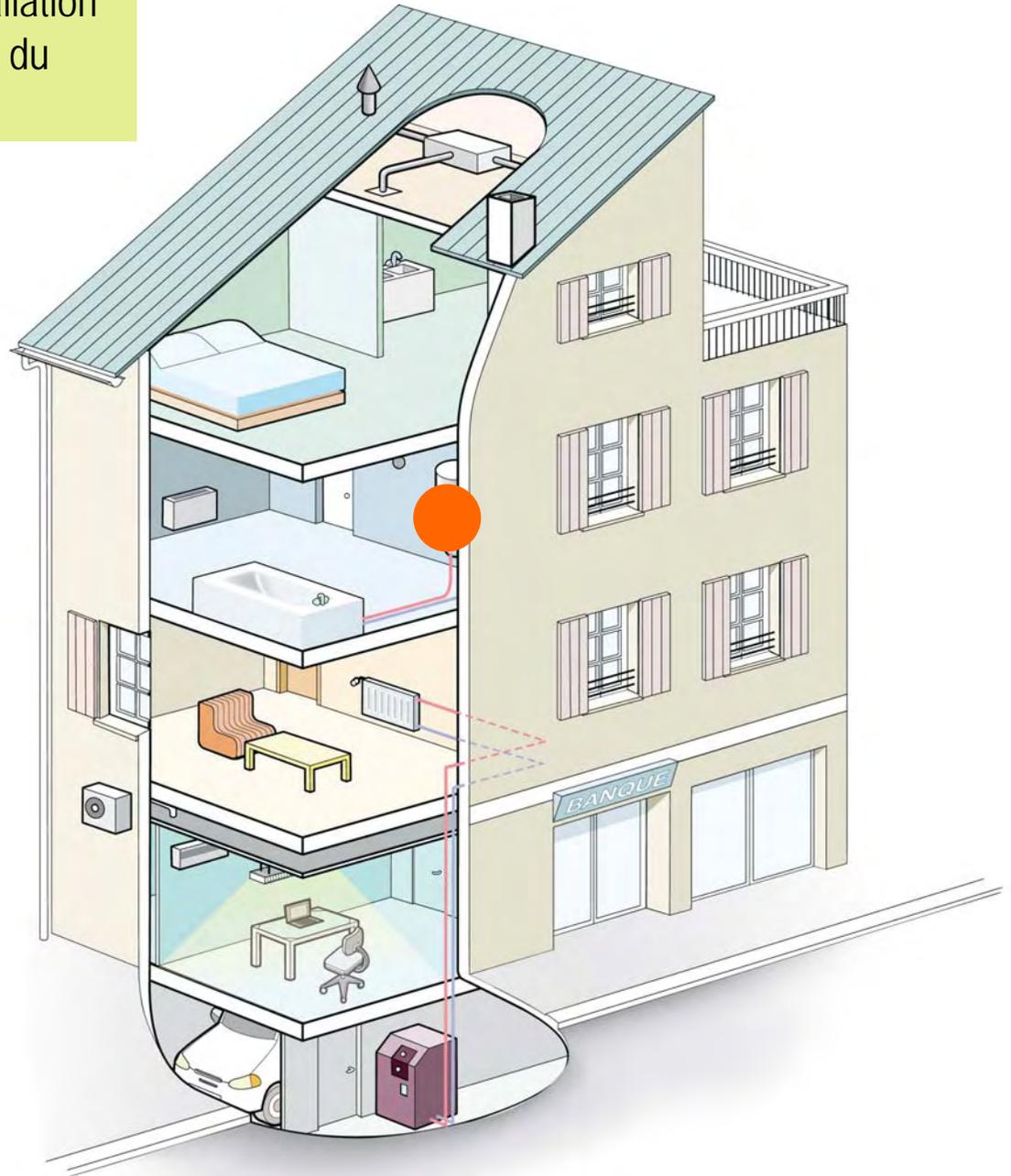
**Eau chaude sanitaire**

Refroidissement

Ventilation mécanique

Éclairage non résidentiel

Énergies renouvelables



## EAU CHAUDE SANITAIRE

### → exigences

#### art. 30 ⇨ Chauffe-eau électriques

↑ Pertes maximales selon le type de ballon

- Coefficient de pertes :  $Q_{pr}$  (en kWh par 24h)
- Exemple d'exigences pour un ballon de 200 L
  - Vertical : 2,17 kWh/24h
  - Horizontal : 2,35 kWh/24h

↑ Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments achevés depuis plus de 15 ans

⇨ Certification possible :



art. 31 ⇨ Accumulateur ou chauffe-bain gaz conformes à la norme EN 89 ou EN 26

Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement du  
système de refroidissement

