

AMÉLIORER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE
D'UN LOGEMENT
EN S'APPUYANT SUR L'ÉQUATION DE KAYA



Sommaire

- Équation de Kaya (4-6)
- Comment réduire la consommation de surface (6-8)
- Comment réduire la consommation/m² (10-20)
 - Résistance thermique
 - Déphasage thermique
 - Menuiseries
 - Ventilation
- Comment réduire les émissions de gaz à effet de serre/kWh (21-25)
- Exemples de rénovations (27-32)

PARTONS DE

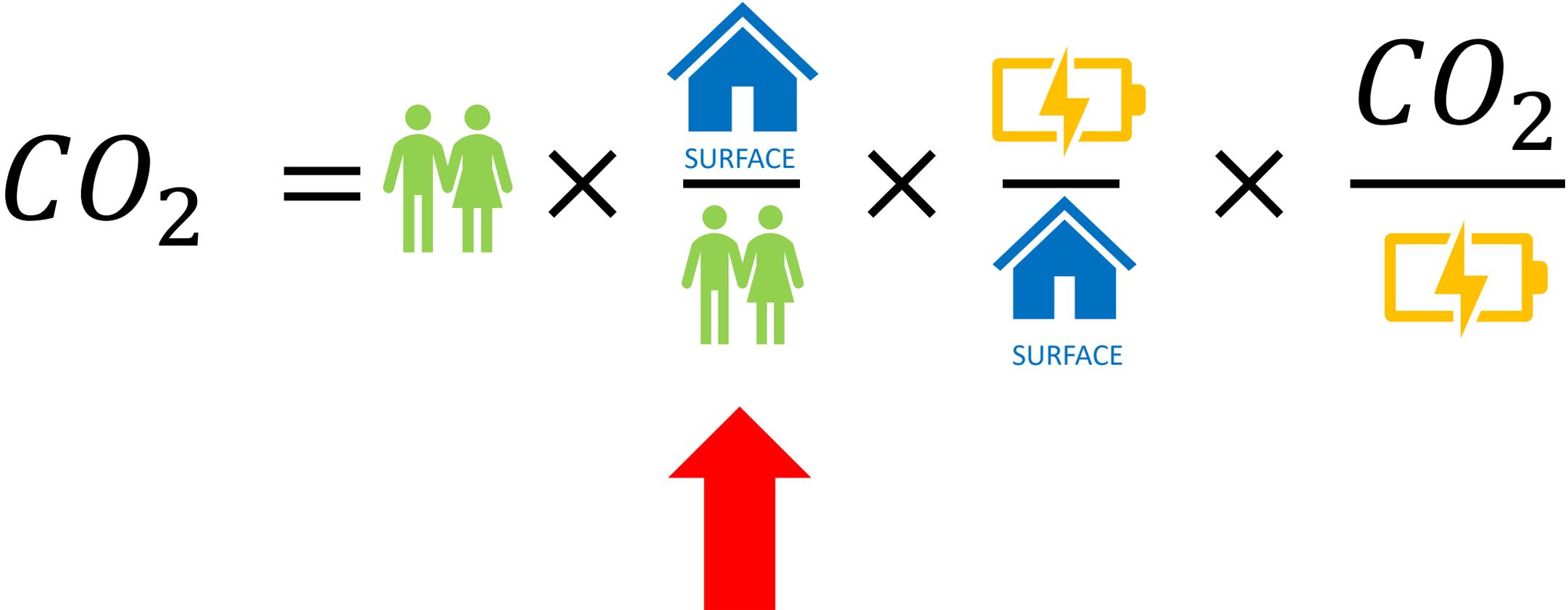
0

Equation de Kaya appliquée aux logements

$$CO_2 = \text{Population} \times \frac{\text{Surface}}{\text{Population}} \times \frac{\text{Énergie}}{\text{Surface}} \times \frac{CO_2}{\text{Énergie}}$$

The equation is represented by icons: a couple of green figures, a blue house icon with 'SURFACE' below it, a yellow battery icon with a lightning bolt, and another couple of green figures, another blue house icon with 'SURFACE' below it, and another yellow battery icon with a lightning bolt.

Equation de Kaya appliquée aux logements

$$CO_2 = \text{Population} \times \frac{\text{Surface}}{\text{Population}} \times \frac{\text{Énergie}}{\text{Surface}} \times \frac{CO_2}{\text{Énergie}}$$


The diagram illustrates the Kaya equation for housing. It consists of four terms multiplied together: 1) Population, represented by two green human icons. 2) Surface area per person, represented by a blue house icon above the word 'SURFACE' and two green human icons below a horizontal line. 3) Energy consumption per surface area, represented by a yellow battery icon with a lightning bolt above a horizontal line and a blue house icon below the word 'SURFACE'. 4) CO2 emissions per energy unit, represented by the chemical formula 'CO2' above a horizontal line and a yellow battery icon with a lightning bolt below it. A large red arrow points upwards from the bottom center towards the population icon in the second term.

Comment réduire



?

Adaptez la surface de votre logement à votre besoin réel

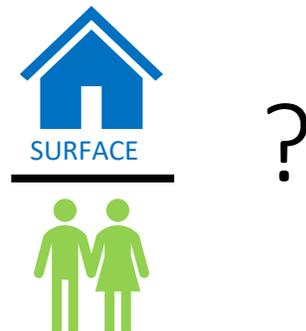
Optimisez tout ce qui peut l'être :

- Volume chauffé
- Stockages
- Gestion des objets inutiles

Si vous êtes à court d'idées, pensez tiny house !



