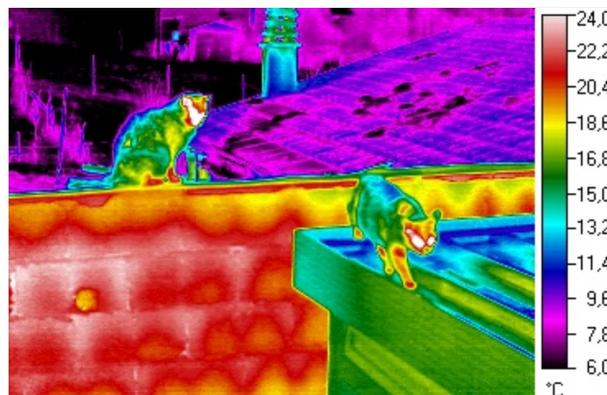


# Le principe de la thermographie Infra Rouge

Tout corps émet un rayonnement variable en fonction :

- de sa composition
- de sa température

Ce rayonnement est invisible en dessous de  $500^{\circ}\text{C}$

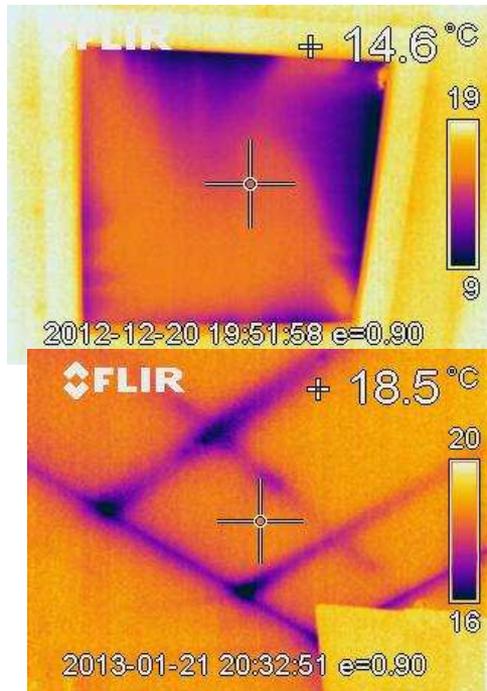


Imagerie thermique :

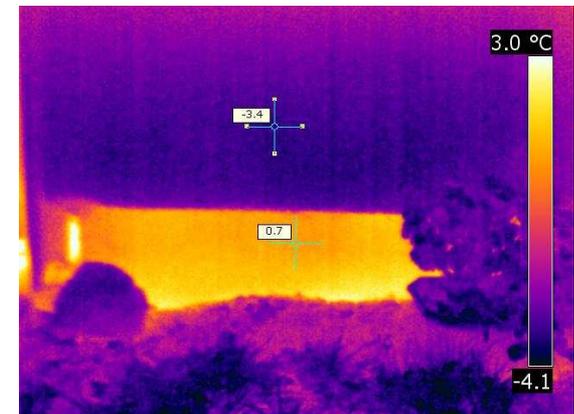
→ Détection de l'énergie émise par les objets

# Le principe de la thermographie Infra Rouge

## Intérieur



## Extérieur



Le froid entre → couleurs foncées

La chaleur s'échappe → couleurs claires

# La thermographie Infra Rouge : utilisation

## Quand l'utilise t-on ?

En rénovation thermique du bâtiment

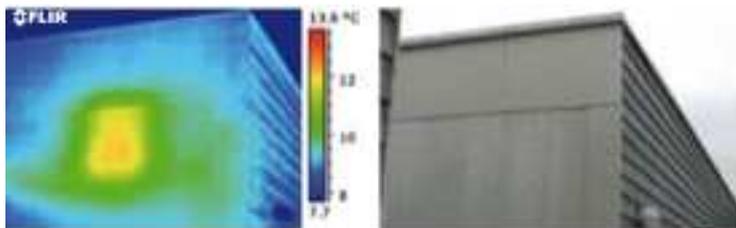
Explication de pathologie

Contrôle avant et après de travaux

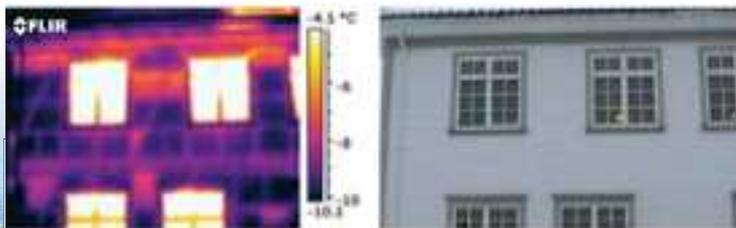
Contrôle de réseau de chauffage

Contrôle de mise en œuvre

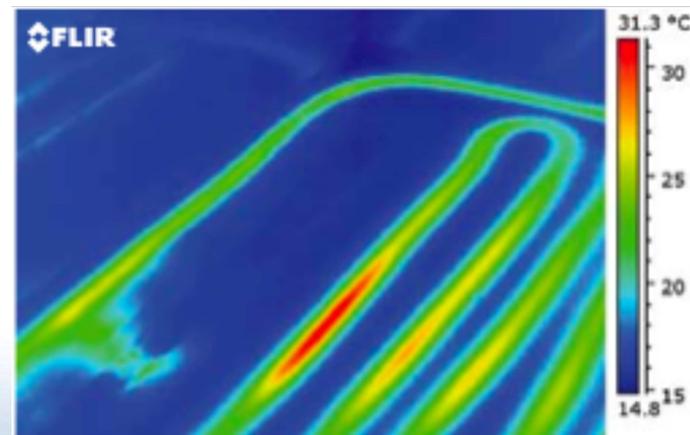
À la réception d'un logement neuf



Cet immeuble est plus chaud à l'intérieur. Il est construit en sandwich : béton, isolant, béton. Il manque une partie de l'isolant, et c'est parfaitement invisible de l'intérieur comme de l'extérieur. L'infrarouge montre ici ce que l'œil humain ne peut voir.

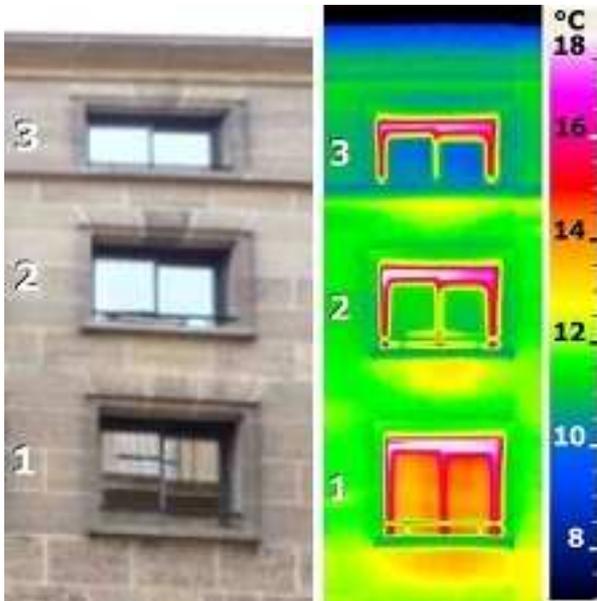


Construction à ossature. De nombreuses sections ne sont pas isolées, comme indiqué par les couleurs plus chaudes.



Cette image montre une fuite de la conduite d'eau du chauffage par le sol.

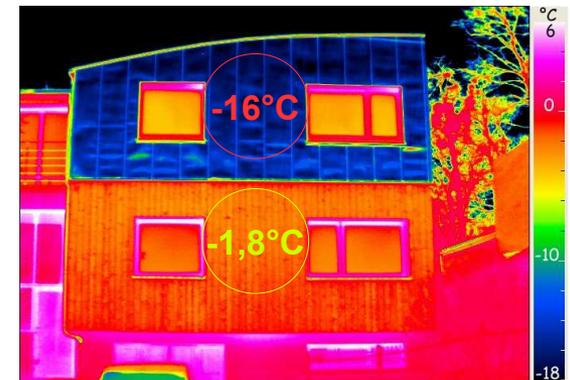
# La thermographie Infra Rouge : les limites



**Réflexion** du ciel dans les fenêtres du haut et réflexion d'un bâtiment chauffé pour les fenêtres du bas



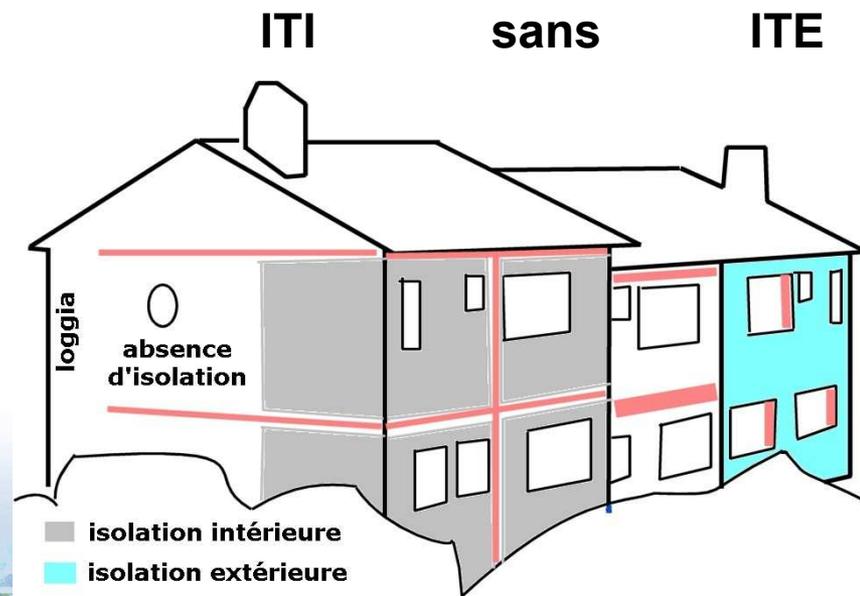
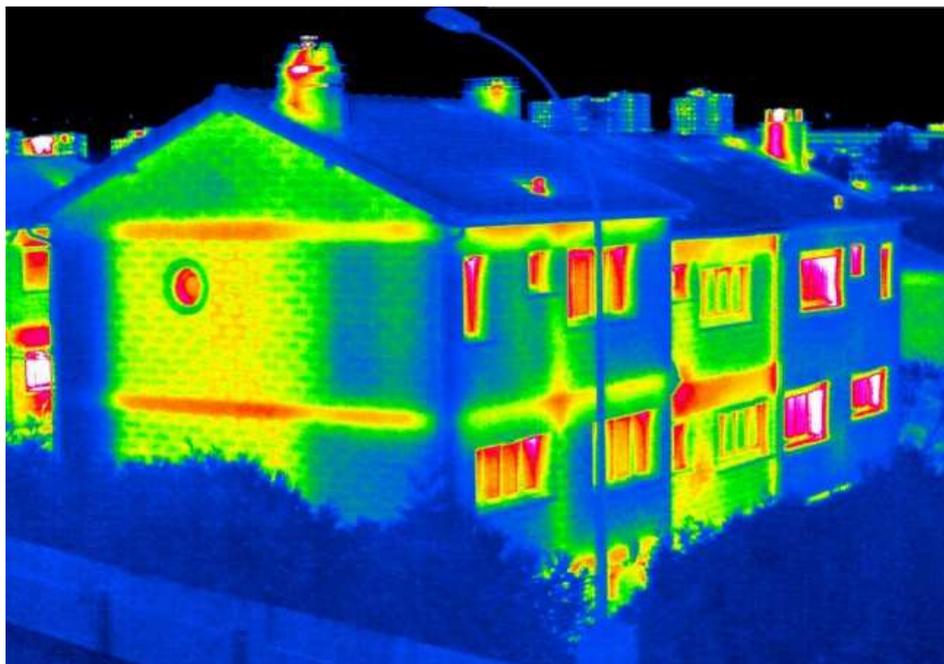
**Convection** : phénomène de confinement radiatif et convectif



**Emissivité** : émissivité des matériaux différents : bois de 0,90 et de zinc de 0,55 => température vraie différente de température apparente



Retrouvez le système isolant utilisé pour chaque maison ?





# Rénovation et isolation performantes

les bonnes questions à se poser

... Pour faire le plein d'économies d'énergie



# L'Agence Locale de l'Energie et du Climat

## Association type loi 1901 :

Maîtrise de l'énergie  
Développement des énergies renouvelables  
Construction durable

## 8 personnes pour répondre aux enjeux de l'énergie:

- **Espace Info Energie** : conseils aux particuliers
- **Energies renouvelables**: bois énergie, méthanisation, géothermie, solaire, éolien,...
- **Ecoconstruction & Ecomatériaux**
- **Précarité énergétique**
- **Thermique du bâtiment**
- **Accompagnement des collectivités**
- **Campagnes** (Display; Halos gênent; ...)