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques

Isolation parois vitrées

Chauffage

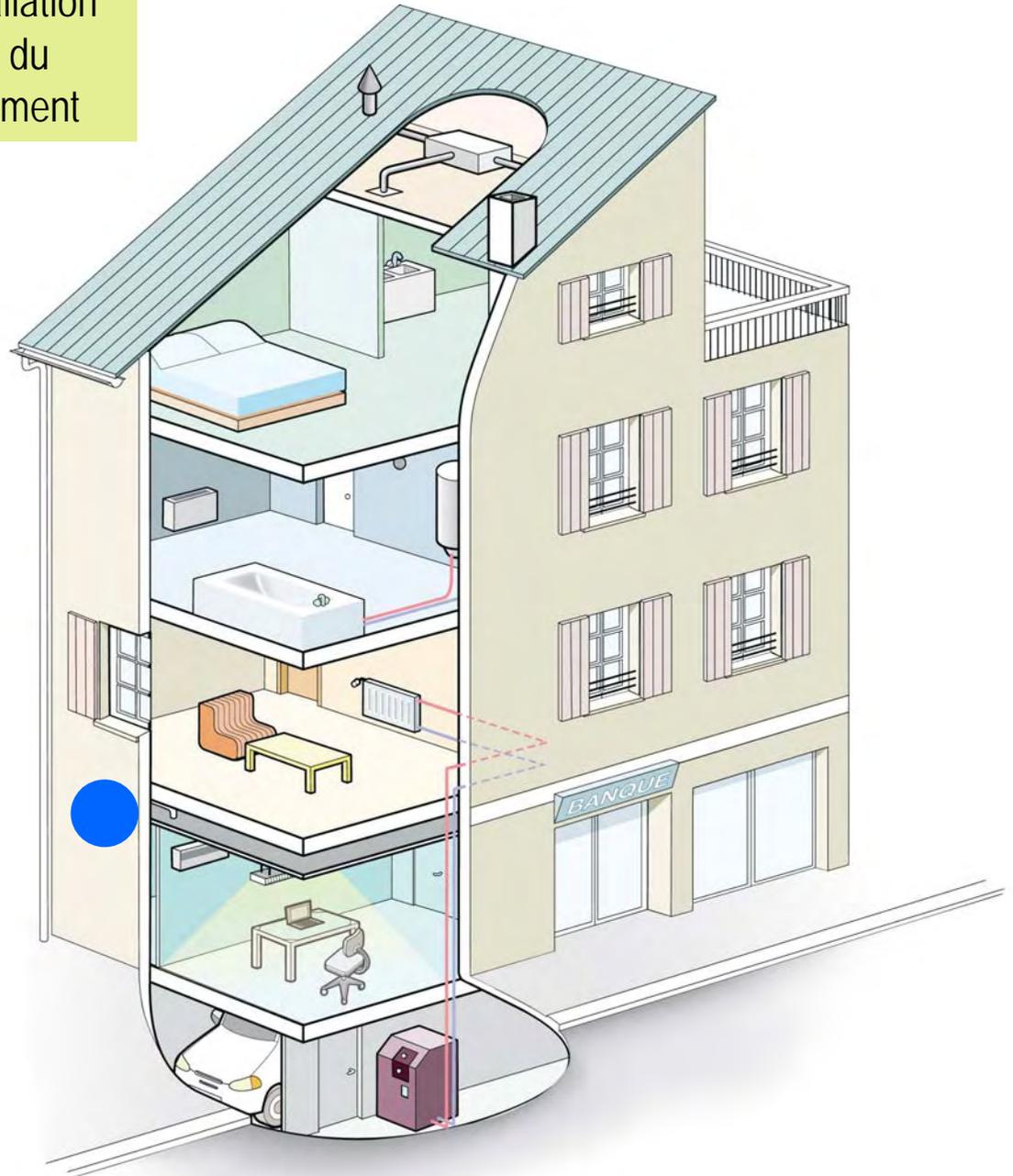
Eau chaude sanitaire

**Refroidissement**

Ventilation mécanique

Éclairage non résidentiel

Énergies renouvelables



## REFROIDISSEMENT

### notions de base

⇒ Éviter ou réduire les consommations de climatisation

 Installation de protections solaires

 Isolation de la toiture

 Rafrâichissement passif par ventilation nocturne

⇒ Installer du matériel performant

 Coefficient d'efficacité énergétique EER (energy efficiency ratio), au sens de la norme NF EN 14511, de refroidissement

■ Rapport entre froid produit par le générateur de froid et l'électricité consommée

■ Plus le EER est élevé, plus le matériel est efficace

## REFROIDISSEMENT

### ➔ exigences

- art. 32 ➔ Installer des protections solaires pour les baies non orientées au Nord
- ➔ Sauf en cas d'impossibilité résultant de l'application des règles d'urbanisme
  - ➔ Les protections solaires mobiles extérieures sont réputées satisfaire à la réglementation
  - ➔ Autres protections solaires autorisées sous conditions dans le non résidentiel



## REFROIDISSEMENT

### ➔ exigences

art. 34 ➔ Pompe de circulation munie d'un dispositif d'arrêt

art. 35 ➔ Pour une surface refroidie supérieure à 400 m<sup>2</sup> (dans les bâtiments autres que d'habitation)

➤ Dispositif de suivi des consommations de refroidissement

➤ Et dispositif de suivi de la température d'un local de l'ensemble refroidi

art. 23 ➔ Réseaux de distribution situés dans des locaux non chauffés ou à l'extérieur (idem chauffage)

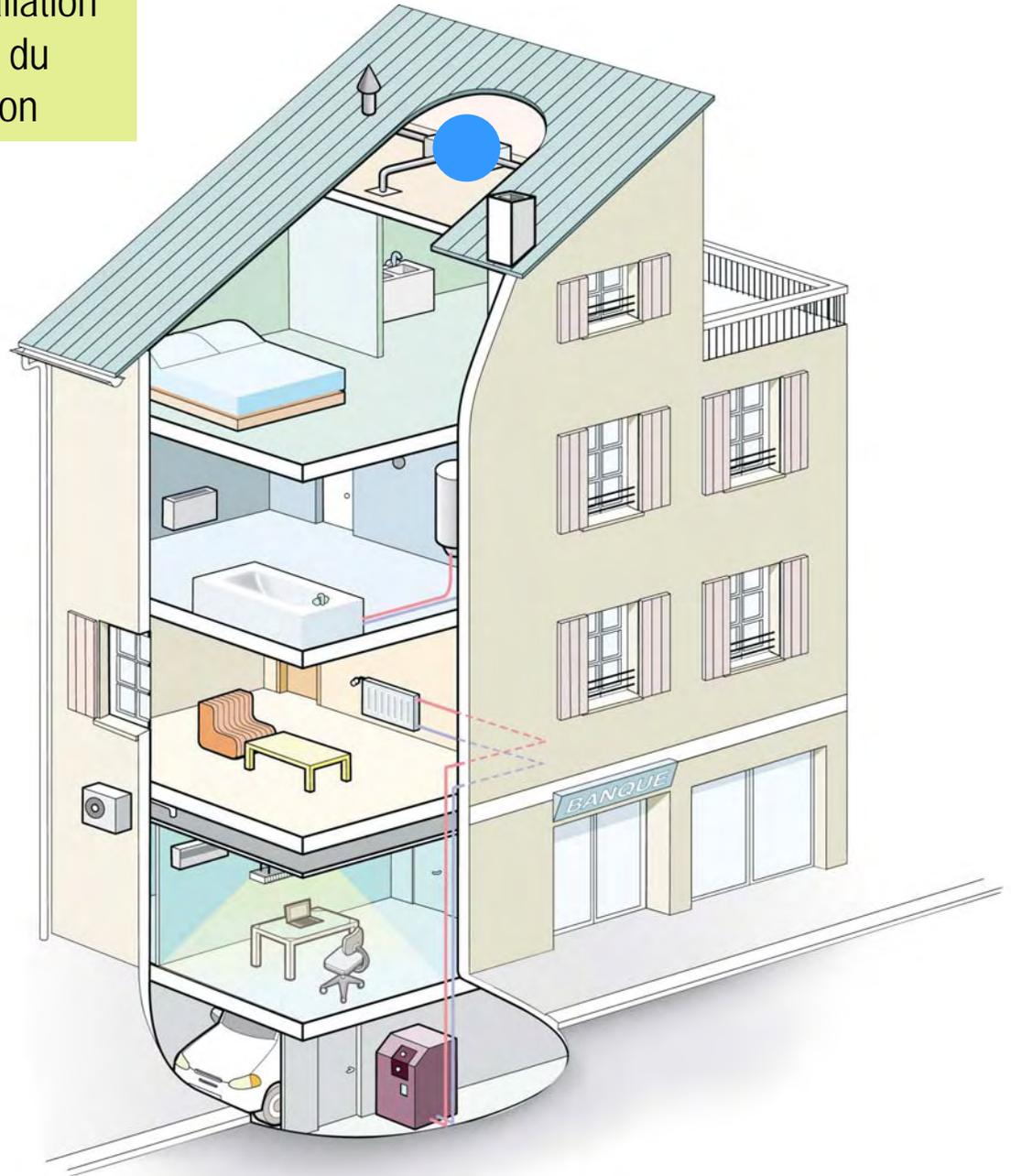
➤ Isolation de classe minimale 2

➤ Exemple : 1 cm d'isolant pour un tuyau de 2 cm de diamètre extérieur

Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement du  
système de ventilation