Comment réduire

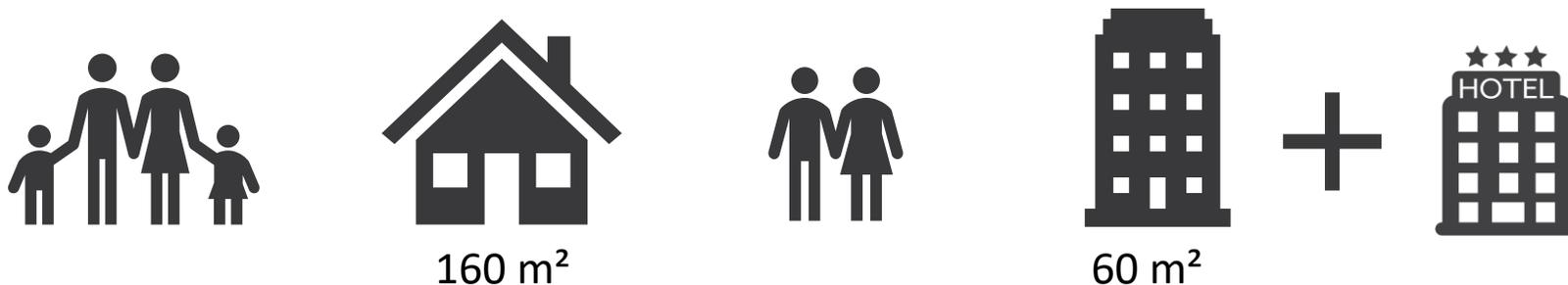


Le schéma classique des couples avec enfants



Conséquences : des consommations et des dépenses importantes (qui n'étaient pas indispensables)

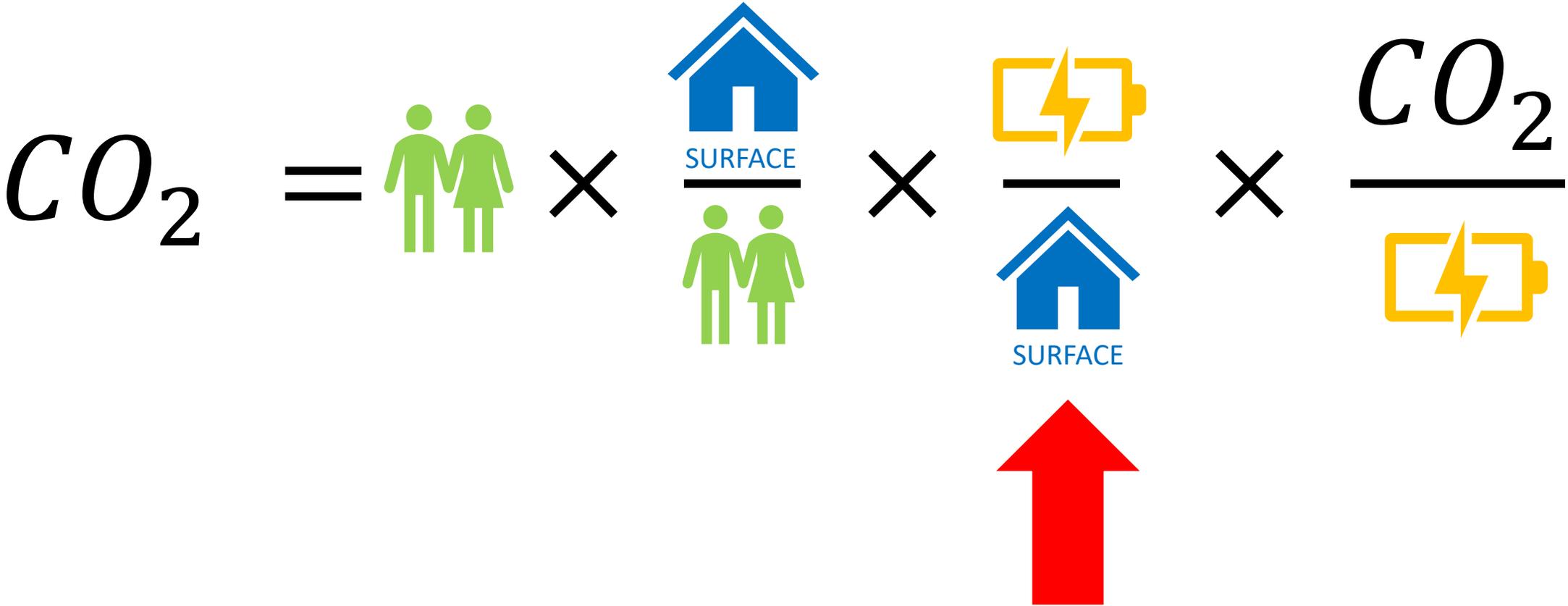
Une proposition d'amélioration du schéma des couples avec enfants ...



Conséquences : un budget logement/énergie maîtrisé
→ augmentation du pouvoir d'achat et de l'épargne

Chaque m² en trop représente une dépense complémentaire (crédit, chauffage, taxe foncière...) !⁷