**Émission de gaz à effet de serre**  
**Épuisement des ressources**  
**Dépendance énergétique...**



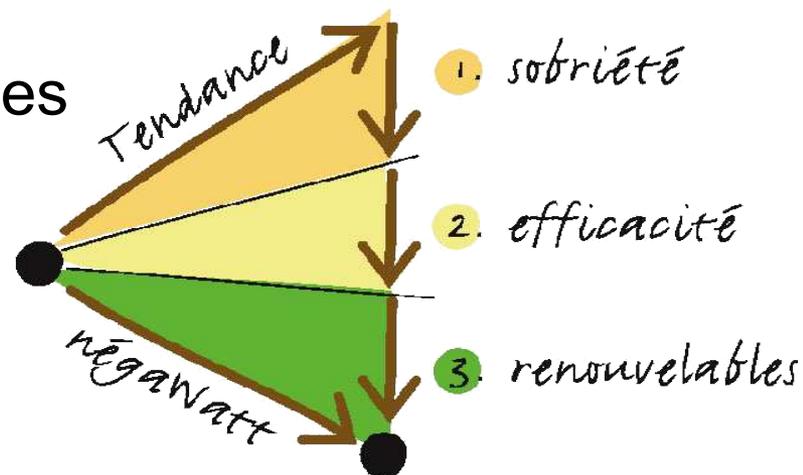
**À Charleville - 17 rue Irénée Carré**  
**À Attigny - Pôle des Vieux Moulins – 23 A Rue André Dhôtel**

[www.ale08.org](http://www.ale08.org)



## Le thème d'action de l'ALE 08

- L'utilisation rationnelle des ressources
- L'efficacité énergétique
- Les énergies renouvelables



=> La lutte contre le changement climatique

*Une agence locale de la maîtrise de l'énergie est un véritable moteur pour la collectivité dans la mise en place d'une **politique énergétique solide**, sur son territoire.*



## Le rôle de l'ALE 08

- **Conseiller**, donner des avis techniques préalables
- **Mettre en relation les partenaires**
- **Diffuser de l'information, sensibiliser**
- **Contribuer au montage des projets**
- **Intervenir en amont des projets pour la prise en compte de la performance énergétique.**



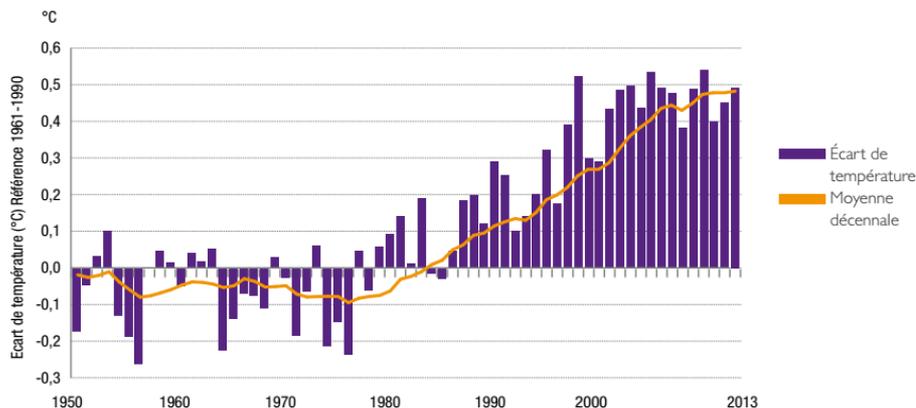
# Contexte et enjeux

# Agir vite, pour limiter le dérèglement climatique

La température moyenne globale a augmentée de **0,85°C** de 1880 à 2012

## A22. Évolution de la température moyenne observée dans le monde et en France

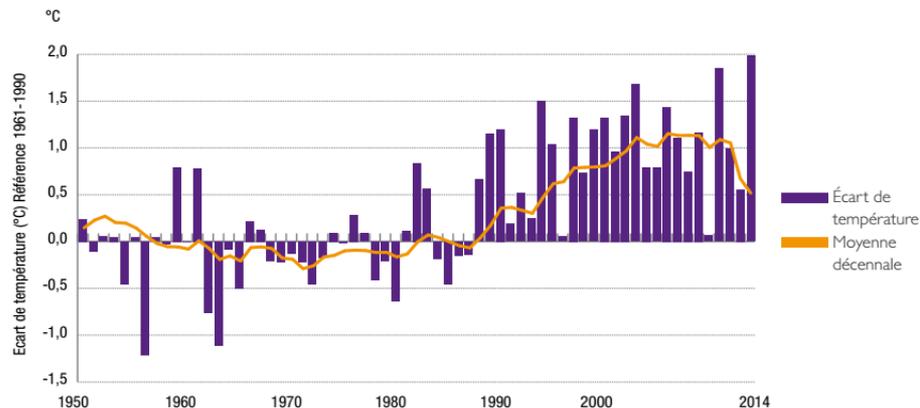
### Monde



Source : ONERC d'après Météo France - 2013

Réchauffement net depuis le début des années 1980.  
La décennie 2001-2010 affiche une température supérieure de 0,48°C à la moyenne 1961-1990.

### France

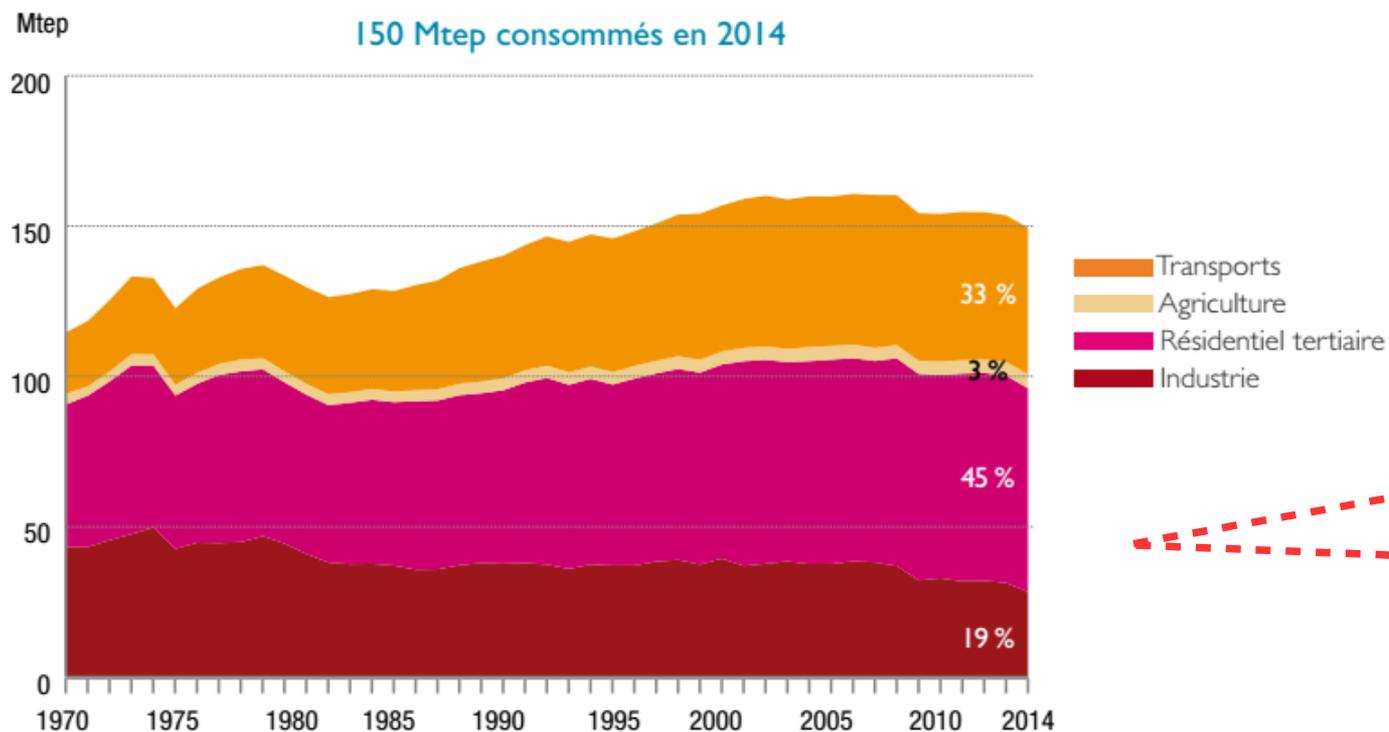


Source : ONERC d'après Météo France - 2014  
Champ : France métropolitaine

Hausse des températures moyennes en France de 1,4°C depuis 1900

Pour rappel, ne pas dépasser **2°C** d'élévation de la température d'ici 2100 pour éviter le pire !

# Une importance que les communes s'impliquent !



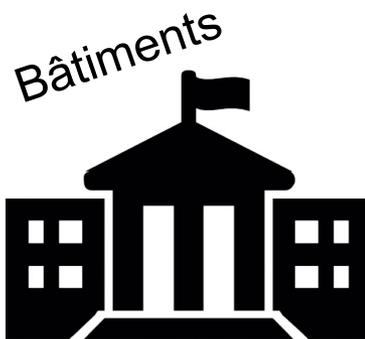
**45 %** d'énergie consommées par le résidentiel-tertiaire

# Une importance que les communes s'impliquent !



**6 % et plus**

poids de l'énergie  
dans le budget de  
fonctionnement des  
communes



**76 %**

de la consommation  
d'énergie des  
communes



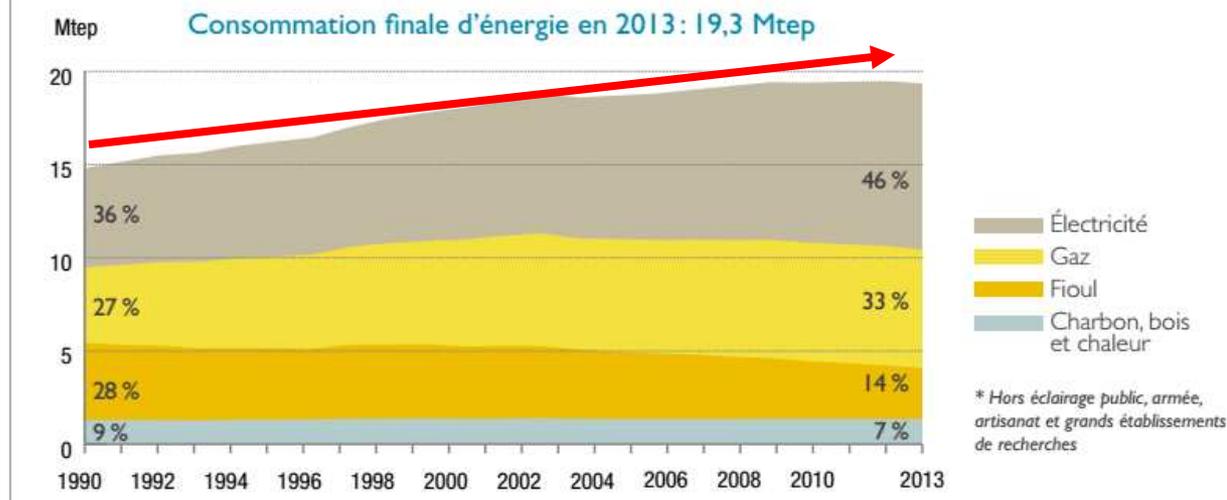
**30 %**

de la consommation  
des bâtiments

Source : enquête  
« Energie et patrimoine  
communal 2012 »

# Des énergies fossiles et fissiles consommées en grande majorité!

## C2. Évolution des consommations finales d'énergie du secteur tertiaire par type d'énergie\*

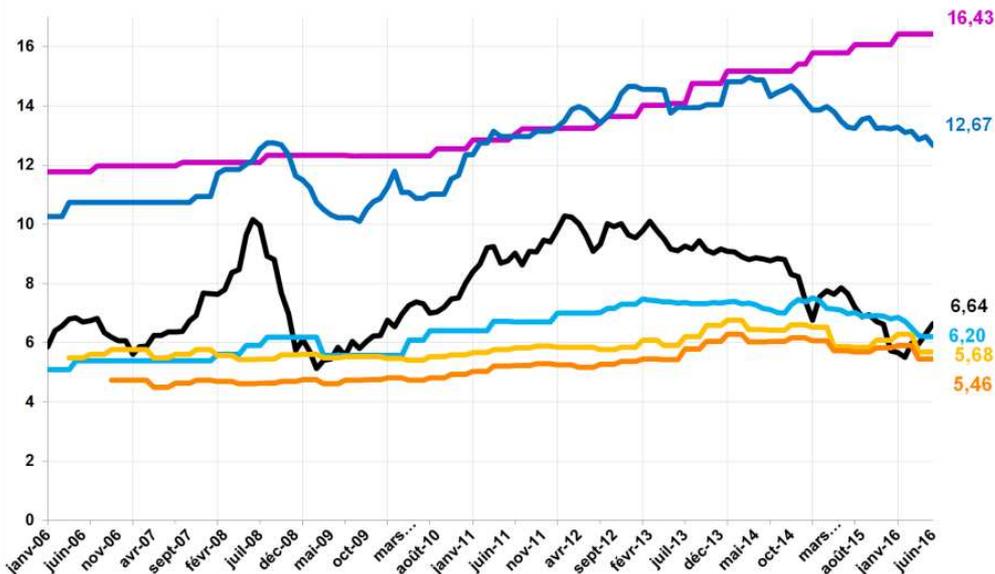


- Épuisement des ressources
- Dépendance énergétique

**50 %** pour le chauffage des bâtiments

# Le prix des énergies en augmentation!

Evolution du coût des énergies en centimes d'euros TTC/kWh PCI  
pour un usage en chauffage principal - source: SOeS - CEEB / Propellet France - juin 2016



**ELECTRICITE**  
option heures creuses,  
abonnement 9 kVA compris

**GAZ PROPANE**

**FIOUL domestique**  
FOD au tarif C1

**GAZ NATUREL**  
tarif B1, abonnement compris

**GRANULES DE BOIS en SACS**  
pour un PCI de 4600 kWh/t  
prix départ distributeur  
pour 1 palette

**GRANULES DE BOIS en VRAC**  
pour un PCI de 4600 kWh/t  
prix livré pour 5 t à 50 km

**SOLEIL**



0 €

**BOIS DECHIQUETE**



0.03 €

**BOIS EN BUCHES**



0.043 €

**POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE**



0.06 €

**GRANULES DE BOIS EN VRAC**



0.066 €

**GRANULES DE BOIS EN SAC**



0.071 €

**GAZ DE RESEAU**



0.086 €

**FIOUL DOMESTIQUE**



0.099 €

**ELECTRICITE**



0.126 €

**GAZ PROPANE**



0.184 €

**PETROLES POUR POELES**



0.185 €

# Des objectifs nationaux à atteindre !

2020

2030

2050



- 20 % d'émissions de GES par rapport à 1990

- 40 % d'émissions de GES par rapport à 1990

÷ 4 les émissions de GES par rapport à 1990



- 20 % de consommation énergétique par rapport à une augmentation tendancielle

- 20 % de consommation énergétique par rapport à 2012

*Loi POPE*



+ 20 % d'énergies renouvelables

+ 32 % d'énergies renouvelables dans la consommation finale

*Loi transition énergétique*

*Objectifs issus du paquet énergie climat*



- 15 % de consommation énergétique en 2023 au niveau du secteur bâtiment par rapport à 2010

- 28 % de consommation énergétique au niveau du secteur bâtiment par rapport à 2010

- 60 % de consommation énergétique au niveau du secteur bâtiment par rapport à 2010

*Loi transition énergétique*

Favoriser la **rénovation des bâtiments tertiaires** existants grâce à des exigences réglementaires renforcées