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques  
Isolation parois vitrées  
Chauffage  
Eau chaude sanitaire  
Refroidissement  
**Ventilation mécanique**  
Éclairage non résidentiel  
Énergies renouvelables



## VENTILATION MÉCANIQUE

### principes

- ⇒ Les exigences portent sur les performances des caissons de ventilation
- ⇒ Dans le respect des réglementations d'hygiène

## VENTILATION MÉCANIQUE

### ➔ exigences en résidentiel

#### art. 36 ➔ Consommation maximale des auxiliaires de ventilation

➔ 0,25 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur

➔ 0,40 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur en présence de certains filtres

➔ Délai d'application : majoration de 0,05 Wh/m<sup>3</sup> de ces valeurs tolérée jusqu'au 30 juin 2009

➔ Exemple de certification pour la consommation électrique du groupe d'extraction de la VMC :



## VENTILATION MÉCANIQUE

### ➔ exigences en non résidentiel

#### art. 37 ➔ Consommation maximale des auxiliaires de ventilation

➤ 0,30 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur

➤ 0,45 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur en présence de certains filtres

➤ Délai d'application : majoration de 0,05 Wh/m<sup>3</sup> de ces valeurs tolérée jusqu'au 30 juin 2009

#### art. 38 ➔ Dans le cas d'une surface supérieure à 400 m<sup>2</sup>

➤ Obligation d'un dispositif de gestion automatique des débits de ventilation en fonction de l'occupation des locaux (horloge...)

Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement de  
l'installation d'éclairage

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques

Isolation parois vitrées

Chauffage

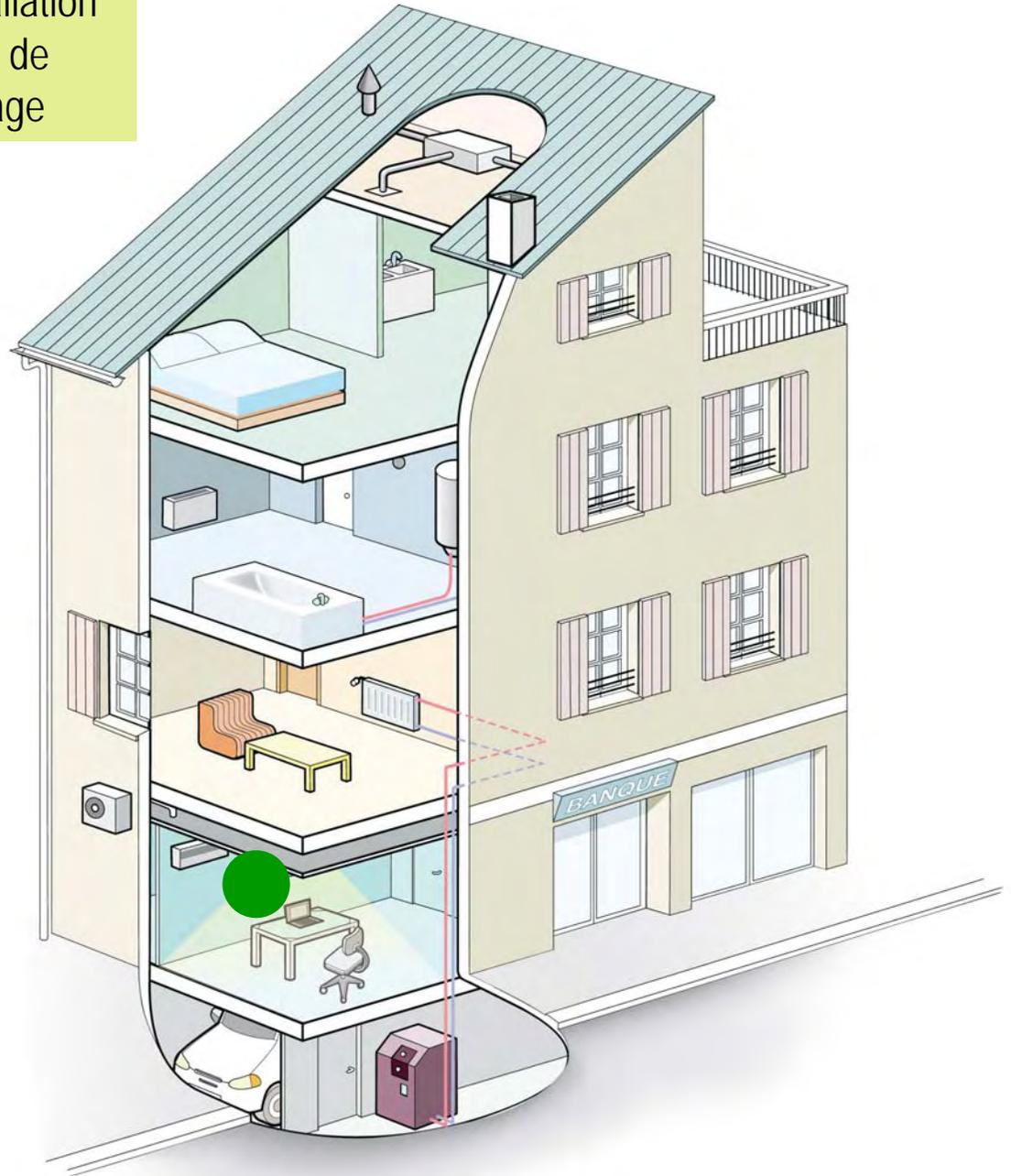
Eau chaude sanitaire

Refroidissement

Ventilation mécanique

**Éclairage non résidentiel**

Énergies renouvelables



## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ champ d'application

art. 39 ➔ Pour les bâtiments non résidentiels lors de reprise de l'installation d'éclairage sur plus de 100 m<sup>2</sup> de locaux

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ notions de base

#### ⇒ Rendement / efficacité lumineuse d'une lampe

- Rapport entre le flux lumineux émis (lumen) et sa consommation (Watt)
  - Fluo plus efficace que halogène
  - Halogène plus efficace que incandescence

#### ⇒ Rendement d'un luminaire

- Rapport entre le flux lumineux émis par la lampe et celui du luminaire (entre 35 et 90%)
- Le rendement dépend des caractéristiques du luminaire : direct/indirect, réflecteurs, opacité
- Exemple : luminaire basse luminance avec réflecteur : 69%



## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ notions de base

#### ⇒ Efficacité globale de l'installation

- Rapport entre la puissance installée (Watt) et le niveau d'éclairement constaté (lux)
- Cette efficacité globale dépend :
  - De l'efficacité lumineuse de la lampe
  - Du rendement du luminaire
  - Du système d'allumage de la lampe
    - Ballast électronique plus efficace que ferromagnétique (fluo)
  - Du système de gestion de l'éclairage



## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### principe

⇒ 2 approches possibles

 Utilisation de produits performants

Ou

 Calcul de l'efficacité globale de l'installation

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ exigences

art. 40

➔ 1<sup>ère</sup> approche : utilisation de produits performants

↑ Installation de luminaires directs ou direct/indirect

- Rendement égal ou supérieur à 55%
- Systèmes d'allumage : ballast électronique
- Munis de lampes d'efficacité lumineuse égale ou supérieure à 65 lumen/W

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ exigences

- art. 40 ➔ 2<sup>ème</sup> approche : efficacité globale de l'installation
- ➔ Puissance installée inférieure ou égale à 2,8 W par m<sup>2</sup> par tranche de 100 lux
  - ➔ Exemple : pour 350 lux d'éclairement moyen
    - Puissance maximale installée =  $3,5 \times 2,8 = 9,8 \text{ W/m}^2$
    - À comparer (sur 100 m<sup>2</sup> éclairés à 350 lux) à :
      - 54 ampoules à incandescence de 75 W      40,5 W/m<sup>2</sup>
      - 32 lampes halogènes de 60 W      17,5 W/m<sup>2</sup>
      - 42 tubes fluorescent à 14 W      5,88 W/m<sup>2</sup>

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ exigences

art. 40

#### ⇒ Commandes d'éclairage

- ↑ Si les occupants peuvent agir sur la commande d'éclairage, installation avec au moins :
  - Un dispositif d'extinction ou de variation du niveau d'éclairage à chaque issue d'un local
  - Ou un dispositif d'extinction automatique lorsque le local est vide
  - Ou une commande manuelle d'extinction ou de variation du niveau d'éclairage au niveau de chaque poste de travail

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ exigences

art. 40

#### ⇨ Commandes d'éclairage (suite)

- Si l'éclairage est commandé par le personnel de gestion des bâtiments
  - Tout local doit comporter un dispositif d'allumage/extinction (situé dans le local ou ailleurs)
  - Si le dispositif n'est pas dans le local
    - L'état d'éclairage de celui-ci doit pouvoir être visualisé depuis son lieu de commande
- Les points éclairés situés à moins de 4 m d'une baie et pour une puissance totale supérieure à 200 W doivent être commandés séparément des autres points d'éclairage

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ exigences

art. 40

#### ➔ Commandes d'éclairage (suite)

##### ↑ Cas des locaux multi usages (sport, salles polyvalentes)

- La commande de l'éclairage supérieur au niveau de base doit être réservée aux personnes autorisées

##### ↑ Si l'éclairage naturel est suffisant

- Pas d'allumage automatique (par horloge ou détecteur de présence par exemple)

## ÉCLAIRAGE NON RÉSIDENTIEL

### ➔ exemple

#### ⇨ Couloirs d'un hôpital allemand (projet UE Greenlight)

	Avant	Après
Investissement		6507 €
Économies de consommation		2170 €/an
Retour sur investissement		En 3 ans
Luminaires	72 de 2x40W	60 de 1x58W
Puissance installée	7,7 kW	3,3 kW
Réflecteur	Non	Oui
Ballasts	Magnétique	Électronique
Contrôle	Manuel	Systeme automatique
Niveau d'éclairage	90 lux	280 lux soit + 190 lux
Consommation	15 500 kWh/an	5 800 kWh/an

Lors des travaux d'installation  
ou de remplacement du  
système de chauffage au bois