Equation de Kaya appliquée aux logements

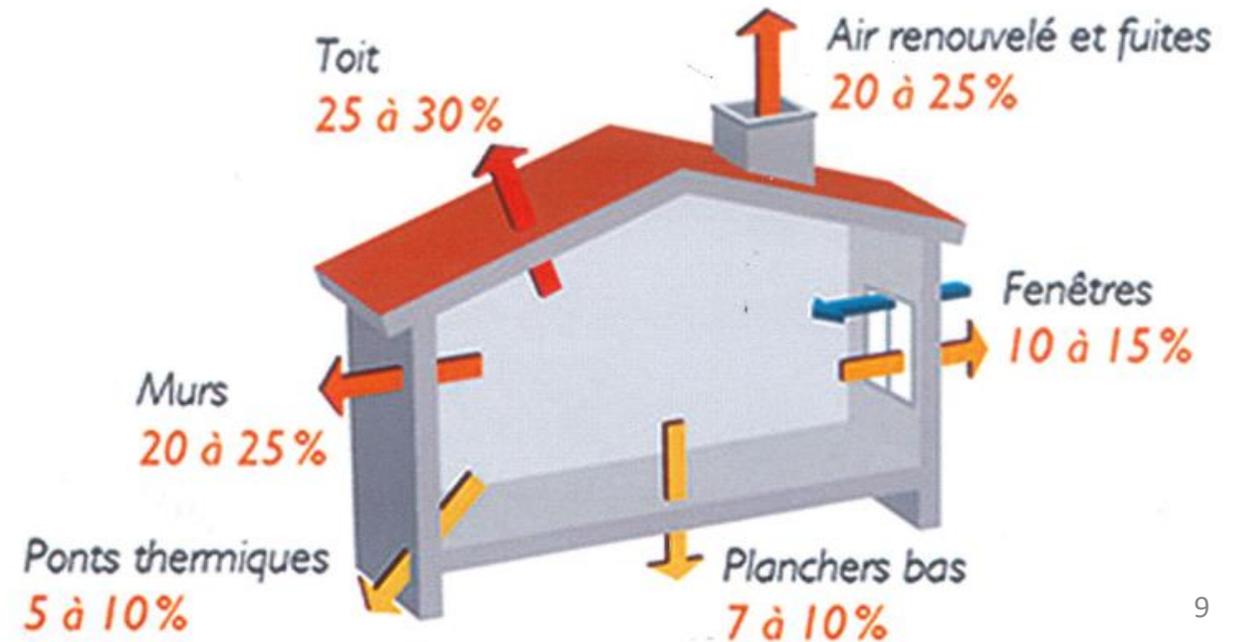
$$CO_2 = \text{Population} \times \frac{\text{Surface}}{\text{Population}} \times \frac{\text{Consommation}}{\text{Surface}} \times \frac{CO_2}{\text{Consommation}}$$


La solution optimale : réduire au maximum les déperditions thermiques

→ Pour cela il faut augmenter la résistance thermique de vos surfaces déperditives !

= ISOLER

Les déperditions thermiques



Résistance thermique
en $\mathbf{m^2 \cdot K \cdot W^{-1}}$

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

Épaisseur en
mètres

Conductivité thermique
en $\mathbf{W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}}$

EXEMPLE : Fibre de bois

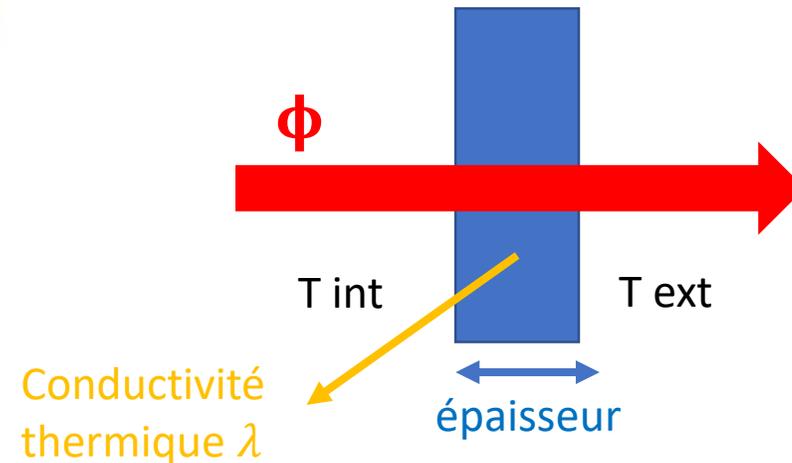
$$\lambda = 0,046 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Pour avoir un R de $5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$

230 mm seraient nécessaires



CAPACITÉ À FREINER UN FLUX DE CHALEUR



ISOLER OUI ! Mais avec quels matériaux ?

En théorie il serait possible d'atteindre une bonne performance thermique avec n'importe quel matériau...

Mais pour quelle épaisseur ?

Épaisseur requise pour atteindre une résistance thermique de $3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Pierre