*Loi transition énergétique*

*Loi transition énergétique*





# L'intérêt de rénover : les déperditions d'un bâtiment



# Pourquoi entreprendre des travaux de rénovation énergétique ?

- Réduire la facture énergétique
- Améliorer le confort et qualité de vie
- Améliorer santé et sécurité
- Revalorisation du patrimoine
- Augmenter la durée de vie du bâtiment et éviter de le laisser se dégrader

# Quels sont les déperditions d'un bâtiment non isolé ?

30 %

20-25 %

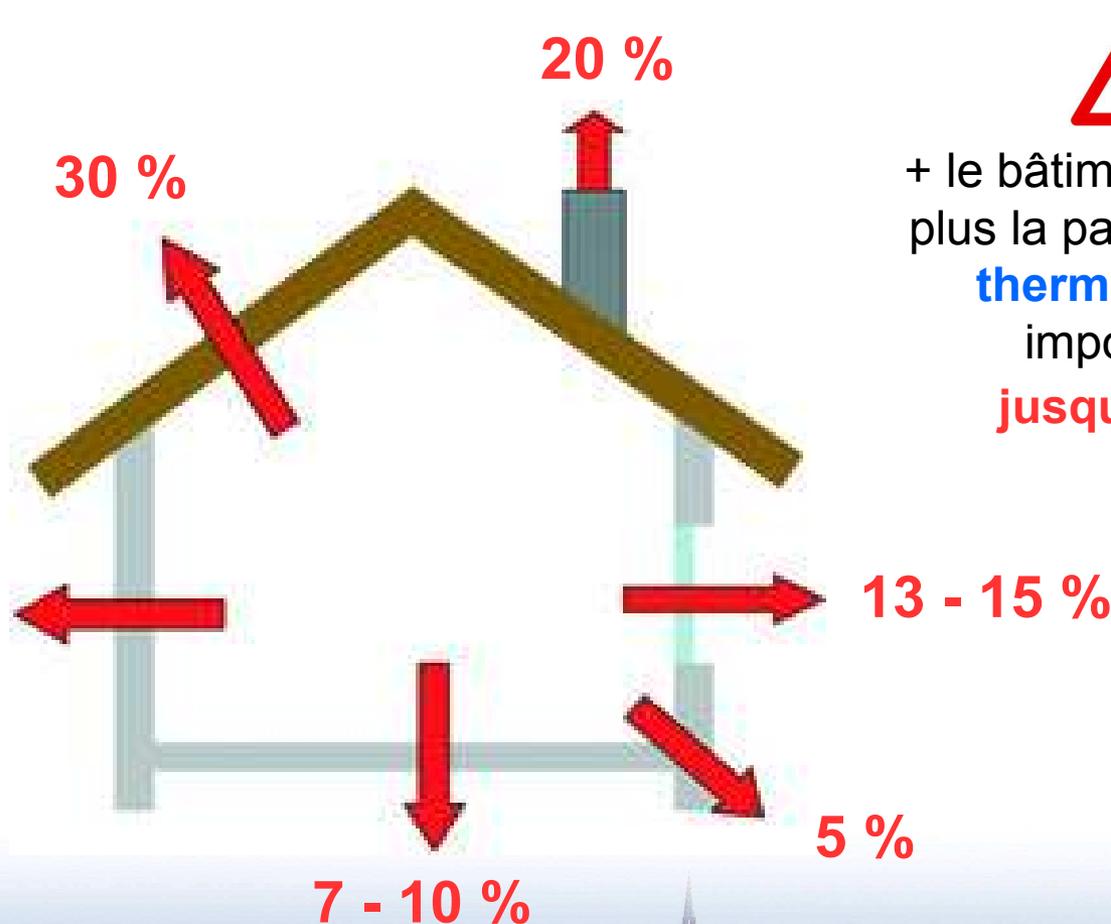
20 %

13-15 %

7-10 %

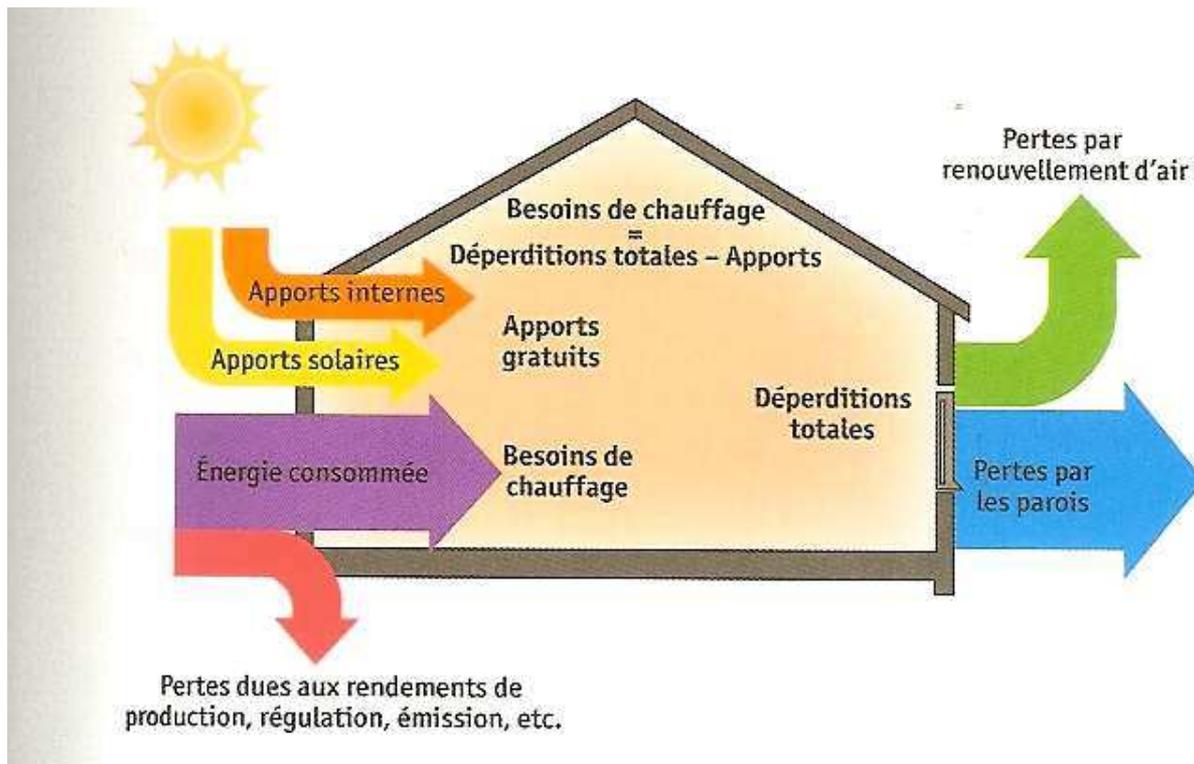
5 %

20 - 25 %



+ le bâtiment est isolé,  
plus la part des **ponts  
thermiques** est  
importante  
**jusqu'à 20 %**

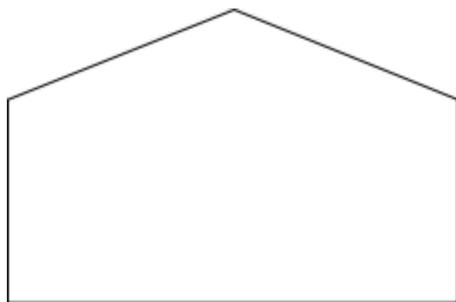
# L'importance de diminuer les déperditions du bâtiment



**Besoins = Déperditions - Appports**

# L'importance de diminuer les déperditions du bâtiment

L'importance de l'isolation sur la baisse de consommation du bâtiment



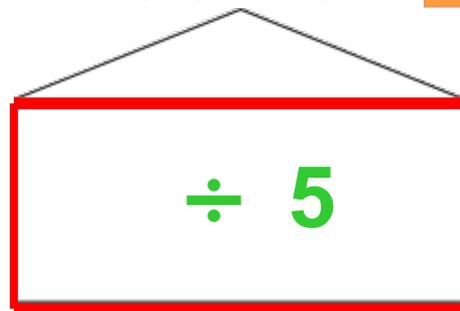
Non isolé  
+ 530 kWh/M<sup>2</sup> **G**



Isolé en plafond  
325 kWh/M<sup>2</sup> **E**



Isolé murs+plafond+ fenêtre +ventil  
165 kWh/M<sup>2</sup> **D**



Isolé murs+plafond+ fenêtre +ventil+sol+ régul  
96 kWh/M<sup>2</sup> **C**



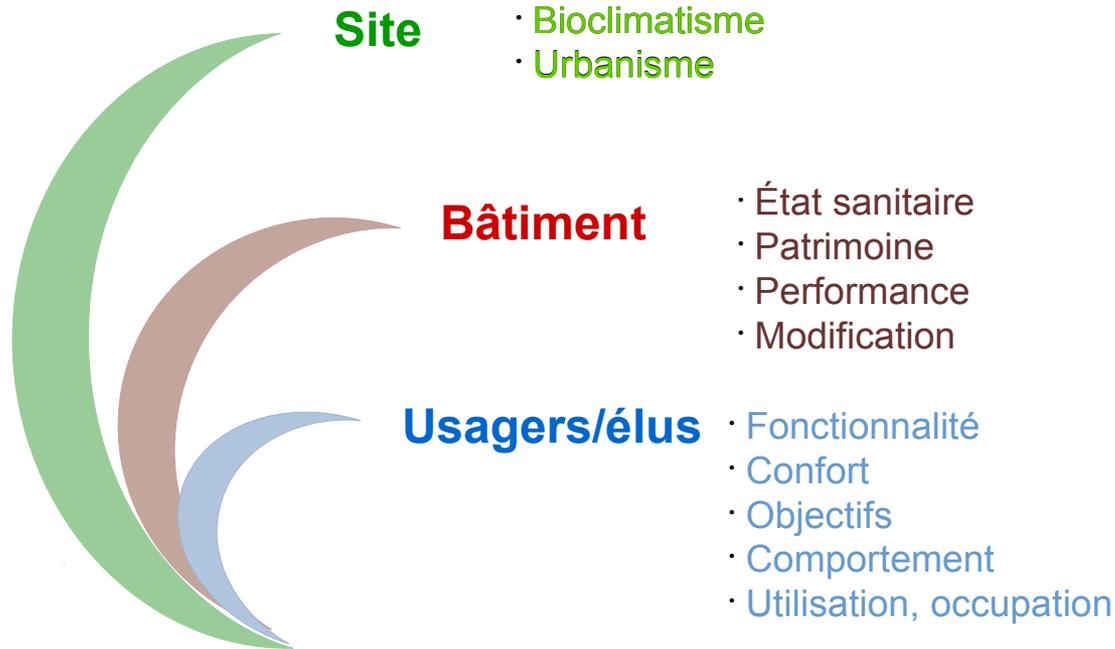
# Méthodologie : Se poser les bonnes questions



# A quel moment faire des travaux ? Par où commencer ?

- Saisir l'opportunité lors de travaux d'aménagement, d'entretien, ... (peinture, décoration, accessibilité handicapé, ravalement de façade, réfection de toiture, ...) = **optimisation des coûts et approche globale du bâtiment**
- Bâtiments prioritaires :
  - bâtiment très utilisé et très fréquenté
  - bâtiment très consommateur (kWh/m<sup>2</sup>)
  - bâtiment peu isolé, qui se dégrade
- Gestion et optimisation du patrimoine (regrouper les activités au sein d'un même bâtiment)
- Intervenir au bon moment: profiter des périodes inoccupation du bâtiment

# Faire le bon diagnostic



# Le site

- L'orientation



- Froid du nord
- Vent d'est
- Surchauffe à l'ouest

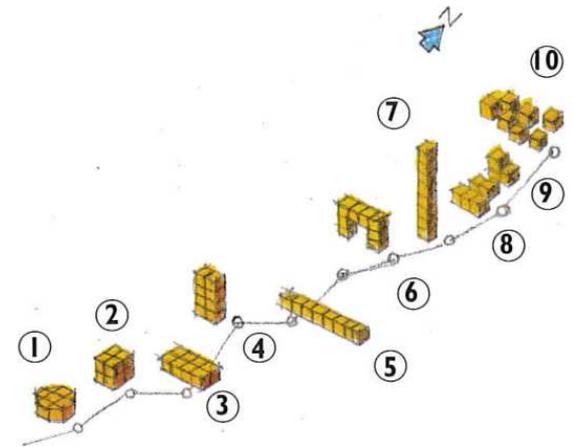
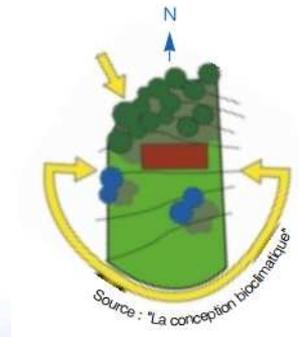
**ensoleillement**

- Observation des bâtiments anciens

- Mitoyenneté du bâtiment

- Forme du bâtiment

- Protections



**compacité**

# Le Bâtiment

## 1) l'âge du bâtiment



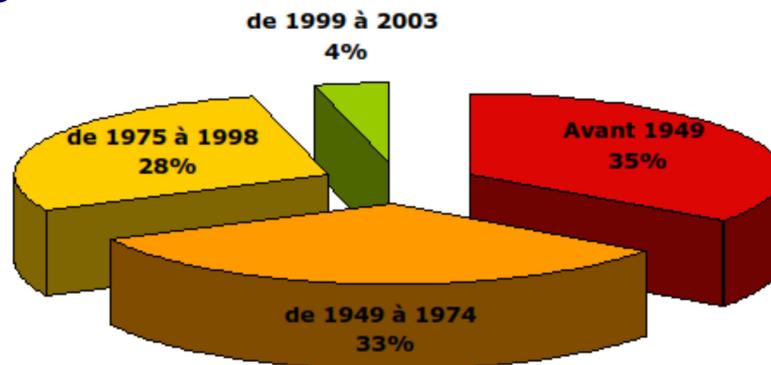
C B A



Début isolation  
Chauffage électrique  
ventilation

D E

Répartition des résidences principales selon leur période d'achèvement



Béton, chauffage fioul

G

Matériaux locaux et naturels  
Chauffage bois

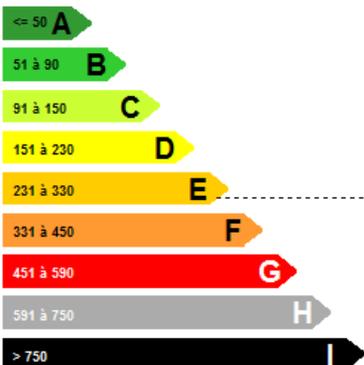


D

# Le Bâtiment

## 1) l'âge du bâtiment

Bâtiment économe



Bâtiment énergivore

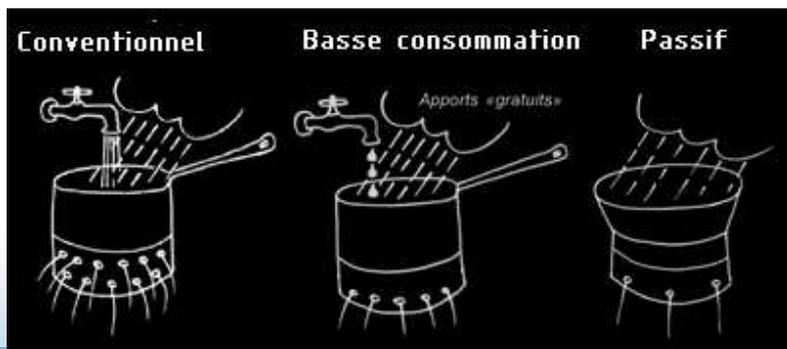
Bâtiment

XXX  
kWhEP/m².an

Le parc de bâtiment existant consomme autour de **240 kWh (Ef)/m² SHON/an**  
2400 litres de fioul par an pour 100 m²