## LES 8 POINTS DE LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Isolation parois opaques

Isolation parois vitrées

Chauffage

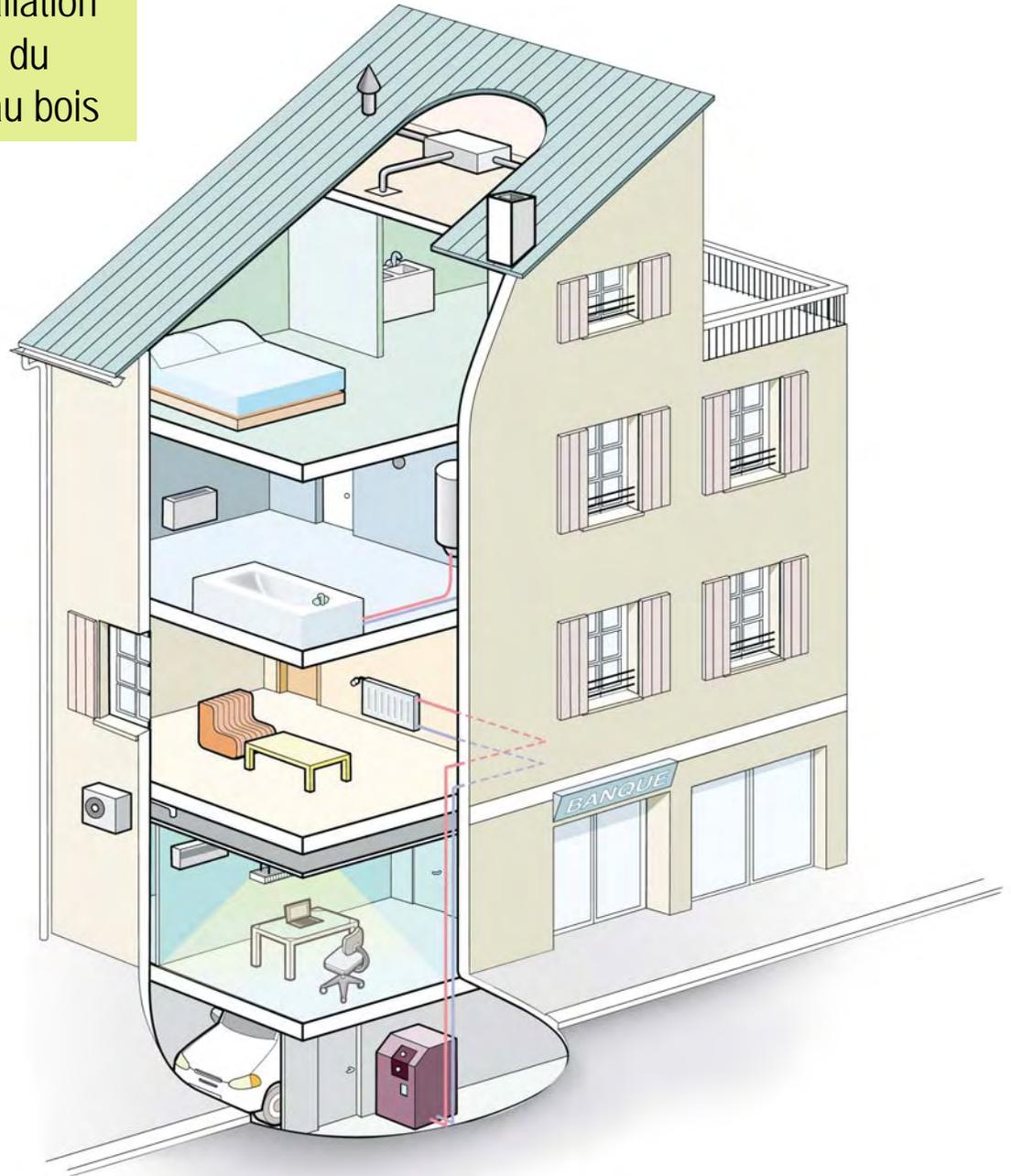
Eau chaude sanitaire

Refroidissement

Ventilation mécanique

Éclairage non résidentiel

Énergies renouvelables



## ÉNERGIES RENOUVELABLES : bois

### ➔ exigences

#### ➔ Rendement minimal

art. 41

↑ Chaudières à bois : rendement de classe 1 selon la norme NF EN 303-5

- De 55 à 62 % pour des puissances nominales inférieures ou égales à 300 kW
- Au moins 61,9 % pour une puissance nominale supérieure à 300 kW

art. 42,  
43 et 44

↑ Poêles : rendement de 65% (niveau du label Flamme verte)

- Foyer fermé ou poêle à bois (60% jusqu'au 30 juin 2009)
- Poêle à granulé de puissance inférieure à 50 kW
- Poêle à accumulation lente de chaleur

art. 45

➔ Ces dispositions s'appliquent aux bâtiments achevés depuis plus de 15 ans

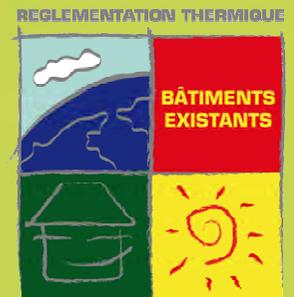
## Deuxième partie

# LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR LES BÂTIMENTS EXISTANTS « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Généralités

Les 8 points de la RT « élément par élément »

Exemples de rénovation





## EXEMPLES DE RÉNOVATION

Maison individuelle  
(entre 1948 et 1974)

Immeuble collectif 1900  
« coeur de ville »

Immeuble collectif des  
années 1980

⇒ Exemples de groupes d'actions de rénovation respectant chacune la réglementation thermique « élément par élément »\*

⇒ Légende pour le temps de retour

↑ Moins de 5 ans : \*\*\*\*

↑ De 5 à 10 ans : \*\*\*

↑ De 10 ans à 15 ans : \*\*

↑ De 15 à 20 ans : \*



## EXEMPLES DE RÉNOVATION

Maison individuelle  
(entre 1948 et 1974)

Immeuble collectif 1900  
« coeur de ville »

Immeuble collectif des  
années 1980

- ⇒ Surface habitable : 100 m<sup>2</sup>
- ⇒ Caractéristiques thermiques avant travaux

- ↑ Enveloppe

- Murs extérieurs : pas d'isolation
- Planchers bas : pas d'isolation
- Planchers hauts : pas d'isolation
- Fenêtres : bois, simple vitrage

- ↑ Chauffage

- Génération : chaudière fioul de 30 ans
- Émission : radiateurs
- Régulation : Aquastat
- Programmation : pas de ralenti

- ↑ Eau chaude sanitaire

- Ballon de stockage sur chaudière fioul mixte

- ↑ Ventilation

- Naturelle

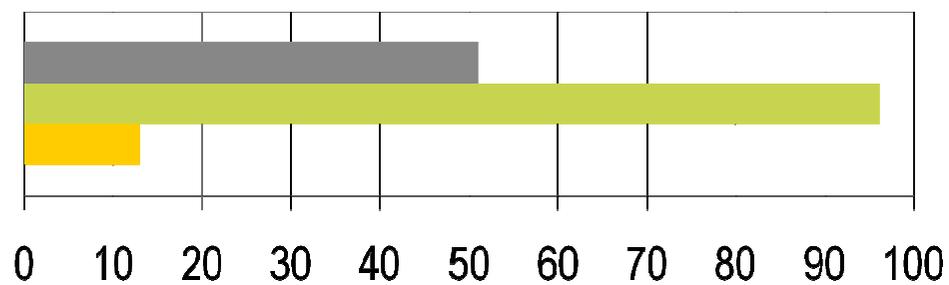
# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ maison individuelle (entre 1948 et 1974) zone H1

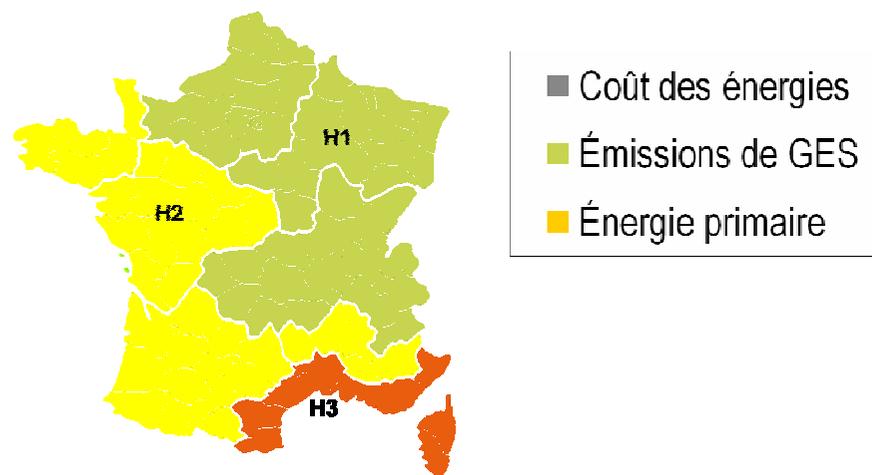
### ➔ Groupe d'actions

- ➔ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ➔ Chaudière à bois bûches  
+ hydro-accumulation  
avec ballon ECS  
électrique
- ➔ Régulation par  
programmateur
- ➔ Robinets  
thermostatiques

### Pourcentage d'économies



Investissement : 16,5 à 19 k€  
Temps de retour brut : \*\*\*



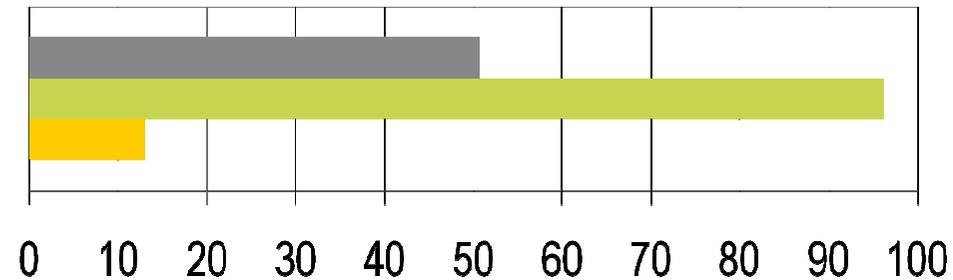
# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ maison individuelle (entre 1948 et 1974) zone H2