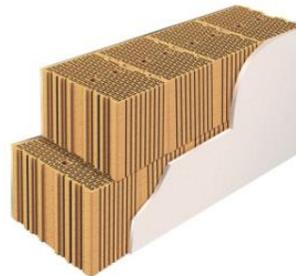
5000 mm

Torchis



4000 mm

Briques iso 40



1250 mm

Polystyrène

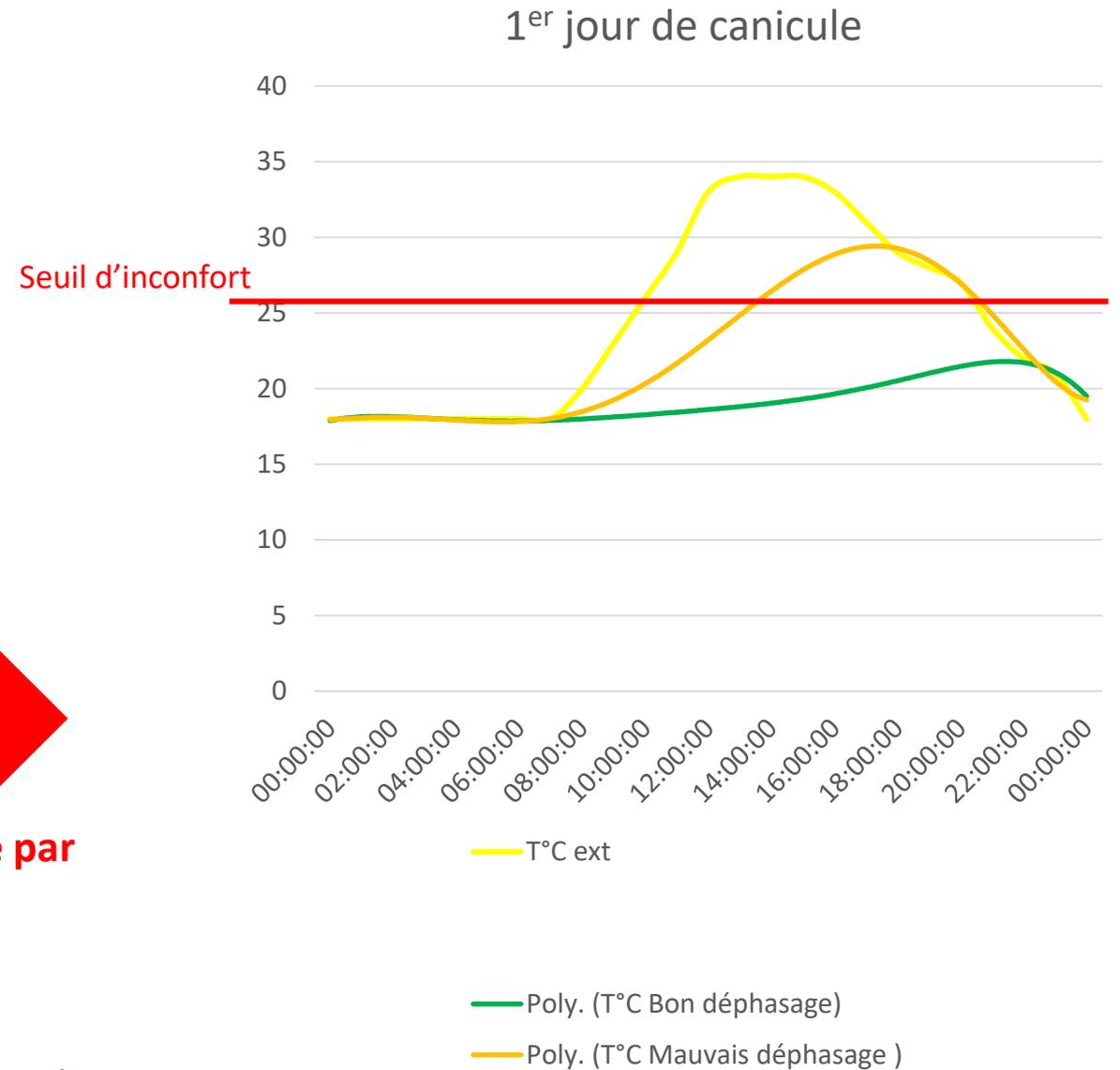
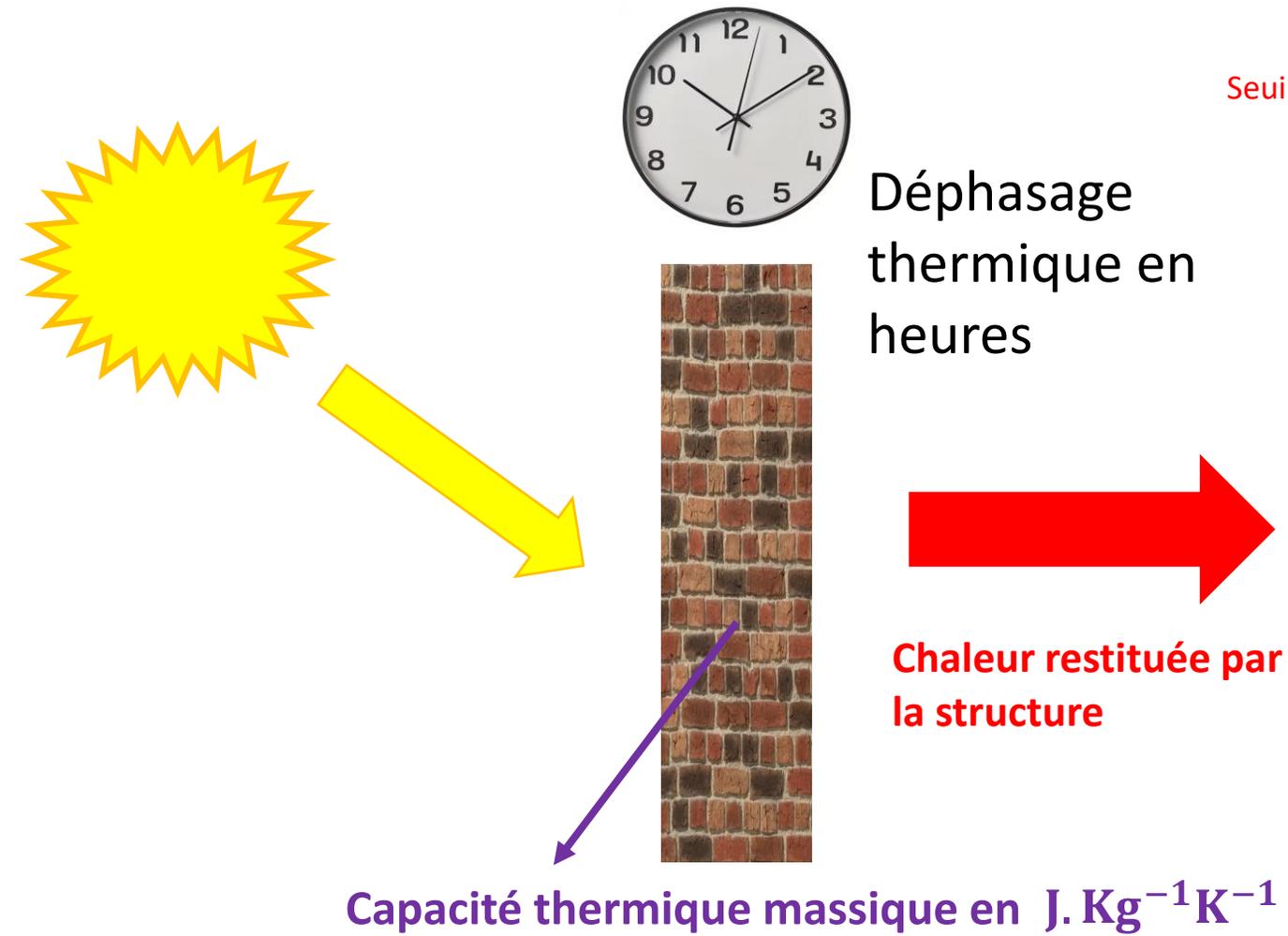