Le parc de bâtiment construit selon la RT 2005 consomme **130 kWh (Ep)/m² SHON/an (en théorie)**

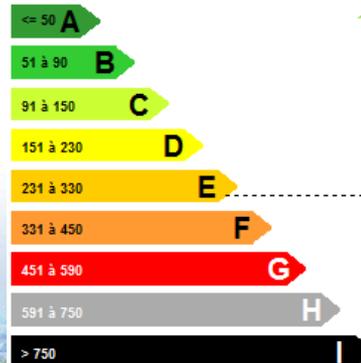
Le parc de bâtiment construit selon la RT 2012 consomme **50 kWh (Ep)/m² SHON/an (en théorie)**



Agence Locale de l'Énergie et du Climat

2020

Bâtiment économe



Bâtiment

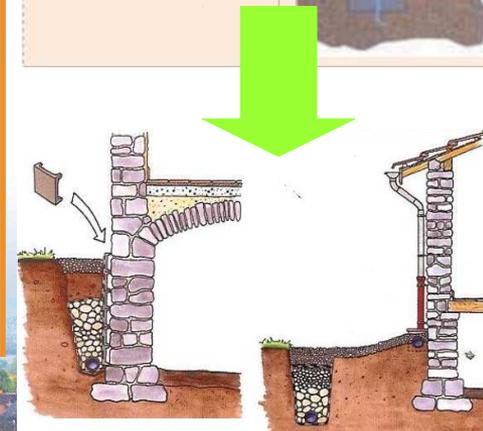
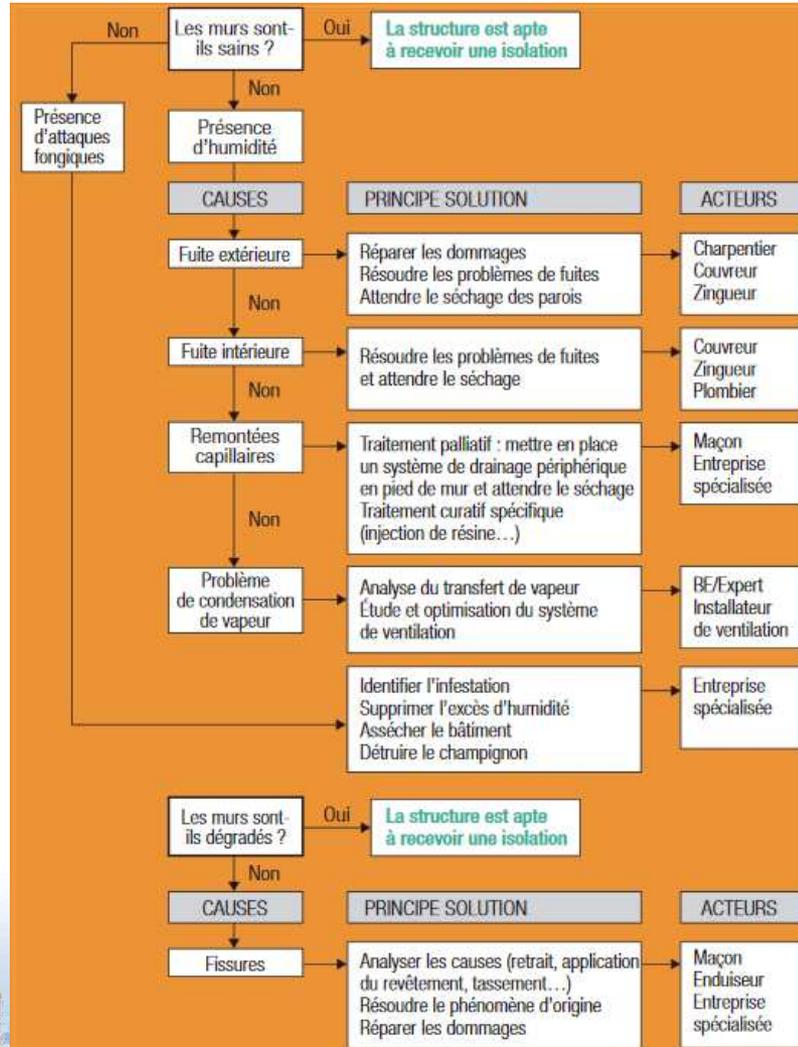
XXX  
kWhEP/m².an

Bâtiment énergivore

ZI

# Le Bâtiment

## 2) l'état sanitaire



Remontées capillaires peuvent apparaître plus tard par modification du bâtiment :

- revêtement du sol voirie (étanche)
- parement intérieur béton (étanche)

# Les usagers

## Le confort

### ➤ La température de l'air

La zone de confort est :

19°C en hiver et 26°C en été

### Objectifs thermiques d'un bâtiment

- Maintenir cette température malgré les écarts de température extérieure
- Maintenir une homogénéité de la température dans l'espace

### ➤ La température des parois

*Le rôle de cette température est très importante dans la sensation de confort thermique*

- **En hiver**, une paroi froide, comme un simple vitrage, absorbe le rayonnement chaud du corps et produit une sensation de froid
- **En été**, si elle est plus chaude que le corps, elle rayonne vers lui et produit une sensation de chaleur

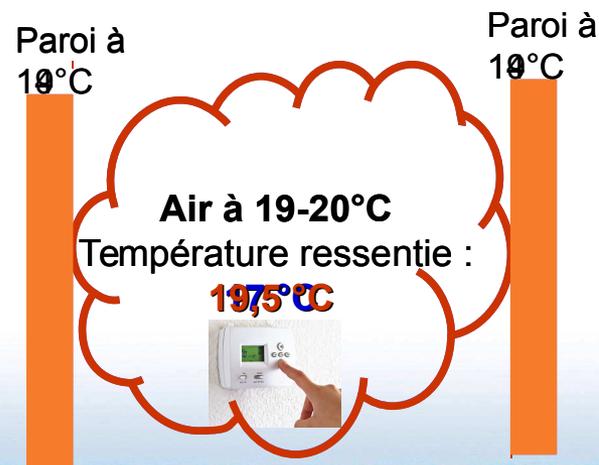
### Rappel réglementaire :

Température de confort : **19°C**

(même dans les écoles)

Température de réduit : **15°C**

Température hors-gel : **8-10°C**





# Les usagers

## Le confort

### ➤ L'humidité relative de l'air

- Elle est variable en fonction de la **température** et de la **pression**
- Elle peut varier de **35 % à 70 %** sans causer de désagrément particulier : zone de confort

### ➤ La vitesse de l'air

- L'air en mouvement accélère les échanges thermiques par convection, au niveau de la peau
- La température de la peau est de l'ordre de 30 à 33°C, donc supérieur à l'air ambiant
- La vitesse de l'air se ressent à partir de 0,2 m/s
- Ces échanges thermiques sont inconfortables en hiver, et souvent appréciables en été



# **Isolation et parois: Quelques notions et principe**

# Quelques notions

La résistance thermique est la résistance du matériau au passage de la chaleur.

Elle quantifie le pouvoir isolant des matériaux pour une épaisseur donnée

**Symbole :  $R$  ( $m^2K/W$ )**

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

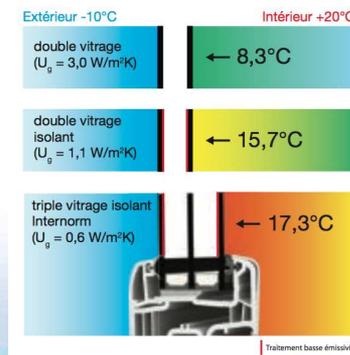
Épaisseur (m)

Conductivité ( $W/mK$ )

Plus sa valeur est grande, plus le matériau est isolant

Le coefficient de transmission thermique  $U$  est l'inverse de la résistance thermique

$$U = \frac{1}{R}$$





# Isolation intérieur/extérieur

## Les avantages et les inconvénients de l'ITI

- La maîtrise technique des isolants et de leur pose
- La gestion des ponts thermiques
- La gestion de la migration de vapeur d'eau
- Le coût des isolants et de leur pose
- Le coût de la décoration intérieure et des travaux induits
- Le traitement de l'étanchéité à l'air
- La gestion des ouvrants
- La vie pendant la période de travaux
- Le volume habitable
- L'architecture extérieure préservée
- L'inertie

## Les avantages et les inconvénients de l'ITE

- La maîtrise technique des isolants et de leur pose
- La gestion des ponts thermiques (liaisons basses et hautes difficilement traitées)
- La gestion de la migration de vapeur d'eau
- Le coût des travaux
- Le traitement de l'étanchéité à l'air
- La gestion des ouvrants
- La vie pendant la période de travaux
- Le volume habitable
- L'architecture extérieure préservée
- L'inertie

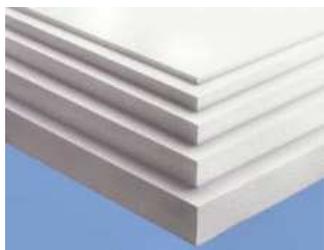
# Quels matériaux connaissez vous ?



Polyuréthane



Polystyrène extrudé



Polystyrène expansé



Panneaux de mousse minérale



Liège



Ouate de cellulose



Laines minérales :  
Laine de verre et laine de roche



Fibre de bois



Laine de chanvre



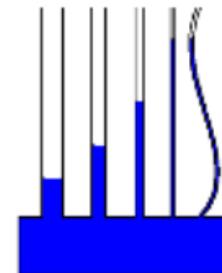
Laine Métisse ©

# Quel matériau ? Quels critères retenir ?

**Matériau capillaire** : capacité des matériaux à faire migrer l'eau à travers celui-ci et de l'évacuer vers les endroits secs

Ex : laine minérale (de verre ou de roche), polystyrène non capillaire

Matériaux biosourcés (ouate de cellulose, panneau fibre végétale) capillaire



**Matériau imputrescible** : capacité des matériaux à ne pas se putréfier.

Certains matériaux sont plus ou – altérables en présence d'eau permanente.

Ex : polystyrène, liège sont imputrescible et très peu altérable

Matériaux biosourcés + ou – putrescible et donc + ou - altérable

**Matériau hygroscopique** : capacité des matériaux, selon l'humidité ambiante de fixer la vapeur d'eau ou d'en restituer. Il participe à la régulation de l'humidité ambiante.

Ex : polystyrène non hygroscopique

Matériaux biosourcés + ou – hygroscopique



# Quel matériau ? Quels critères retenir ?

**Résistance à la vapeur d'eau ( $\mu$ )** : indique dans quelle mesure un matériau s'oppose, par rapport à l'air sec immobile, à la progression à la vapeur d'eau.

+  $\mu$  est faible + les matériaux sont facilement traversés par la vapeur d'eau

Ex : polystyrène très résistant à la vapeur d'eau

Matériaux biosourcés et laines minérales faiblement résistants à la vapeur d'eau

La résistance à la migration de vapeur d'eau d'une couche de matériau (ou paroi) s'exprime en m par la valeur  $S_d$

$$S_d = \mu \times e$$

**Règle « 5 pour 1 »** : Il est demandé entre autre d'avoir un parement extérieur 5 fois plus ouvert à la vapeur d'eau  $S_{d_{int}} > 5 S_{d_{ext}}$

En règle générale, on cherchera à avoir, de l'intérieur à l'extérieur, des matériaux de plus en plus ouverts à la vapeur d'eau