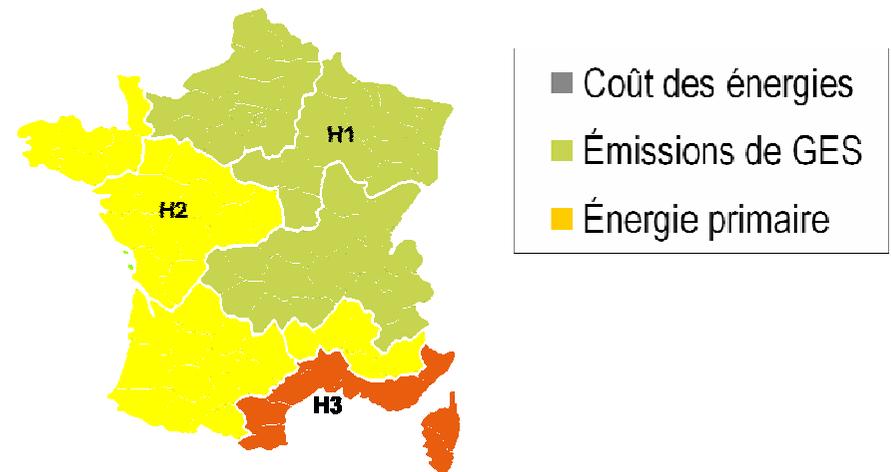
### ➔ Groupe d'actions

- ↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ↑ Chaudière à bois bûches  
+ hydro-accumulation  
avec ballon ECS  
électrique
- ↑ Régulation par  
programmateur
- ↑ Robinets  
thermostatiques

### Pourcentage d'économies



Investissement : 16,5 à 19 k€  
Temps de retour brut : \*\*\*



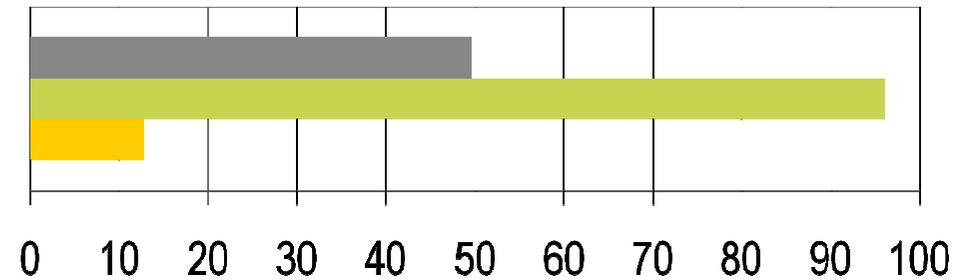
# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ maison individuelle (entre 1948 et 1974) zone H3

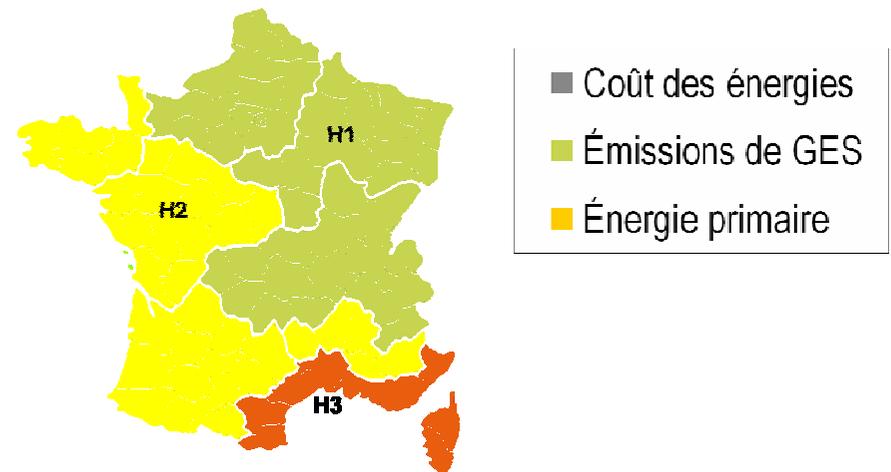
### ➔ Groupe d'actions

- ↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ↑ Chaudière à bois bûches  
+ hydro-accumulation  
avec ballon ECS  
électrique
- ↑ Régulation par  
programmateur
- ↑ Robinets  
thermostatiques

### Pourcentage d'économies



Investissement : 16,5 à 19 k€  
Temps de retour brut : \*\*





## EXEMPLES DE RÉNOVATION

Maison individuelle  
(entre 1948 et 1974)

Immeuble collectif 1900  
« coeur de ville »

Immeuble collectif des  
années 1980

- ⇒ Rez-de-chaussée + 5 étages
- ⇒ 12 logements
- ⇒ Surface habitable : 1000 m<sup>2</sup>
- ⇒ Caractéristiques thermiques avant travaux
  - ↑ Enveloppe
    - Murs extérieurs : pas d'isolation
    - Planchers bas : pas d'isolation
    - Terrasse : pas d'isolation
    - Fenêtres : simple vitrage
  - ↑ Chauffage
    - Génération : chaudière fioul de 30 ans
    - Distribution : tuyauterie calorifugée
    - Émission : radiateurs en fonte
    - Régulation : Aquastat
    - Programmation : aucune
  - ↑ Eau chaude sanitaire
    - Ballon de stockage sur chaudière fioul mixte
  - ↑ Ventilation
    - Naturelle

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ immeuble collectif « coeur de ville » zone H1

### ➔ Groupe d'actions de type 1

↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

↑ Isolation des combles  
( $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