140 mm

Laine de bois



140-300 mm



Isolation thermique par l'intérieur (ITI)

VS

Isolation thermique par l'extérieur (ITE)



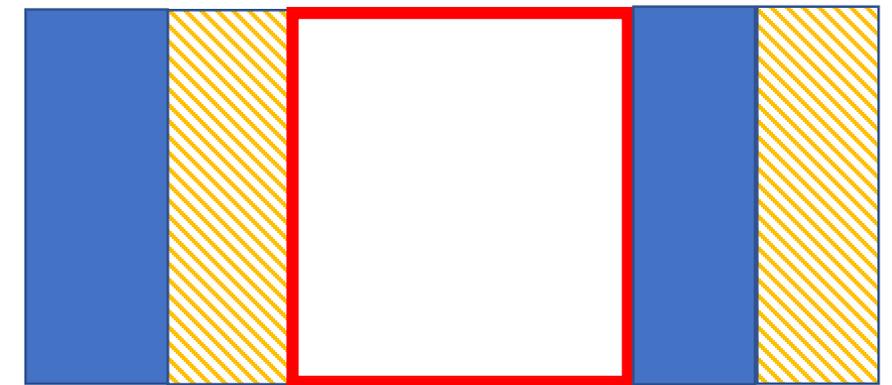
Isolant de masse faible



Mur porteur avec une masse importante



Volume habité



Améliorer son confort en été OUI ! Mais avec quels matériaux ?

Épaisseur requise pour atteindre un déphasage thermique de 12 h

Pierre



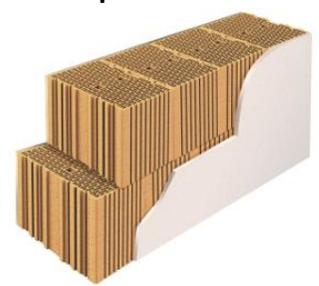
450 mm

Torchis



320 mm

Briques iso 40



320 mm

Polystyrène



600 mm

Laine de bois



320 mm

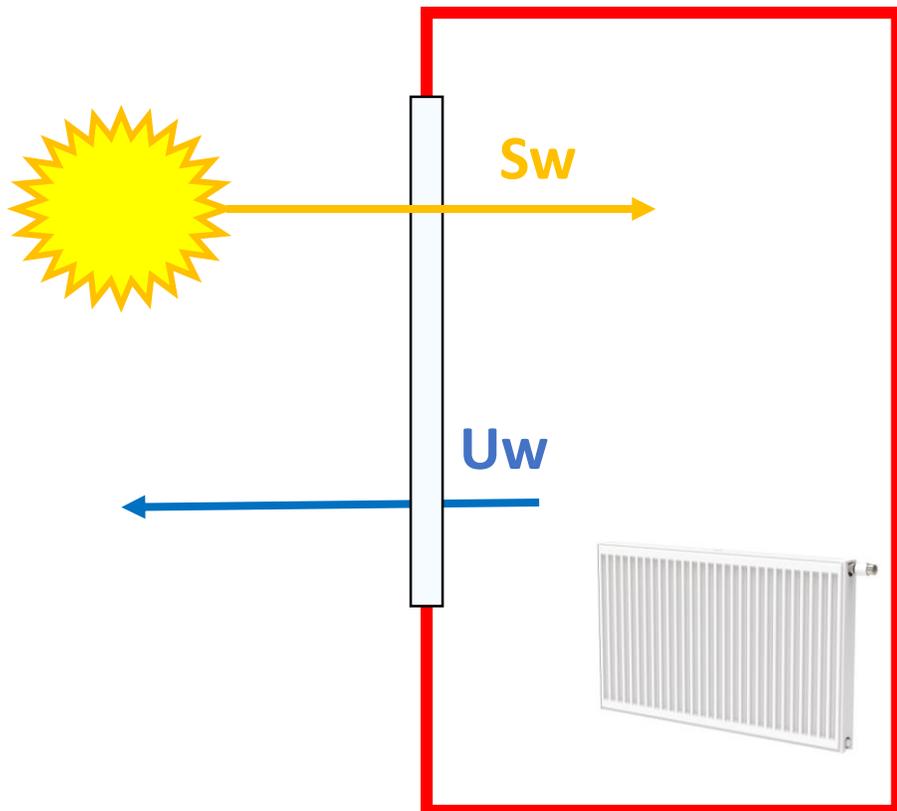
Niveaux de résistance thermique exigés par les financeurs

Particuliers

Collectivités/associations

	Maprimerénov'	Climaxion
Toiture	7 m ² .K/W	7,5 m ² .K/W
Murs	3,7 m ² .K/W	5 m ² .K/W
Plancher bas	3 m ² .K/W	3,5 m ² .K/W

Parlons fenêtres !