# Quel matériau ? Quels critères retenir ?

## Pare vapeur/ frein vapeur /HPV :

### Pare vapeur

$Sd > 10-15 \text{ m}$



### frein vapeur

$2\text{m} < Sd < 5-10 \text{ m}$

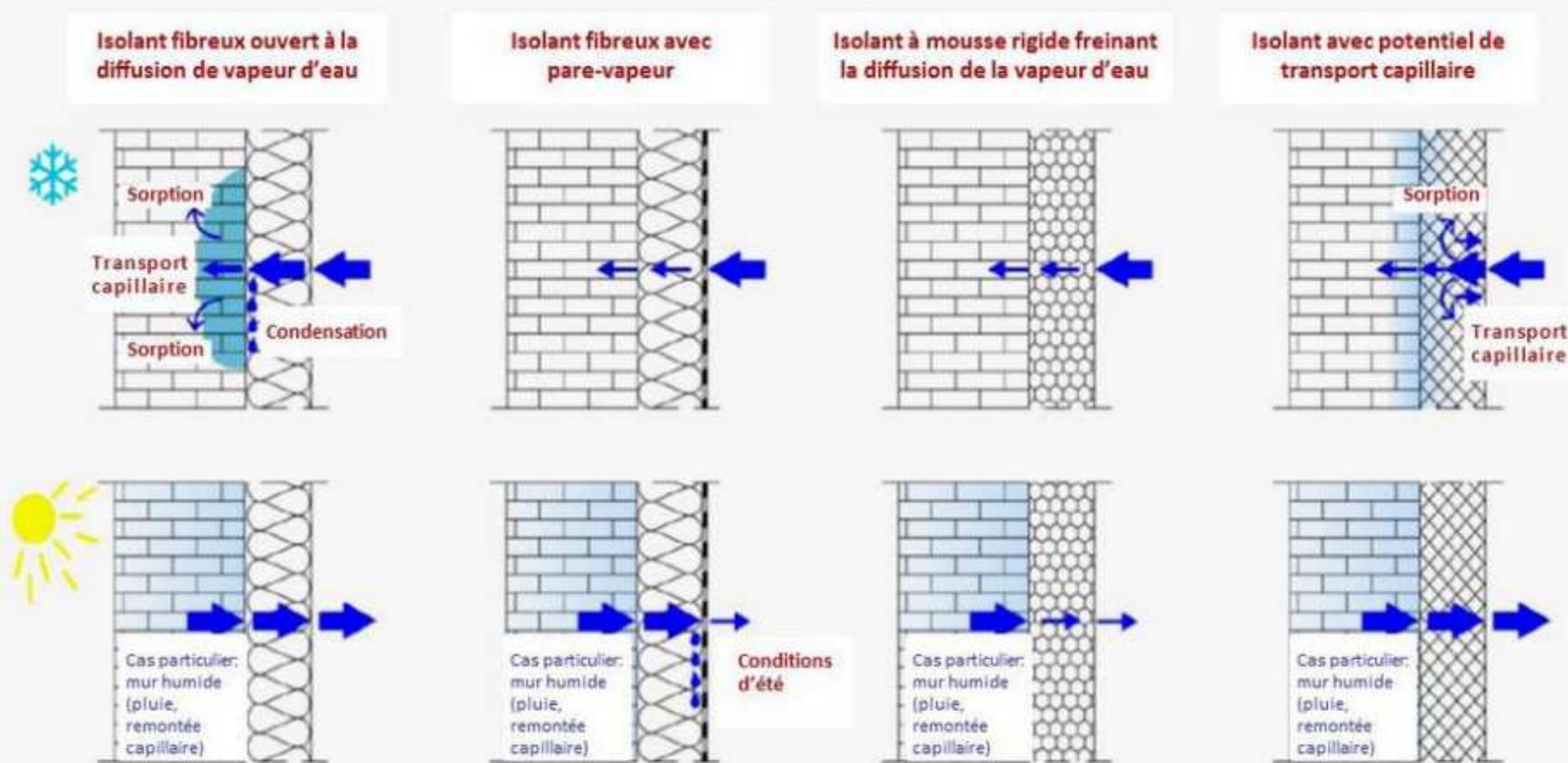


### HPV

$Sd < 0,1 \text{ m}$



# Quel matériau ? Quels critères retenir ?

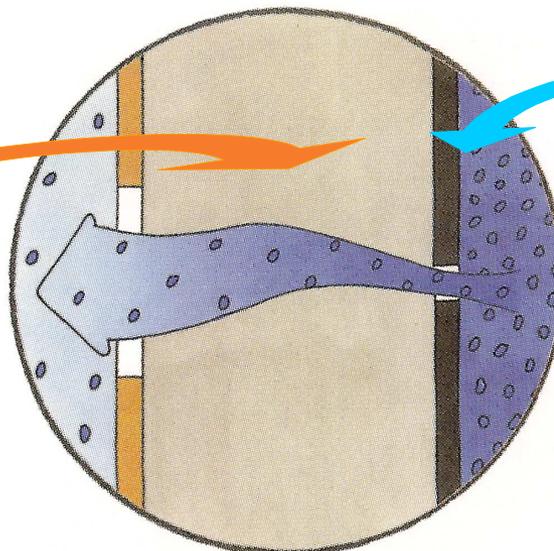


▲ Schéma 2 : Explications schématiques du fonctionnement hygrothermique de différentes solutions d'isolation par l'intérieur en hiver et en été

# Quel matériau ? Quels critères retenir ?

## Parois perspirantes :

**Matériaux capillaires, hygroscopiques et ouvert à la vapeur d'eau**



**Bâti ancien**

**Frein vapeur :** pour limiter l'entrée de vapeur d'eau dans la paroi

Le principe de la paroi perspirante. Limiter l'entrée de la vapeur d'eau, faciliter son transit vers l'extérieur, et ne pas l'empêcher de ressortir côté intérieur aussitôt que les conditions hygrothermiqu le permettent.

$$Sd_{int} > 5 Sd_{ext}$$

# En résumé...

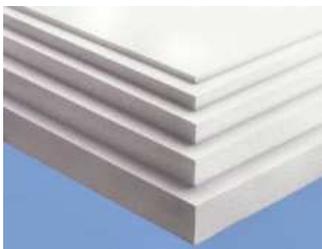
**Peu perméable à la vapeur d'eau**



Polyuréthane



Polystyrène extrudé



Polystyrène expansé



Panneaux de mousse minérale



Laines minérales :  
Laine de verre et laine de roche



Liège



Ouate de cellulose



Laine de chanvre



Fibre de bois



Laine Métiisse ©

# En résumé...

+ ou - capillaire

## Non capillaire



Polyuréthane



Polystyrène extrudé



Polystyrène expansé



Laines minérales :  
Laine de verre et laine de roche



Liège



Ouate de cellulose



Panneaux de mousse minérale



Laine de chanvre



Fibre de bois



Laine Métisse ©

# En résumé...

+ ou - putrescible  
(donc + ou - altérable)

## Non putrescible et non altérable



Polyuréthane



Polystyrène extrudé



Panneaux de mousse minérale



Liège



Polystyrène expansé



Laines minérales :  
Laine de verre et laine de roche

## Non putrescible mais altérable



Ouate de cellulose



Laine de chanvre



Fibre de bois



Laine Métisse ©

# Avantages isolants biosourcés

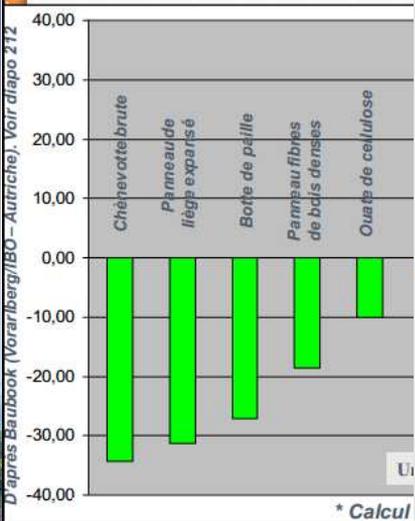
Isolants mais + (caractéristiques hygroscopiques)

+ agréable à poser

- d'énergie grise et + bas carbone (végétaux, recyclage, moins de transformation)

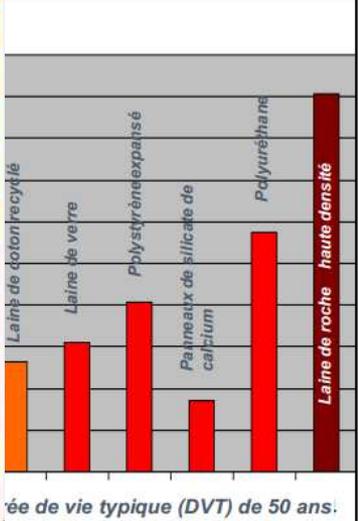
+ de masse pour certain isolant, + de déphasage, confort d'été

**Tous les maté**  
Exemples\* de "Bilan carbone correspondant à une r



Matériaux	densité (kg/m <sup>3</sup> )	conductivité thermique λ (W/mK)	capacité thermique ρ.c (Wh/m <sup>3</sup> K)	Le confort d'été	
				épaisseur en hiver pour un R de 8 m <sup>2</sup> K/W(cm)	épaisseur en été pour un déphasage de 12h.
laine de bois	160	0,050	90	41	20
laine de bois	55	0,040	31	32	31
laine de bois	40	0,040	23	32	36
cellulose insufflée	60	0,038	31	30	30
cellulose panneau	85	0,040	44	32	26
chênevotte	90	0,055	48	45	29
liège expansé vrac	60	0,045	31	36	33
polyuréthane	30	0,030	12	25	43
coton	20	0,040	6	32	71
laine de mouton	10	0,040	5	32	78
laine de verre	15	0,040	5	32	78
laine de roche hd	40	0,045	34	36	32
polystyrène	7	0,035	3	29	94

**"rgle grise"\***  
seur correspondant e 5 m<sup>2</sup>K/W.





# Définition d'une isolation performante...

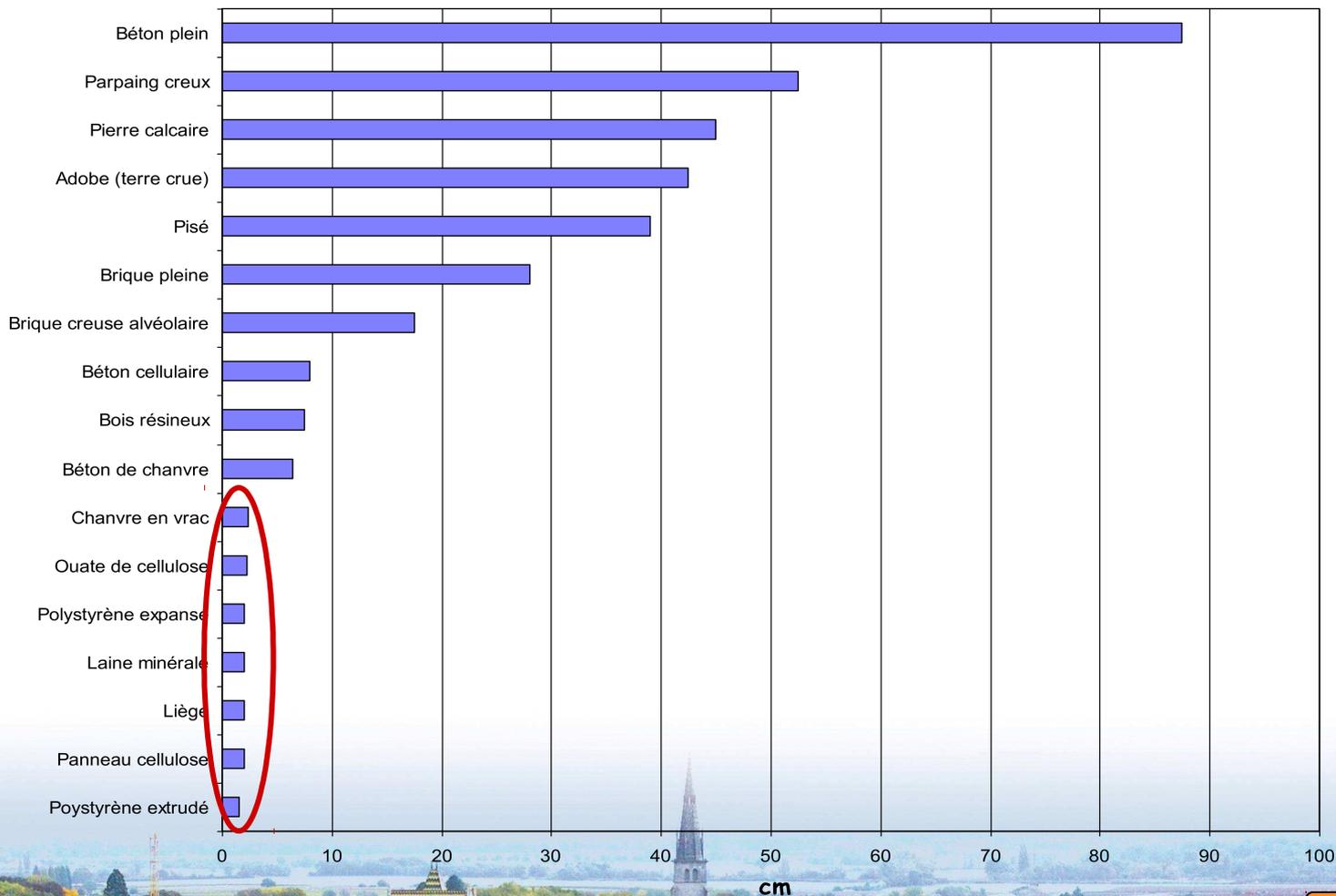
Une isolation performante est une isolation qui permet de construire des bâtiments confortables, économes et pérennes.

C'est donc une isolation :

- conséquente
- générant très peu de ponts thermiques
- accompagnée d'une réelle étanchéité à l'air
- composant judicieusement avec l'inertie
- pérenne

# Isolation conséquente

*Pour obtenir la même isolation qu'un mur en béton de près de 90 cm, il faut :*



# Isolation conséquente

Les références évoluent !