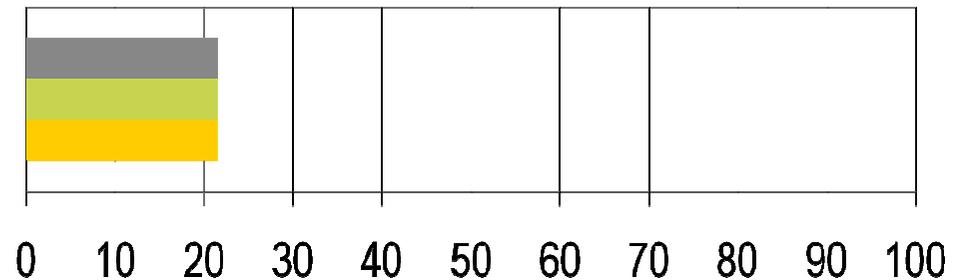
### ➔ Groupe d'actions de type 2

↑ Chaudière fioul mixte  
neuve

↑ Régulation par  
programmateur

↑ Robinets  
thermostatiques

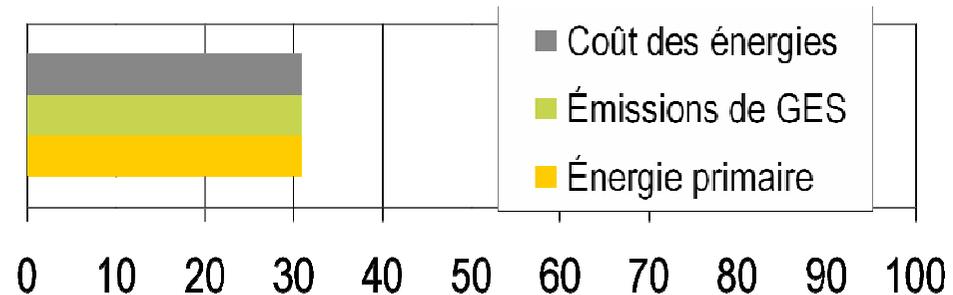
**Pourcentage d'économies**



Investissement : 4,5 à 5,5 k€ par logement

Temps de retour brut : \*\*

**Pourcentage d'économies**



Investissement : 1,6 à 1,7 k€ par logement

Temps de retour brut : \*\*\*\*

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ immeuble collectif « coeur de ville » zone H2

### ➔ Groupe d'actions de type 1

↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

↑ Isolation des combles  
( $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

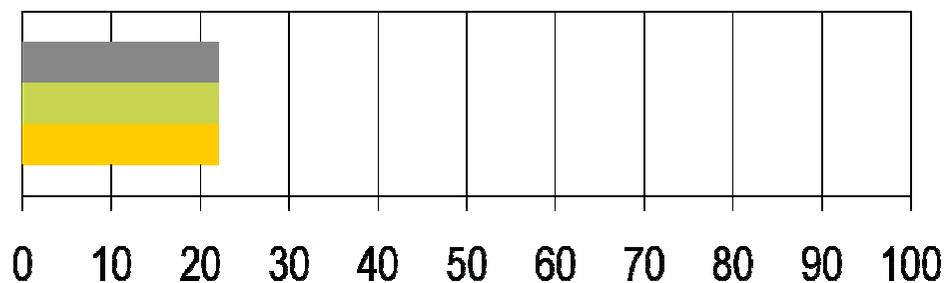
### ➔ Groupe d'actions de type 2

↑ Chaudière fioul mixte  
neuve

↑ Régulation par  
programmateur

↑ Robinets  
thermostatiques

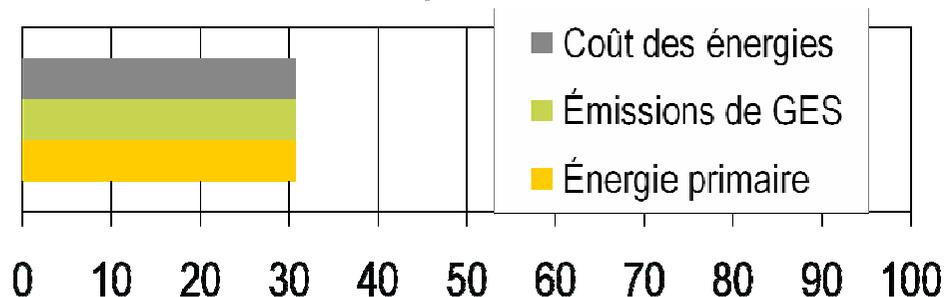
**Pourcentage d'économies**



Investissement : 4,5 à 5,5 k€ par logement

Temps de retour brut : \*

**Pourcentage d'économies**



Investissement : 1,6 à 1,7 k€ par logement

Temps de retour brut : \*\*\*\*

# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ immeuble collectif « coeur de ville » zone H3

### ➔ Groupe d'actions de type 1

↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

↑ Isolation des combles  
( $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ )

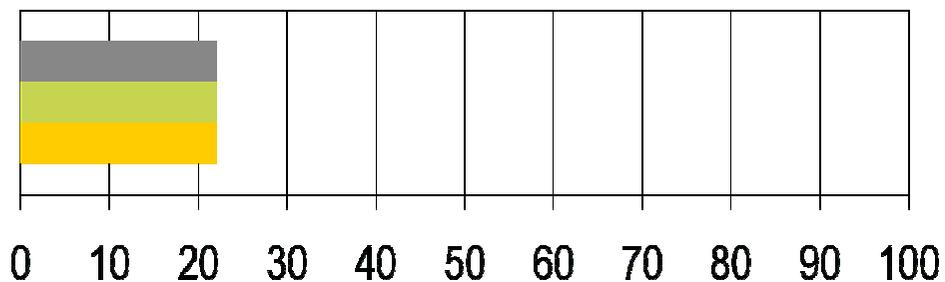
### ➔ Groupe d'actions de type 2

↑ Chaudière fioul mixte  
neuve

↑ Régulation par  
programmateur

↑ Robinets  
thermostatiques

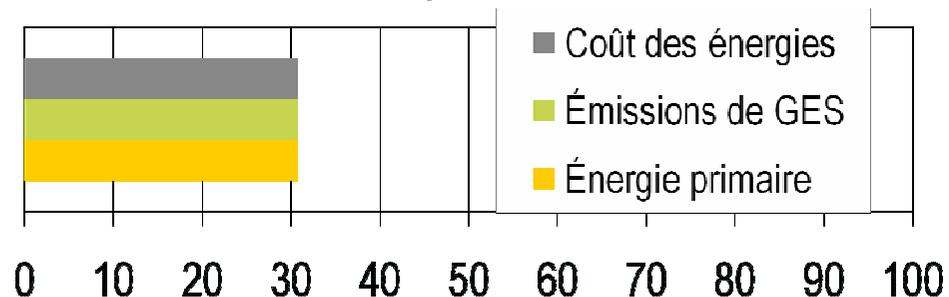
**Pourcentage d'économies**



Investissement : 4,5 à 5,5 k€ par logement

Temps de retour brut : 0

**Pourcentage d'économies**



Investissement : 1,6 à 1,7 k€ par logement

Temps de retour brut : \*\*\*



## EXEMPLES DE RÉNOVATION

Maison individuelle  
(entre 1948 et 1974)

Immeuble collectif 1900  
« coeur de ville »

Immeuble collectif des  
années 1980

- ⇒ Rez-de-chaussée + 3 étages
- ⇒ 8 logements
- ⇒ Surface habitable : 670 m<sup>2</sup>
- ⇒ Caractéristiques thermiques avant travaux

### ↑ Enveloppe

- Murs extérieurs : isolation (4 + 1 cm)
- Planchers bas : isolation (4 cm)
- Planchers hauts : isolation (7,5 cm)
- Terrasse : pas d'isolation
- Fenêtres : double vitrage

