

# STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT DES ECOMATERIAUX LOCAUX

POUR UNE APPLICATION DANS LA CONCEPTION  
ET L'ECO-CONSTRUCTION

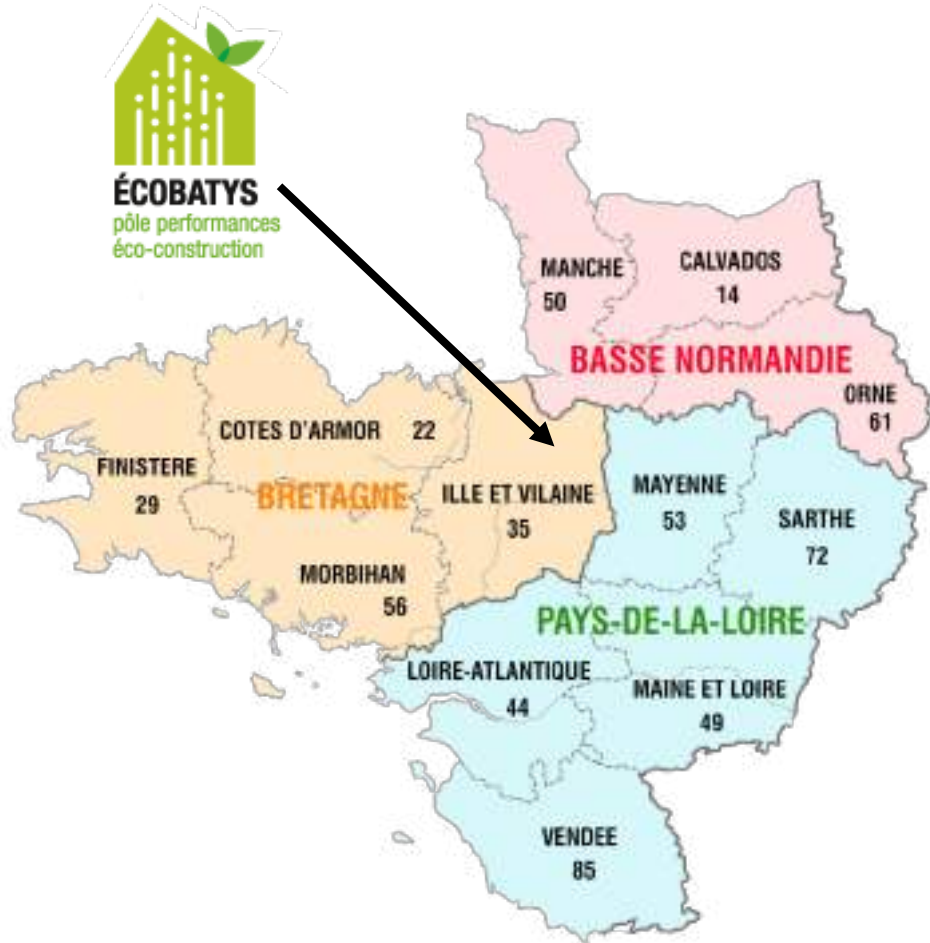
Chloé HOUDUS  
Mercredi 4 août 2017



**ÉCOBATYS**  
pôle performances  
éco-construction