	MURS	U en W/(m <sup>2</sup> .K)	Isolant* (cm)
Hier	Non isolé		
Aujourd'hui	Isolé	0,40	10
Demain	Très isolé	< 0,25	15 à 30
	TOITURE	U en W/(m <sup>2</sup> .K)	Isolant* (cm)
Hier	Non isolé		
Aujourd'hui	Isolé	< 0,20	20 à 30
Demain	Très isolé	< 0,15	30 à 50
	SOLS	U en W/(m <sup>2</sup> .K)	Isolant* (cm)
Hier	Non isolé		
Aujourd'hui	Isolé	0,60	4 à 6
Demain	Très isolé	< 0,25	10 à 30

\* Calcul épaisseur réalisé avec un lambda moyen de 0,04 W/mK, excepté pour les sols (0,03)

# Sans ponts thermiques

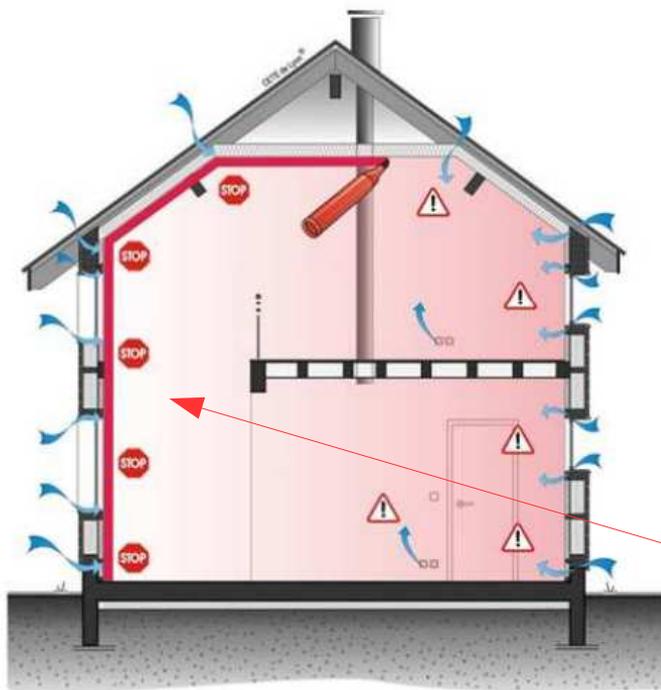
Principales sources  
de fuites d'air  
à surveiller



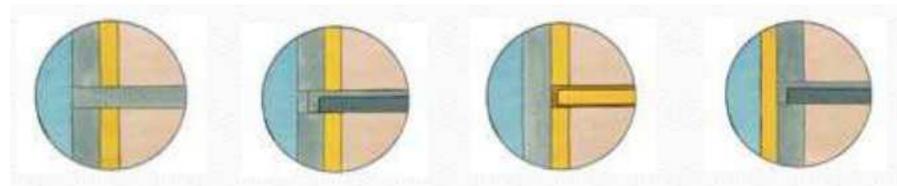
-  Liaisons façades et planchers
-  Menuiseries extérieures
-  Équipements électriques
-  Trappes et éléments traversant les parois

**Traiter tous les points singuliers et localiser tous les risques de fuites d'air**

# Sans ponts thermiques



Déperdition en fonction du type de liaison :



63 %

52 %

21 %

3 %

**Appliquer le principe de continuité**

Tous les isolants doivent être en contacts les uns avec les autres

**Telle une couette, on cherche à faire le tour**

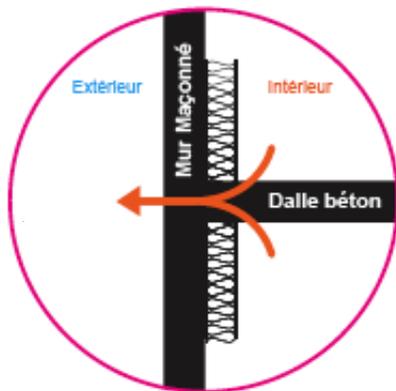
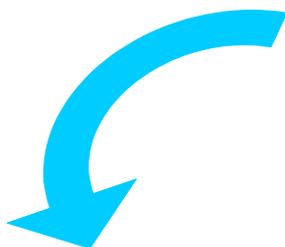
# Sans ponts thermiques

**bâtiment non isolé**

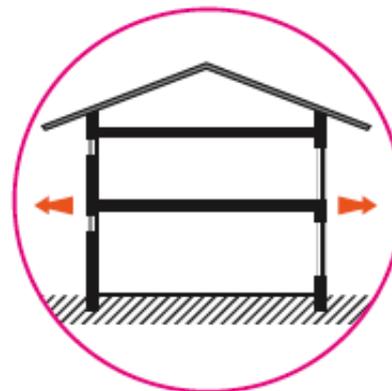
**5 %** de ponts thermiques

**bâtiment isolé**

**20 %** de ponts thermiques

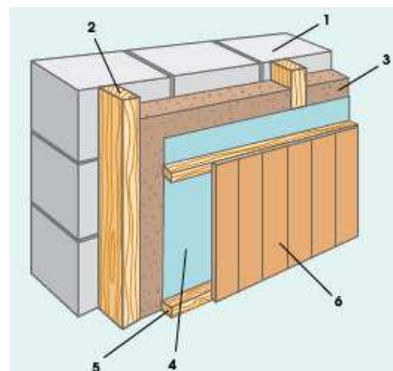


Mur maçonné avec isolation par l'intérieur : pont thermique important



Exemple de ponts thermiques au niveau d'un plancher intermédiaire

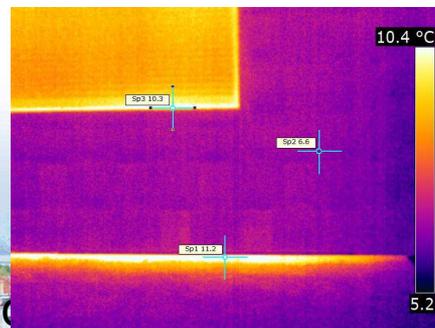
**Solution =**  
Isoler par l'extérieur



## Pont thermique :

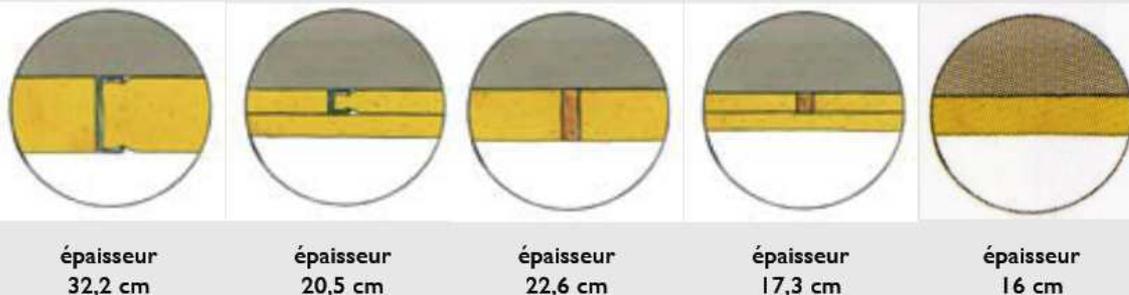
- Déperdition thermique, perte de calorie
- Création de point froid dans les parois = condensation = dégradation du bâti

**Attention :**  
Isoler aussi le mur de sous-bassement jusqu'au pied de fondation

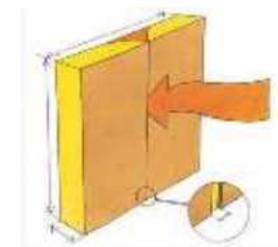


# Sans ponts thermiques

## ● Incidence des ponts thermiques intégrés

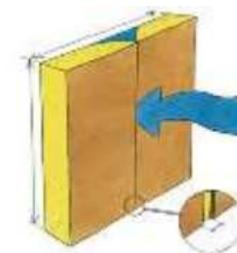


Épaisseurs nécessaires d'isolant pour compenser les ponts thermiques intégrés.  
(pour un  $U_p$  final de  $0,23 \text{ W/mK}$ ,  $\lambda$  isolant =  $0,040 \text{ W/mK}$ , entraxes  $60 \text{ cm}$ )



Avec une fente de  $1 \text{ mm}$  pour  $1 \text{ m}^2$  d'isolant, la valeur  $U$  explose (de  $0,30$  à  $1,44$ ) **soit un pouvoir isolant divisé par 4,8**

**Un rail métallique divise par 2 le pouvoir isolant**

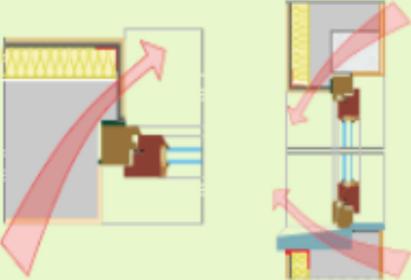
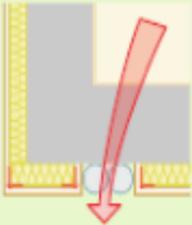
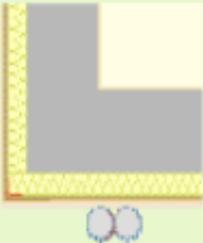


Avec une fente de  $1 \text{ mm}$  pour  $1 \text{ m}^2$  d'isolant, la quantité de vapeur d'eau qui entre par jour **est de 800g** contre quelques grammes avec un pare-vapeur ou un frein vapeur continu

# Sans ponts thermiques

## Isolation par l'extérieur

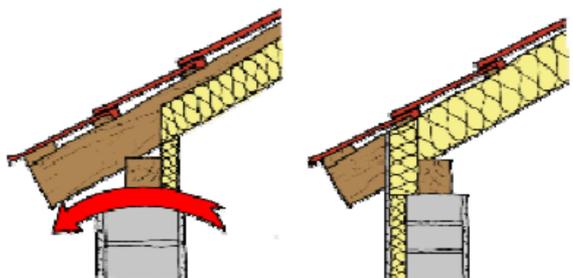
- o Mur plein isolé par l'extérieur :

	Problème	Pistes de solutions
Châssis		
Passage de gouttière		

# Sans ponts thermiques

## Isolation par l'extérieur

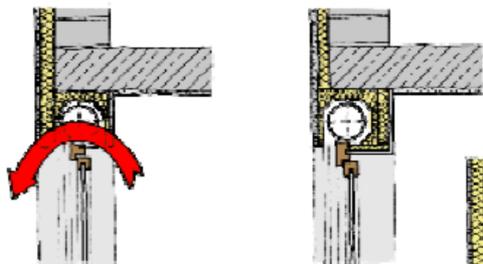
Raccord pied de toiture-mur



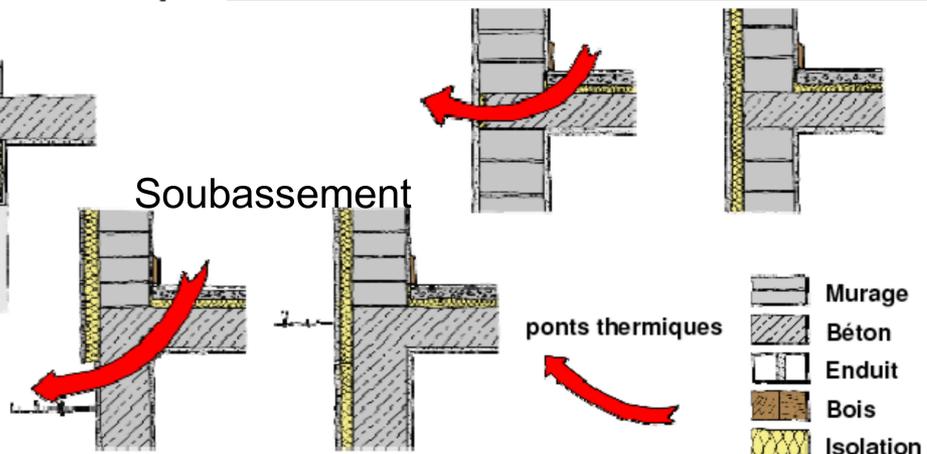
**Isolation par l'extérieur**  
= suppression des ponts thermiques  
+ conservation de l'inertie des murs côté intérieur =  
+ de confort et - de dépenses

Mur- dalle du plancher intermédiaire

Coffre volet roulant



Soubassement

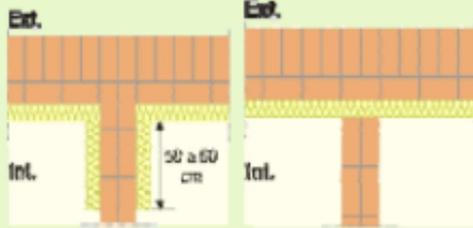
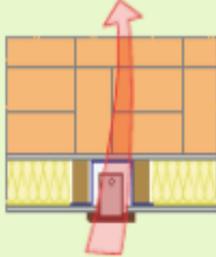
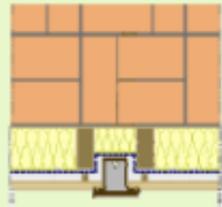


Murage  
Béton  
Enduit  
Bois  
Isolation

# Sans ponts thermiques

## Isolation par l'intérieur

- Mur plein isolé par l'intérieur :

	Problème	Pistes de solutions
Mur de refend		 Solution 1      Solution 2
Prises électriques et canalisations		

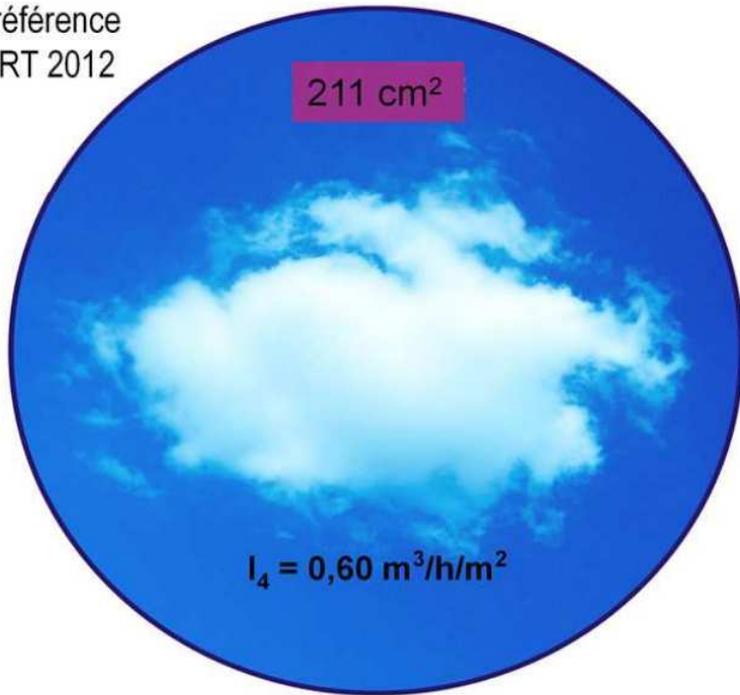
# Sans ponts thermiques

## Isolation par l'intérieur

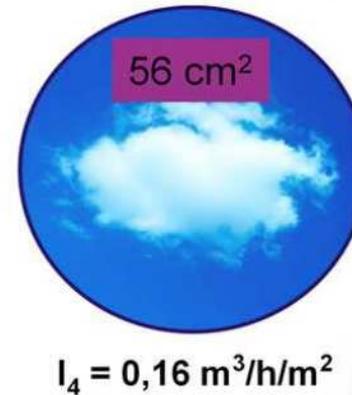
	Problème	Pistes de solutions
Châssis, linteaux et tablettes de fenêtre		
Dalle de fondation	<p>Existant</p>	<p>Solution imparfaite    Solution complète</p>
Dalle d'étage		