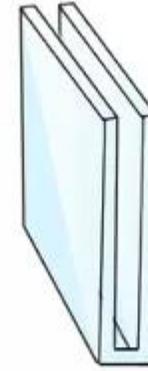


Les types de vitrage



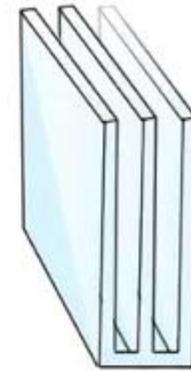
Simple

Où ?
Nulle part !



Double

SUD
EST
OUEST



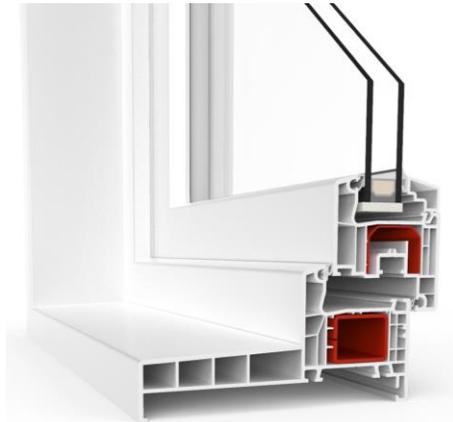
Triple

NORD

Et les huisseries ?



Bois



PVC



Aluminium + rupteur
de pont thermique



JOINT COMPRIBANDE

AUCUNE IMPORTANCE !



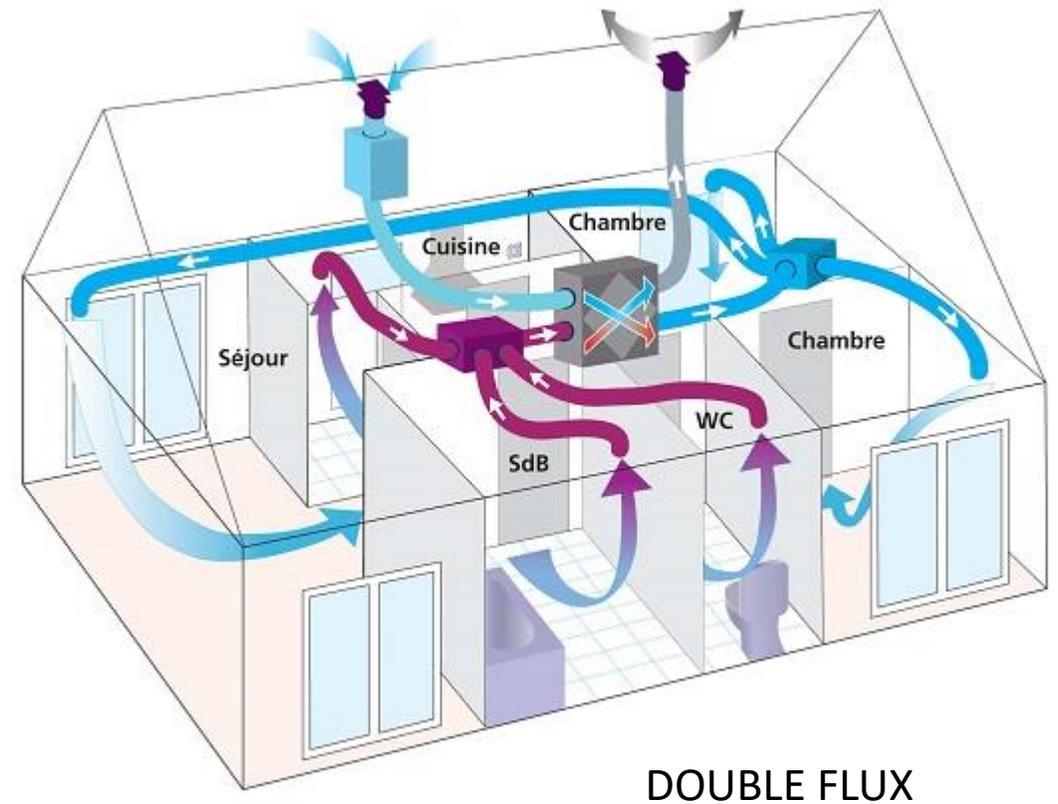
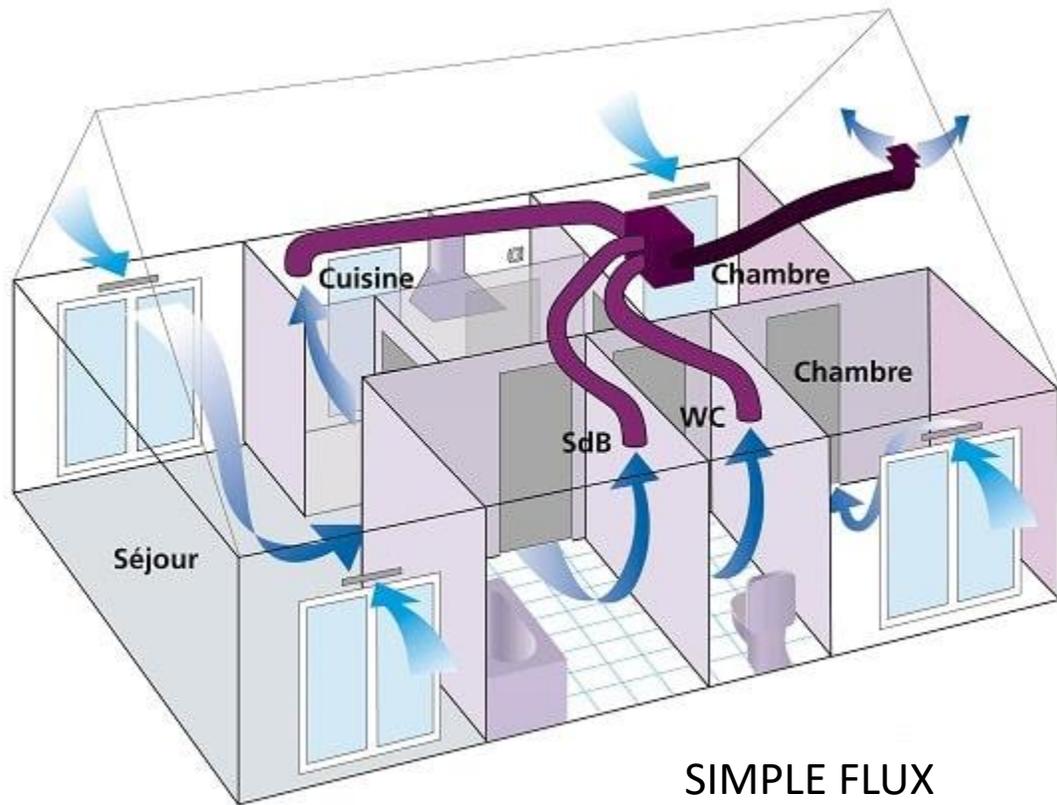
Consulter le PLU