### ↑ Chauffage

- Génération : chaudières murales gaz 20 ans
- Distribution : tuyauterie calorifugée
- Émission : radiateurs en fonte
- Régulation : sans
- Programmation : aucune

### ↑ Eau chaude sanitaire

- Chaudières gaz mixtes

### ↑ Ventilation

- VMC classique

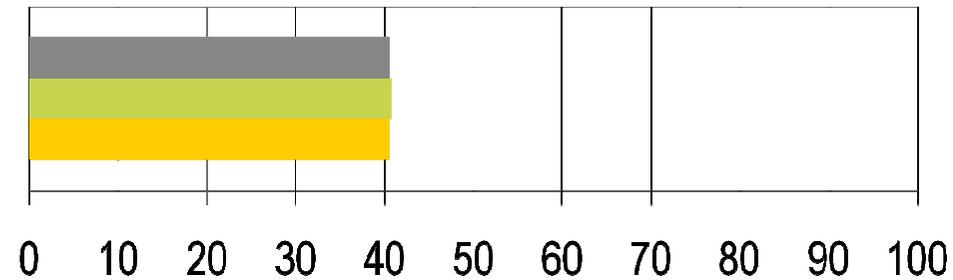
# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ immeuble collectif des années 1980 zone H1

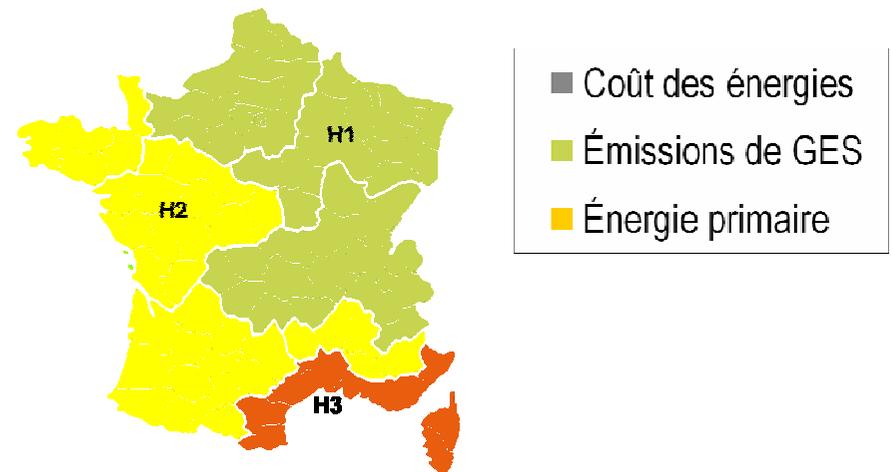
### ➔ Groupe d'actions

- ↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ↑ Chaudières murales  
neuves
- ↑ Régulation par  
programmateur
- ↑ Robinets  
thermostatiques

### Pourcentage d'économies



Investissement : 5 à 5,7 k€ par logement  
Temps de retour brut : \*



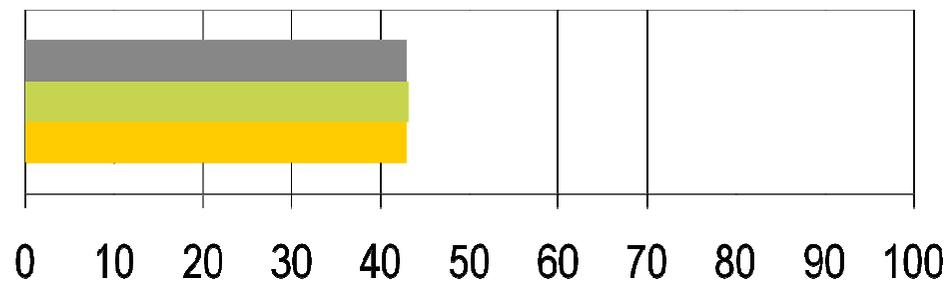
# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ immeuble collectif des années 1980 zone H2

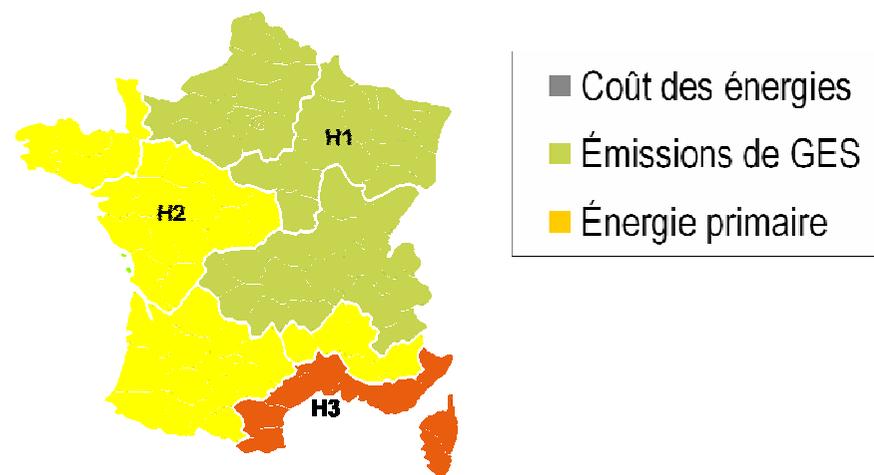
### ➔ Groupe d'actions

- ↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ↑ Chaudières murales  
neuves
- ↑ Régulation par  
programmateur
- ↑ Robinets  
thermostatiques

### Pourcentage d'économies



Investissement : 5 à 5,7 k€ par logement  
Temps de retour brut : \*



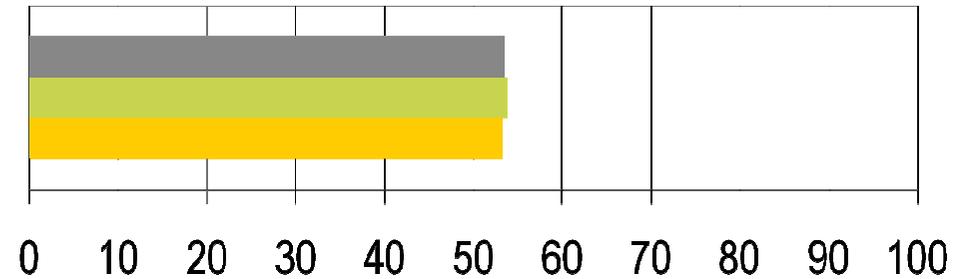
# LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT » - EXEMPLES

## ➔ immeuble collectif des années 1980 zone H3

### ➔ Groupe d'actions

- ↑ Fenêtres double vitrage  
( $U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- ↑ Chaudières murales  
neuves
- ↑ Régulation par  
programmateur
- ↑ Robinets  
thermostatiques

### Pourcentage d'économies



Investissement : 5 à 5,7 k€ par logement  
Temps de retour brut : \*