# Importance de l'étanchéité

Valeur de référence  
RT 2012

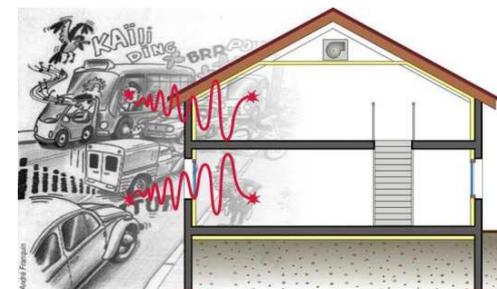


Valeur de référence  
Passiv Haus



# Importance de l'étanchéité

- Réduire les factures de chauffage
- Améliorer le confort
- Pas de courant d'air désagréable
- Pas de chaleur étouffante en période estivale, à condition d'utiliser les protections solaires adéquates
- Pas de Gêne acoustique avec l'extérieur
- Diminution des gênes olfactives
- Limiter les problématiques liées à la santé (allergie, asthme), par le meilleur fonctionnement de la ventilation = > moins de moisissures ou d'infiltration de polluants





# Bâtiment étanche = bâtiment thermos ?

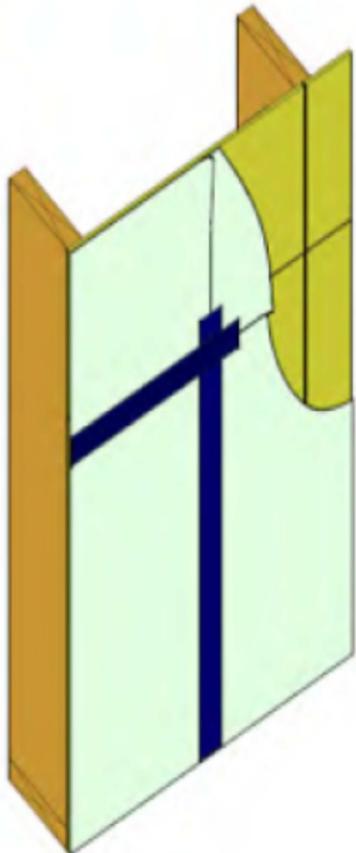
- Non car ventilation
- + le bâtiment est étanche à l'air + le flux de ventilation volontaire est maîtrisé
- Car possibilité d'obtenir une paroi perspirante



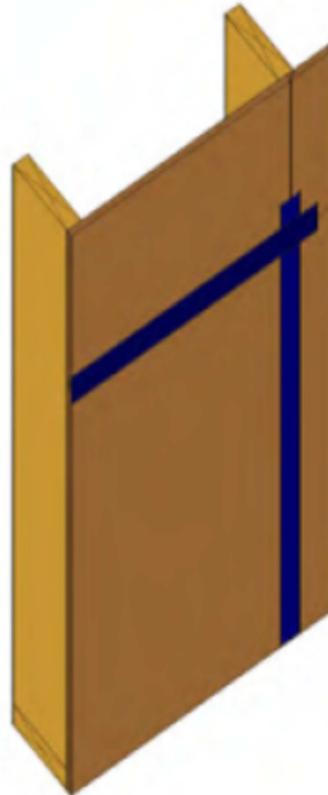
# L'étanchéité

L'étanchéité à l'air peut être réalisée par :

1/ Le pare/frein-vapeur



2/ Le contreventement scotché



3/ Le pare-pluie



Source : Energie Positive

# Les différents matériaux pour assurer l'étanchéité



**Manchette passe câble et boîtier étanche**



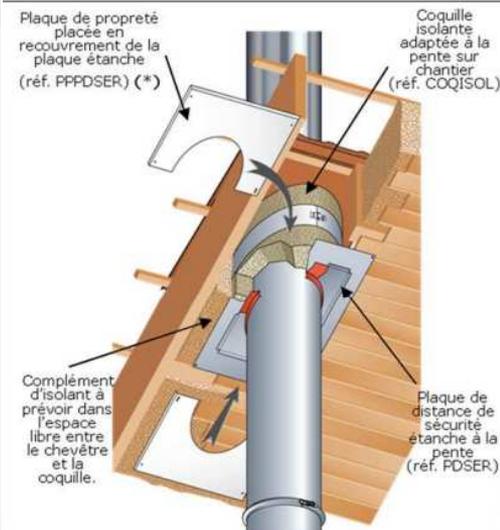
**Joints et membranes**



**Films et écrans étanches**



**Accessoires à joints**



**Plaque de distance de sécurité étanche**



ERGIE

- Résultat après mise en œuvre de la « jupe »

# Attention au second œuvre et au passage de l'électricité



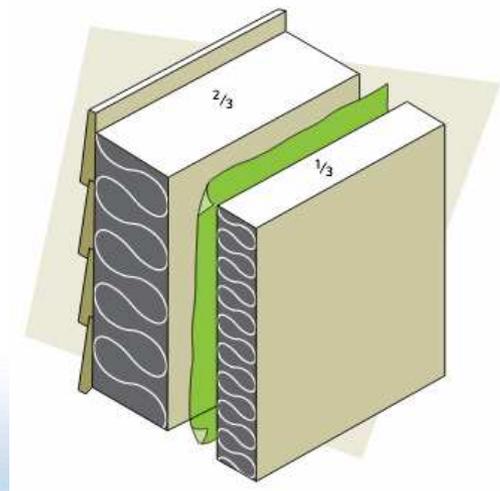
Création d'un vide technique pour le passage des câbles électriques

Ou

Méthode d'isolation 2/3 – 1/3



Réparation avec de l'adhésif

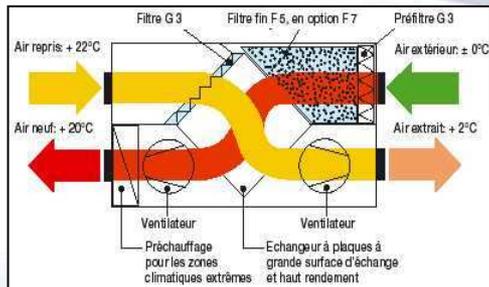
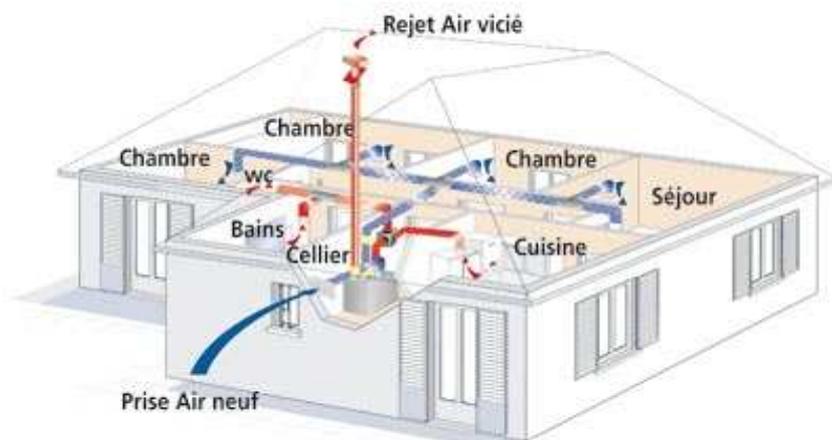




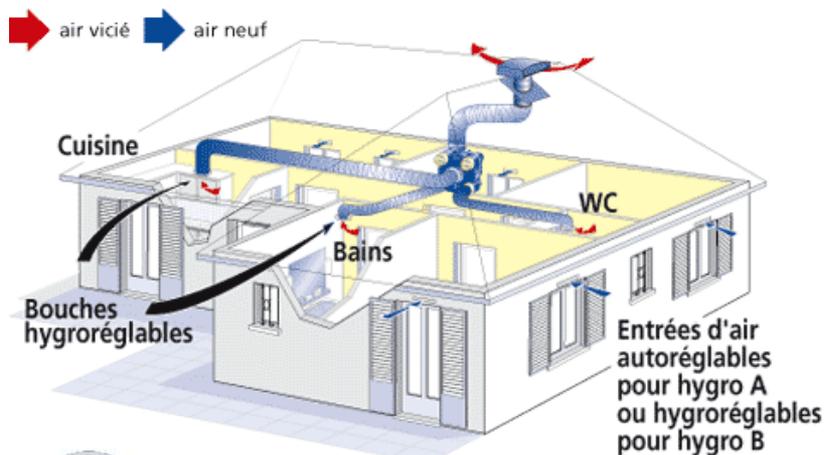
# Ventilation

# Réduire les pertes par renouvellement d'air

## VMC double flux



## VMC simple flux de type hygroréglable





# Pourquoi ventiler ?

## UNE BONNE VENTILATION, C'est....

- UN BON **CONFORT** (y compris acoustique)
- UNE BONNE **QUALITE D'AIR** et une **AMBIANCE SAINE** (polluants, humidité...)
- UNE BONNE **CONSERVATION DU BATI**

## QUALITE DE L'INTERIEUR

### La qualité et la maîtrise de l'air intérieur :

- Un enjeux de santé et de sécurité publique

### Mais aussi

- Un enjeux de confort et de maîtrise des consommations énergétiques

### «L'air intérieur, pollution méconnue et sous-estimée»

🕹 **80 à 90 %** de notre temps est à l'intérieur d'espace clos:

🕹 Plus de **9 millions** de personnes meurent chaque année de **maladies du système respiratoire** (Source: OMS)



## Points de vigilances

Isoler les gaines pour éviter la condensation (si passage dans volume non chauffé)

Système de ventilation double flux de préférence dans le volume chauffé pour améliorer le rendement

Nettoyer les bouches d'extraction et de renouvellement d'air régulièrement

Entretenir la VMC au moins tous les 2-3 ans

Débit d'air se calcul en fonction de l'activité du bâtiment et de son occupation



# Rénover dans une approche globale du bâtiment



# Avoir une approche globale du bâtiment : Viser une rénovation BBC (approche globale ou par étape)

1) isoler le toit

2) isoler les murs et fenêtre (étanchéité des menuiseries dans l'isolation du mur)+  
ventilation

3) isoler le plancher bas

4) réfléchir en dernier au système de chauffage



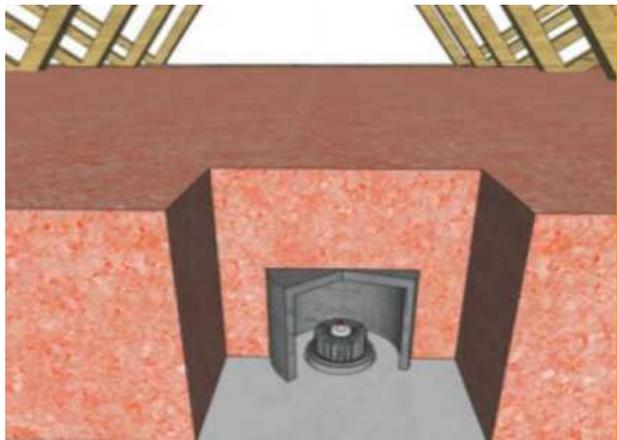
## Isolation du toit

- **Quel type de toiture** (terrasse, % pente ...) ?
- **Besoins de rénover la toiture, la charpente ?**
- **Aménage-t-on les combles ?**
- **Y-a-t-il un isolant ? Faut-il le déposer ?**
- **Quelle valeur initiale du U ? Quelle valeur future ? (0,15... à 0.10 W/m<sup>2</sup>K ?)**
- **Quelle technique d'isolation ?** (peut-on isoler par le dessus ?...)
- **Quel(s) matériau(x) choisir ?**
- **Quelle stratégie pour le confort d'été ?** (surventilation de la sous-toiture, parement intérieur lourd...)
- **Y-a-t-il des contraintes esthétiques, réglementaires ?**
- **De quelle place dispose-t-on ?**
- **Quelles connaissances /compétences ont les entreprises locales ?...**

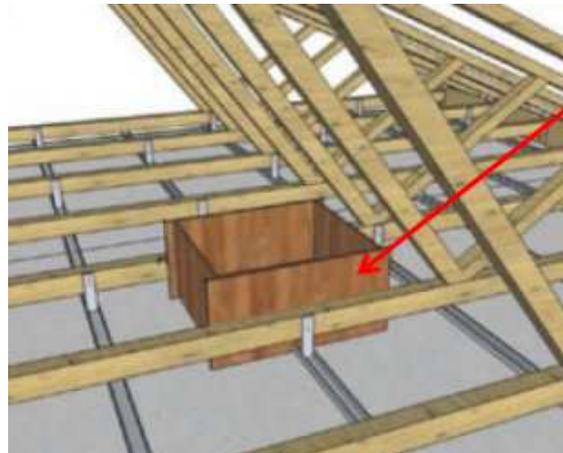


# Isolation du toit

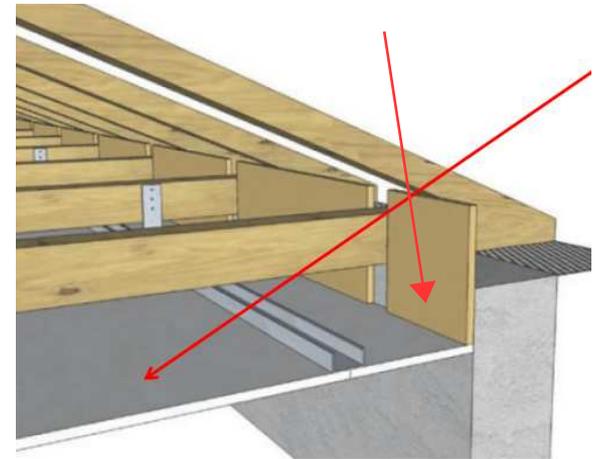
Attention de ne pas oublier :



Cache de protection pour spot encastré et isolation par dessus



Isolation de la trappe de visite



Vérification de la surcharge de poids et mise en place de déflecteur

# Isolation du toit

L'isolation est-elle suffisante ? Que faire ? :

**Solution :**  
Isoler par  
l'intérieur le  
comble perdu



Ext

Comble perdu



Volume chauffé



## Isolation des murs

- **Comment sont les façades ? Quel type de murs ?** (terre, briques, pierres avec mortier de chaux, de terre, présence de matériaux putrescibles...)
- **Est-il sain ? Humide ? A t'il une rupture de capillarité radicale ?...**
- **Quelle valeur initiale du U ? Quelle valeur future ?** (0,30... À 0.12 W/m<sup>2</sup>K ?)
- **Quelle technique d'isolation ?** (peut-on isoler par l'extérieur ? Dans quel état sont les parements intérieurs ? Est-ce possible d'évacuer le logement ?...)
- **Quel(s) matériau(x) choisir ?**
- **Quelle stratégie pour le confort d'été ?** (parements lourds...)
- **Si l'isolation est réellement impossible, quelle correction choisir ?**
- **Y-a-t-il des contraintes esthétiques, réglementaires ? De places ?**
- **Quelles connaissances / compétences ont les entreprises locales?...**