Ce qui importe c'est que la pose des huisseries soit **étanche** !

Et la ventilation ?

VMC	Chaleur de l'air	Marche
Simple flux autoréglable	Jetée	Toujours
Simple flux hygroréglable	Jetée	Si humidité
Double flux	Récupérée	Si H ₂ O/CO ₂

Indispensable après isolation !



Comment réduire  $\frac{\quad}{\quad}$?

SURFACE

Quelle est la meilleure énergie pour se chauffer ?

CELLE QU'ON NE CONSOMME PAS !



=



Equation de Kaya appliquée aux logements

$$CO_2 = \text{Population} \times \frac{\text{Surface}}{\text{Population}} \times \frac{\text{Énergie}}{\text{Surface}} \times \frac{CO_2}{\text{Énergie}}$$

MAIS...

Comment réduire $\frac{CO_2}{\text{€}}$?

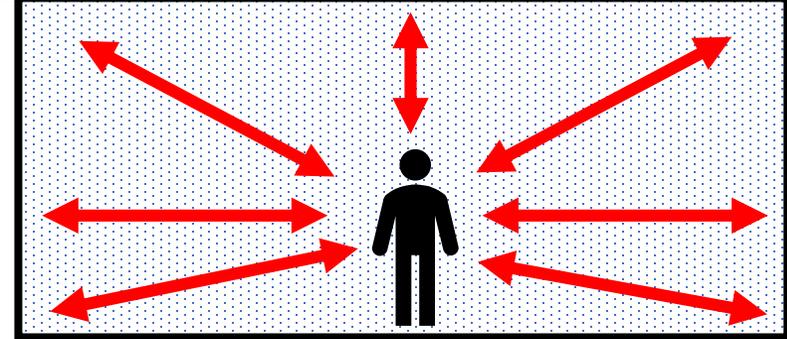
* Valable pour des surfaces de plancher < 120 m²
 Décaler les recommandations d'un cran vers la gauche
 pour des surfaces de plancher > 120 m²

Quel système de chauffage ? *	Excellente rénovation	Très bonne rénovation	Bonne rénovation	Rénovation moyenne	Mauvaise rénovation
Enveloppe thermique	Maximale	Très performante	Performante	Correcte	Douteuse
Puissance de chauffage	Nulle	Très faible <7 kW	Faible <17 kW	Moyenne <25 kW	Importante
Système recommandé	Pas besoin	Poêle à bois	PAC air/eau	Chaudière bois/ PAC eau/eau	Chaudière bois granulés
Illustration					

Comment réduire $\frac{CO_2}{\text{€}}$?

Quels émetteurs ?

Le corps humain est plus sensible au **rayonnement** qu'à la **convection**!



Split



0%/100%

Radiateur en acier



75%/25%

Radiateur en fonte



85%/15%

Plancher chauffant



100%/0%

Comment réduire $\frac{CO_2}{\text{€}}$?

Et l'eau chaude sanitaire ?

Chauffe eau
thermodynamique



Déconseillé

Chauffe eau
gaz



Peu conseillé

Chauffe eau
électrique



Bonne solution

Chauffe eau solaire thermique



Le top du top

Equation de Kaya appliquée aux logements

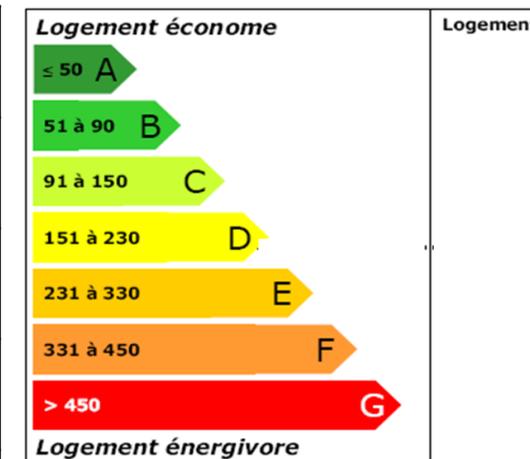
$$CO_2 = \text{Icones personnes} \times \frac{\text{Icone maison SURFACE}}{\text{Icones personnes}} \times \frac{\text{Icone batterie}}{\text{Icone maison SURFACE}} \times \frac{CO_2}{\text{Icone batterie}}$$

MAITRISE

Rénovation au 33 rue facile



Logement	État avant projet
Toit	Juste des tuiles
Murs	15 cm de béton
Plancher bas	Chape ciment 5 cm
Menuiseries	Simple vitrage bois
Chauffage	Chaudière fioul classique
Émetteurs	Radiateurs en acier
ECS	Assurée par la chaudière
Secteur ABF ?	Non