# Isolation des murs

Prolongement d'élément en béton hors du volume chauffé? Que faire ? :

**Solution :**  
**Tronçonner les éléments**



← Tronçonnage des débords



Désolidarisation des débords →

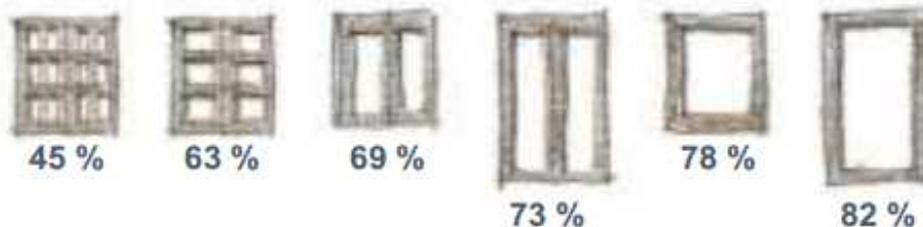


## Isolation le plancher bas

- **Quel type de sol, de plancher** (*dalle lourde, plancher bois ...*) ?
- **Est-il sain ? Humide ? Isolé ?**
- **Quel est l'état du revêtement ?**
- **Est-il possible de déposer les anciens sols, de creuser, de surélever ?**
- **Quelle valeur initiale du U ? Quelle valeur future ?** (0,40... À 0.15 W/m<sup>2</sup>K ?)
- **Quel type d'isolation thermique ? Quel(s) matériau(x) choisir ?**
- **Comment optimiser le captage solaire ?** (*sol sombre, lourd, très lourd ?...*)
- **Y-a-t-il possibilité / opportunité d'un plancher chauffant ?**
- **Si l'on ne peut isoler le sol, peut on isoler sa périphérie ?**
- **Quelles connaissances/ compétences ont les entreprises locales ?...**

## menuiseries

- **Changement des baies ? Pose de doubles fenêtres ?**
- **Créations d'ouvertures ? Choix de fixes vitrés, d'oscillo-battants ?**
- **Quel vitrage ? Double ou triple ? Avec quel facteur solaire ?**
- **Quels matériaux choisir pour les menuiseries , les volets ?**
- **Quelle valeur initiale du U ? Quelle U futur ? ( $0.90 < U_{jn} < 1,50 \text{ Wh/m}^2.\text{K}$ )**
- **Stratégie pour le confort d'été (pose d'OB, choix des protections solaires...)**
- **Y-a-t-il des contraintes esthétiques, réglementaires ?**
- **Quelles connaissances/compétences ...**



# menuiseries

- Mettre en place des menuiseries avec des dormants plus épais (même si cela entraîne une perte de luminosité)
- Placer les fenêtres au nu des murs intérieurs pour ITI (si possible et globale)
- Placer les fenêtres au nu des murs extérieurs pour ITE (si possible et globale)
- Tronçonner les débords (appuis) en cas d'ITE
- Isoler les tableaux et linteaux (il restera probablement un pont thermique non traité au niveau de l'appui)
- Assurer la continuité de l'étanchéité à l'air
- Installer des entrées d'air en cas de ventilation simple flux



APRES



Source : ilbruck-France



# Étude de cas d'une école

# Présentation

## École primaire

**Année de construction :** début XX<sup>ème</sup> siècle

**Situation :** 3 niveaux, situé E-W

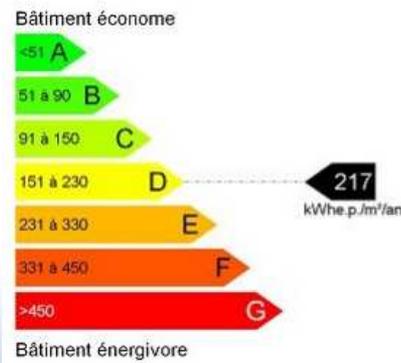
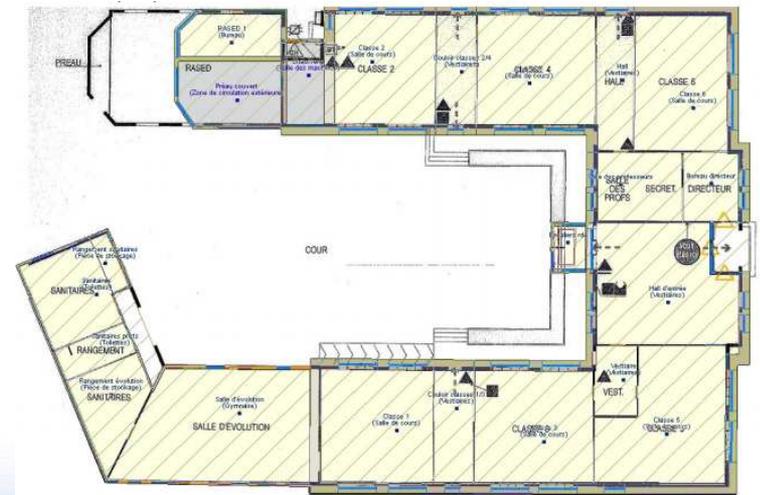
**Surface :** 898,85 m<sup>2</sup>



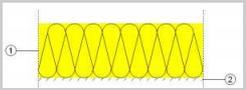
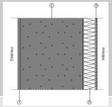
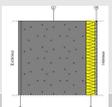
**Consommation :** 140 900 kWh

217 kWh Ep/m<sup>2</sup>/an

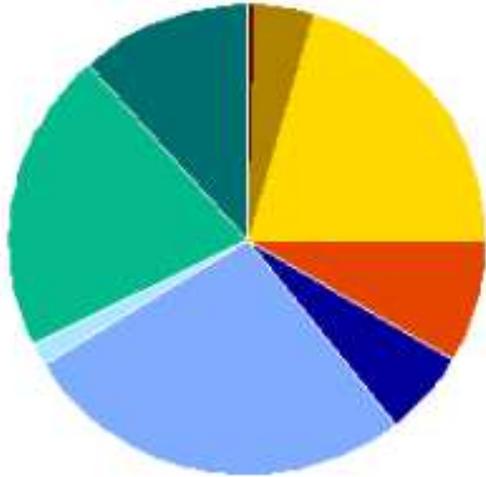
**Perméabilité sous 4 Pa :** 3,39 m<sup>3</sup>/h.m<sup>2</sup>



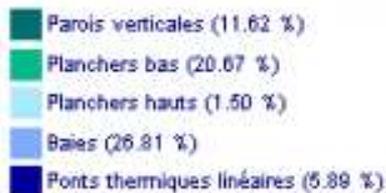
# Présentation

	Paroi	Composition	Résistance thermique R (en m <sup>2</sup> .K/W)
	Planchers hauts sur les ailes latérales : faux plafond	20 cm de laine de Verre	5,26
	Plancher sur la partie centrale	Double plancher bois non isolé	0
	Murs extérieurs (1 <sup>er</sup> étage )	Isolé par l'intérieur avec 10 cm de polystyrène	3
	Murs extérieurs (2 <sup>ème</sup> étage)	Isolé par l'intérieur avec 7,5 cm de laine de verre	2,44
	Murs RASED	6 cm laine de verre + parpaings de 20 cm	1,96
	Murs salle d'évolution	10 cm laine de verre + bardage bois	3
	Murs sanitaires	7 cm de béton cellulaire	0,41
	Plancher bas	Hourdis béton	0,81
	Menuiseries aluminium DV 4.8.4		Uw = 3 W/m <sup>2</sup> .K
	Menuiseries PVC DV 4.8.4		Uw = 2,5 W/m <sup>2</sup> .K
	Menuiserie aluminium SV		Uw = 5 W/m <sup>2</sup> .K

# Déperditions



Éléments en contact avec l'extérieur ou avec le sol (66.49 %)



**1<sup>er</sup> poste : menuiseries** : surface importante des baies vitrées (40 % de la surface des murs)

**2<sup>ème</sup> poste : plancher haut** : 85 % des déperditions du plancher haut proviennent du plancher bois non isolé qui ne représente que 36 % de sa surface

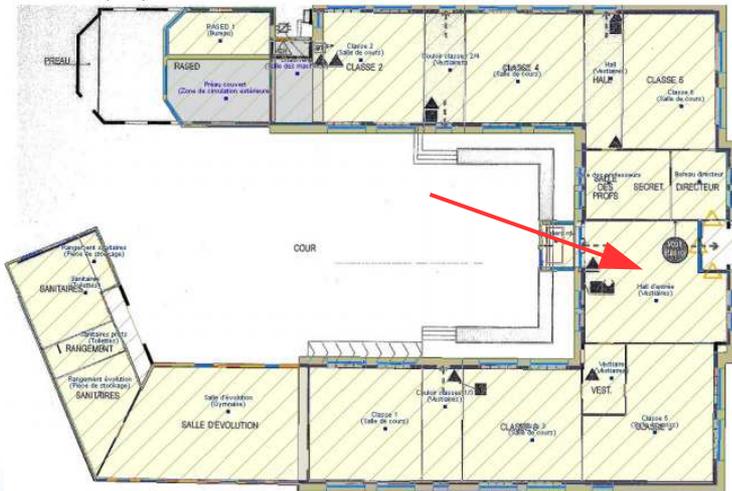
**3<sup>ème</sup> poste : le plancher bas**

**Murs** : 27 % des déperditions dues aux murs en béton cellulaire qui ne représentent que 8 % de la surface totale des murs de l'école

# Différents scénarios de rénovation

## Scénario 1 : investissement minime :

→ Isoler le plancher des combles de la partie centrale de l'école primaire



Réduction de la consommation : **12 %**

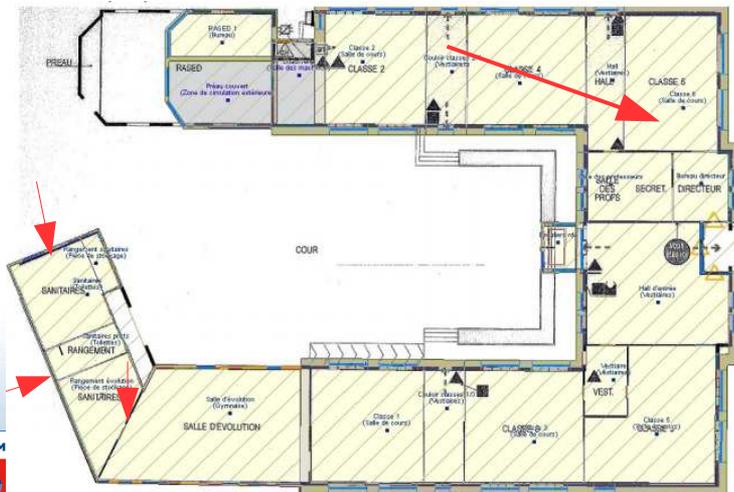
Économie financière annuelle : **700 €**

Coût des travaux estimés (en € TTC) : **10 000 €**

# Différents scénarios de rénovation

## Scénario 2 : Niveau BBC :

- Isoler le plancher des combles de la partie centrale de l'école primaire
- isolation du plancher bas
- Isolation des murs non isolés (sanitaires de la cours et le mur séparant la salle d'évolution du rangement)
- Remplacement des menuiseries
- Amélioration de l'étanchéité à l'air
- Pose d'une VMC double-flux
- Réfection de l'éclairage par la pose de plafonniers et d'ampoules LED



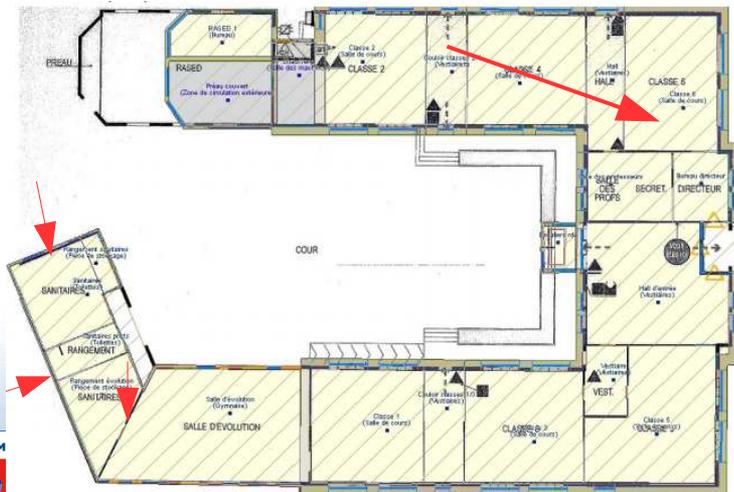
Réduction de la consommation : **58 %**  
Économie financière annuelle : **3 700 €**  
Coût des travaux estimés (en € TTC) : **240 000 €**

Même scénario sans les fenêtres :  
Réduction de la consommation : **56 %**  
Économie financière annuelle : **3 600 €**  
Coût des travaux estimés (en € TTC) : **100 000 €**

# Différents scénarios de rénovation

## Scénario 3 : Facteur 3 :

- Isoler le plancher des combles de la partie centrale de l'école primaire
- isolation du plancher bas
- Isolation des murs non isolés (sanitaires de la cours et le mur séparant la salle d'évolution du rangement)
- Remplacement des menuiseries
- Amélioration de l'étanchéité à l'air
- Pose d'une VMC double-flux
- Pose d'une chaudière à condensation pour le chauffage et l'ECS et remplacement des circulateurs
- Réfection de l'éclairage par la pose de plafonniers et d'ampoules LED



Réduction de la consommation : **61 %**  
Économie financière annuelle : **3 900 €**  
Coût des travaux estimés (en € TTC) : **265 000 €**



## Aides financières

- Subvention du Conseil Régional (visant une rénovation BBC)
- Aides DETR
- CEE



**Merci de votre attention!**

**Sophie Brasseur**

*Chargée de mission « Collectivités »*

**ALE 08 - 17 rue Irénée Carré - 08000 Charleville-Mézières**

**23 A rue André Dhôtel- 08130 Attigny**

**03 24 32 12 29 - [infos@ale08.org](mailto:infos@ale08.org) - [www.ale08.org](http://www.ale08.org)**

***L'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas!***

*Des enjeux planétaires;*

*une seule démarche pour tous :*

*le Facteur 4*