Rénovation au 33 rue facile

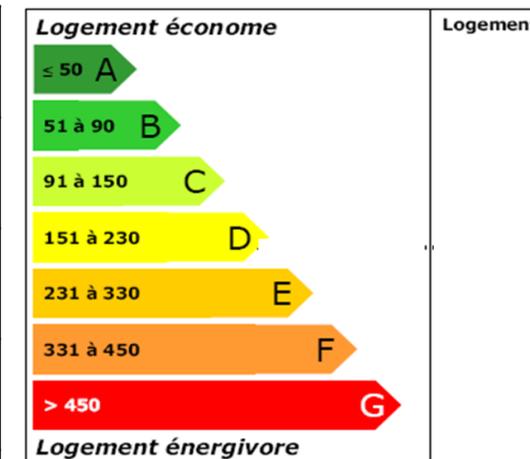


Logement	Travaux réalisés	Matériaux/ Spécification	Performance Résistance/déphasage total	
Toit	Sarking	Laine de bois	8,4 m ² .K/W	12 h
Murs	ITE	Polystyrène	3,7 m ² .K/W	11 h
Plancher bas	Isolation sous plancher	Laine de roche	m ² .K/W	1 h
Menuiseries	Double vitrage	PVC	Uw = 1,3 W/m ² .K	Sw= 0,3
Chauffage	Poêle bois buche	/	Flamme verte 7*	/
Émetteurs	Le poêle à bois	/	/	/
ECS	CESI	/	/	/
Ventilation	VMC SF Hygroréglable B	/	/	/

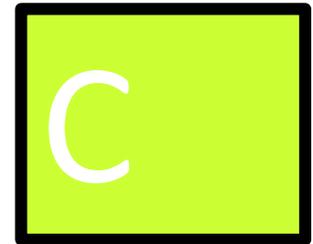
Rénovation au 666 route de l'enfer



Logement	État avant projet
Toit	Juste des tuiles
Murs	15 cm de torchis
Plancher bas	Torchis
Menuiseries	Simple vitrage bois
Chauffage	Kacheloff
Émetteurs	Le Kacheloff
ECS	Chauffe eau gaz
Secteur ABF ?	Oui 



Rénovation au 666 route de l'enfer

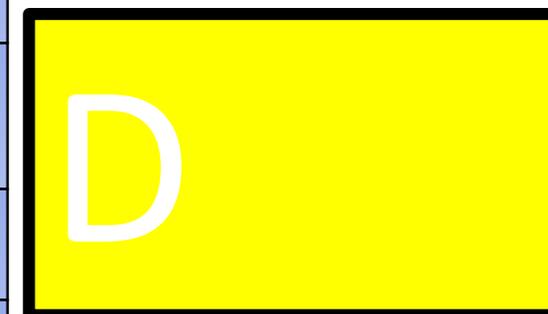
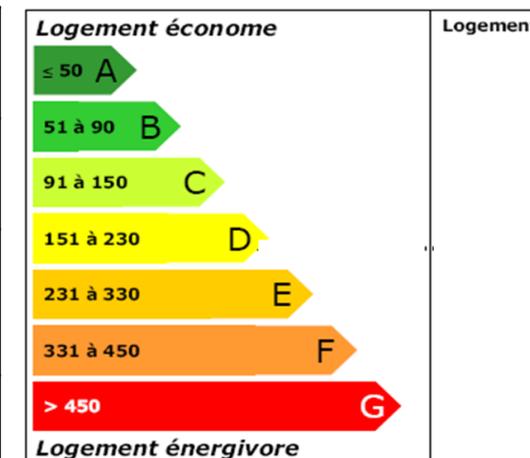


Logement	Travaux réalisés	Matériaux/ Spécification	Performance Résistance/déphasage total	
Toit	Isolation comble perdus	Fibre de bois	7 m ² .K/W	9,2 h
Murs	ITI	Laine de bois	3,7 m ² .K/W	13 h
Plancher bas	Isolation sous plancher	Ouate de cellulose	3 m ² .K/W	4 h
Menuiseries	Double vitrage	Bois	Uw = 1,7 W/m ² .K	Sw= 0,36
Chauffage	Pac air/eau	/	SCOP = 5,1	/
Émetteurs	Radiateurs en aluminium	/	/	/
ECS	Ballon électrique	/	/	/
Ventilation	VMC SF Hygroréglable B	/	/	/

Rénovation au 22 place de l'entre deux



Logement	État avant projet
Toit	15 cm laine de verre
Murs	10 cm laine verre ITI + briques iso 40
Plancher bas	Chape ciment 5 cm
Menuiseries	Double vitrage PVC
Chauffage	Chaudière gaz collective
Émetteurs	Radiateurs acier
ECS	Assurée par la chaudière
Secteur ABF ?	Non



Rénovation au 22 place de l'entre deux



Logement	Travaux réalisés	Matériaux/ Spécification	Performance Résistance/déphasage total	
Toit	Sarking	Laine de bois	10 m ² .K/W	14 h
Murs	ITE respectant 2/3 – 1/3 + suppression balcons	Fibre de bois	10,6 m ² .K/W	24 h
Plancher bas	Isolation sous plancher	Ouate de cellulose	5 m ² .K/W	6 h
Menuiseries	Triple vitrage	Haute performance	U _w = 1,3 W/m ² .K	Sw= 0,36
Chauffage	Conservation de la chaudière « au cas où »	/	/	/
Émetteurs	Radiateurs acier	/	/	/
ECS	CESI	/	/	/
Ventilation	VMC Double flux	Caisson classe A	/	/

Que faire maintenant ?

DES AUDITS ÉNERGÉTIQUES !

DES AUDITS ÉNERGÉTIQUES !

Avez-vous des questions ?