**INSA**

## TERRITOIRE ET MATERIAUX DE L'ETUDE



**BOISE**



**CHAPELIERE**



**MOUTON**



**LAINES  
MINERALES**



**QUATRE  
CYCLES  
RENEOSE**

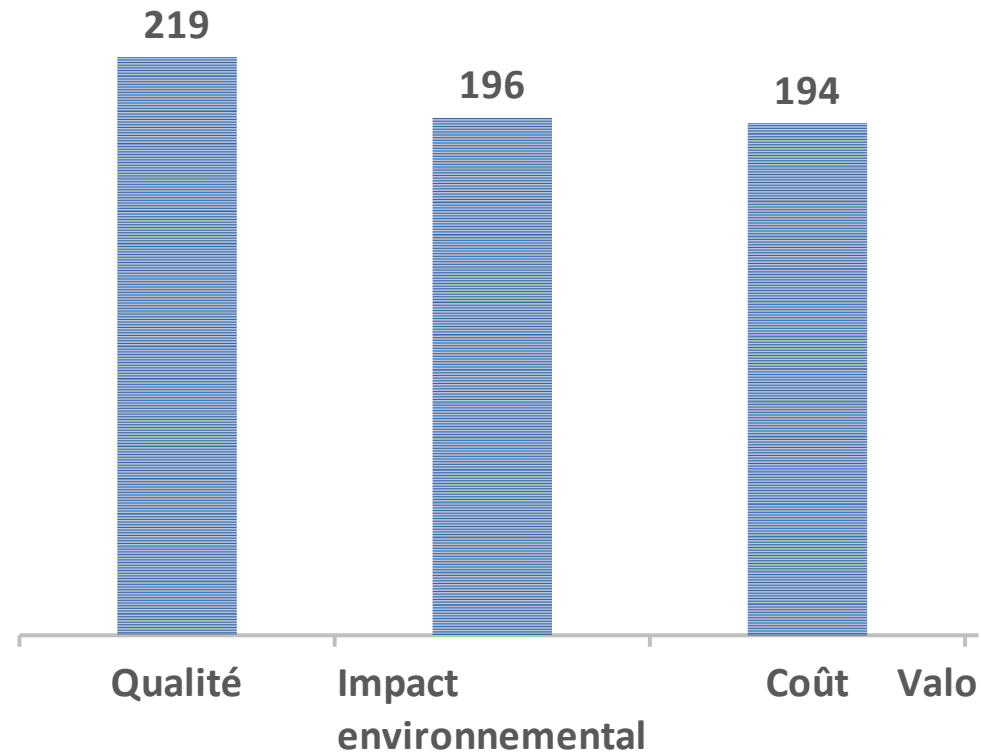
### 1. PERFORMANCES TECHNIQUES

### 2. IMPACT ENVIRONNEMENTAL

### 3. POSSIBILITES DU TERRITOIRE

### 4. STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT

### CRITERES DE CHOIX



Impact sanitaire

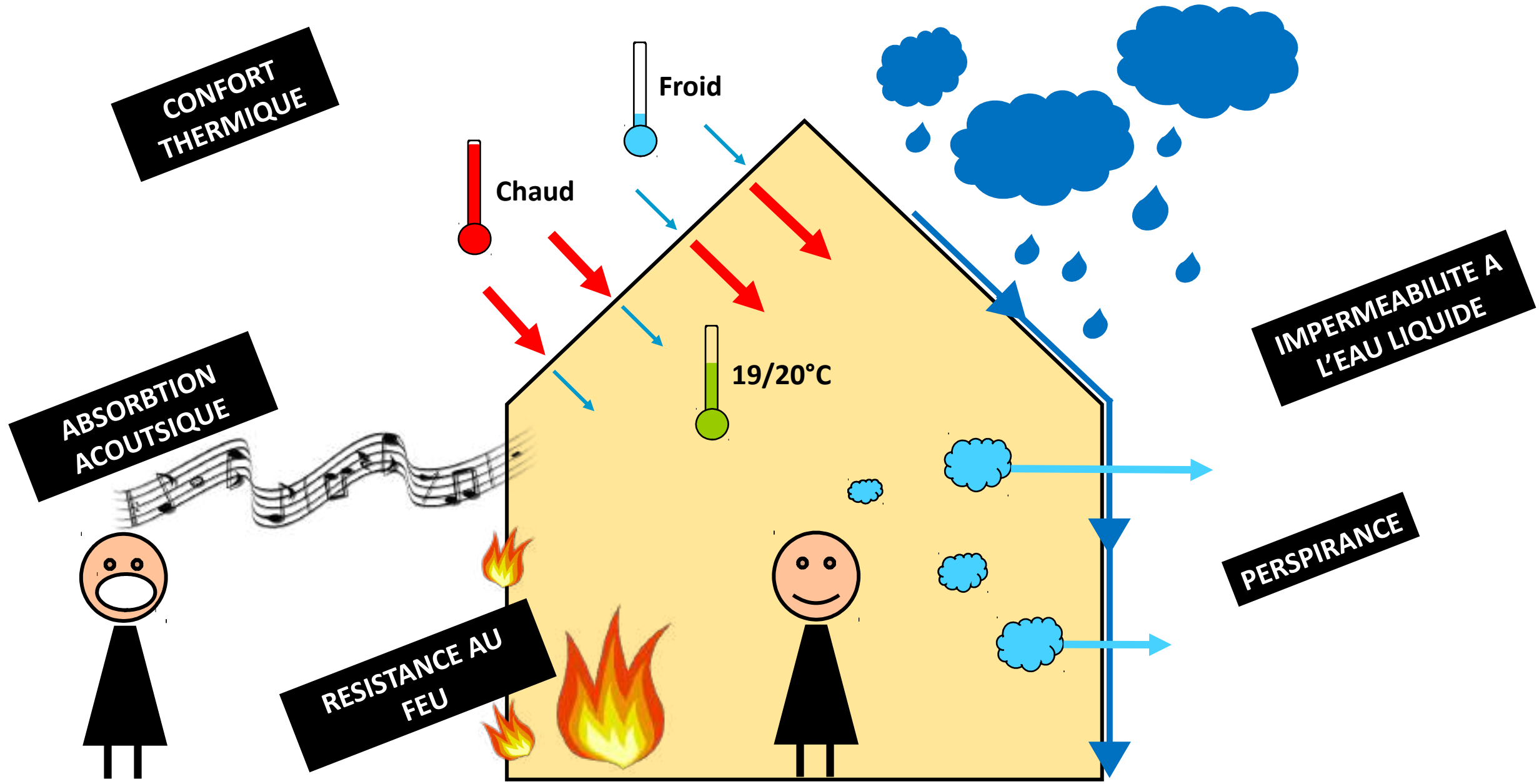
Durabilité dans le temps

Valorisation du territoire

Mise en œuvre facile



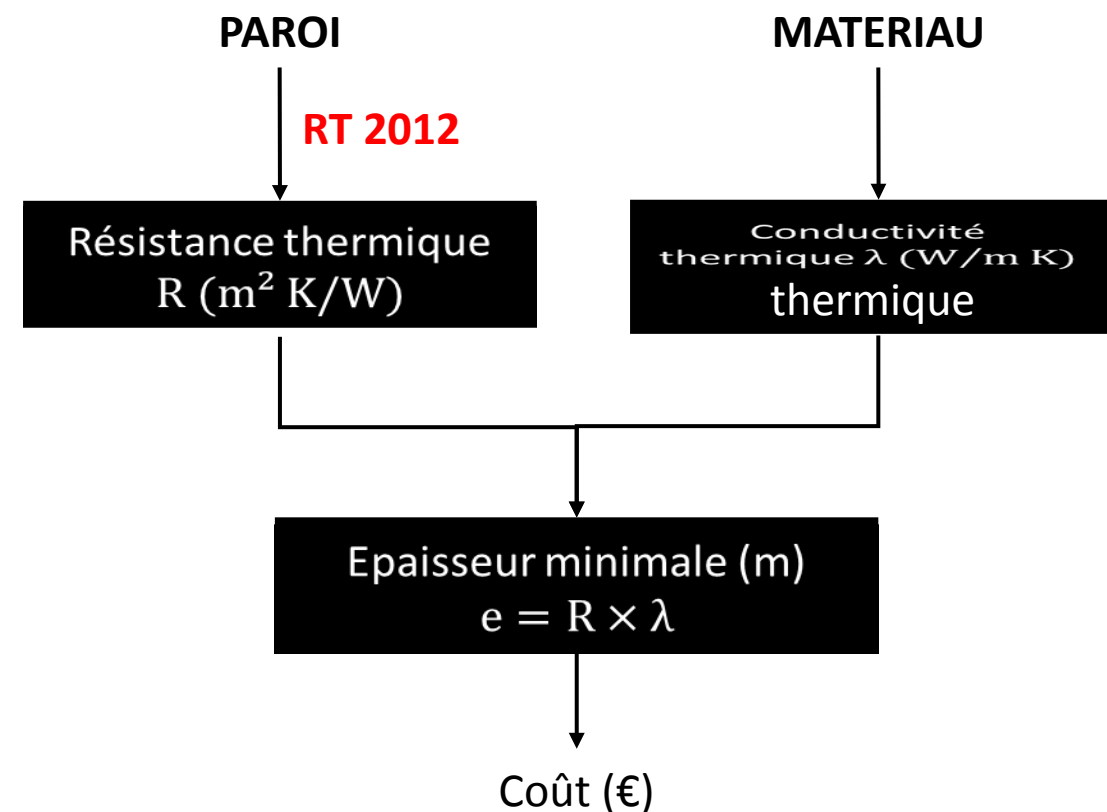
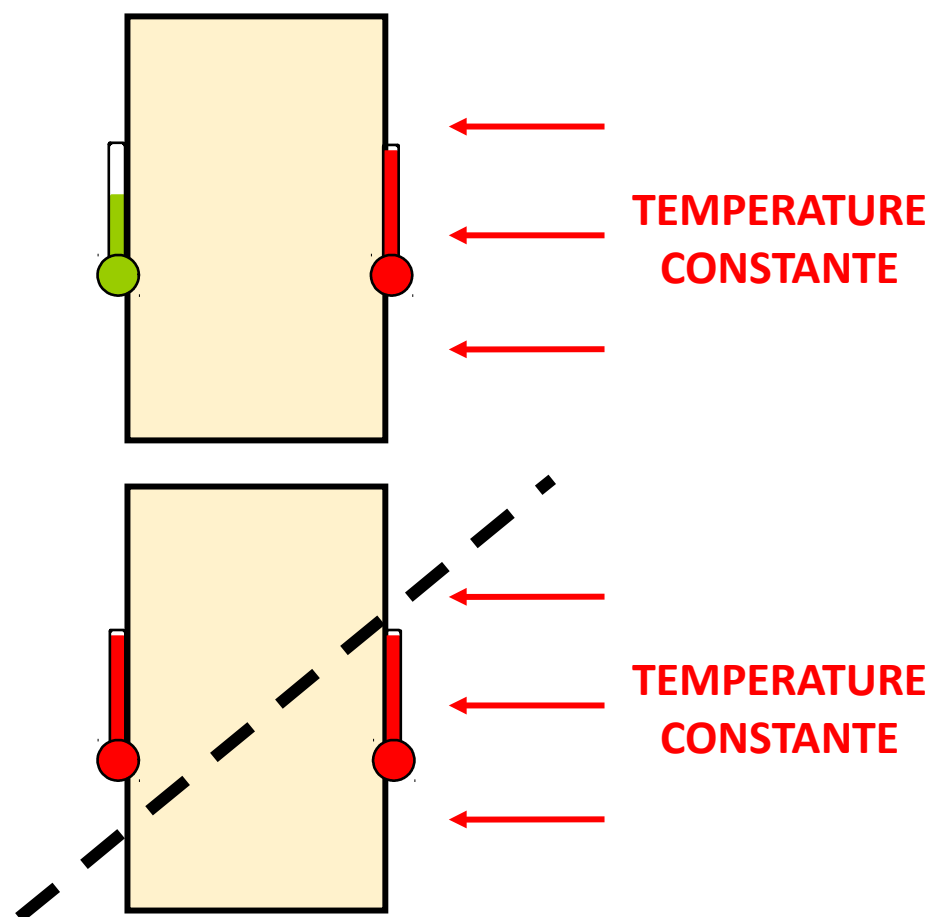
# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES



# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Confort Thermique

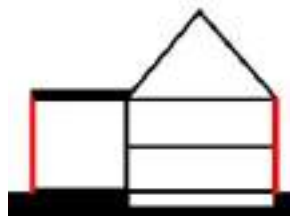
## 1.1. Résistance Thermique en Régime Permanent

*Résister au passage d'un flux de chaleur constant*



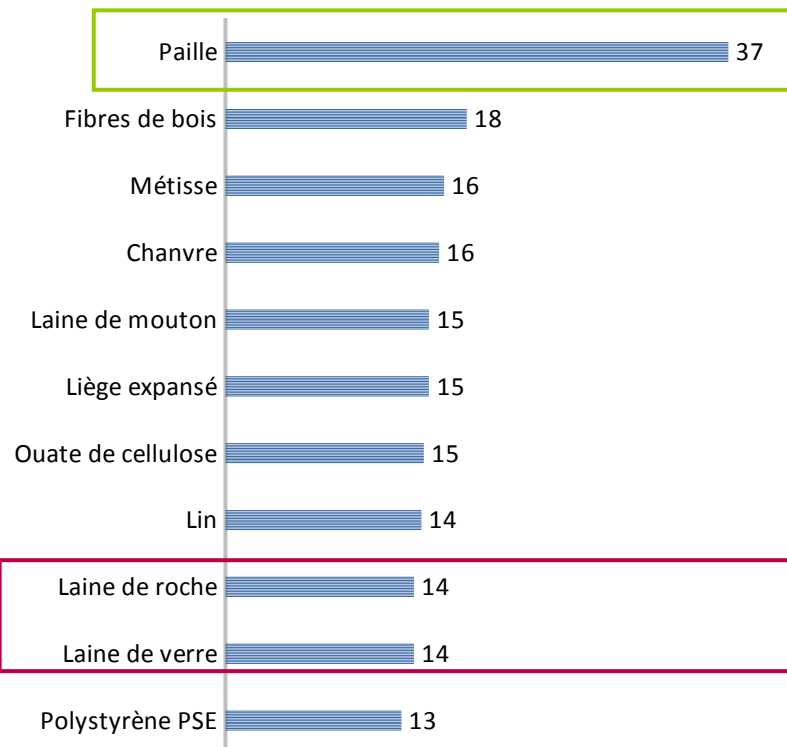
# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Confort Thermique

## 1.1. Résistance Thermique en Régime Permanent

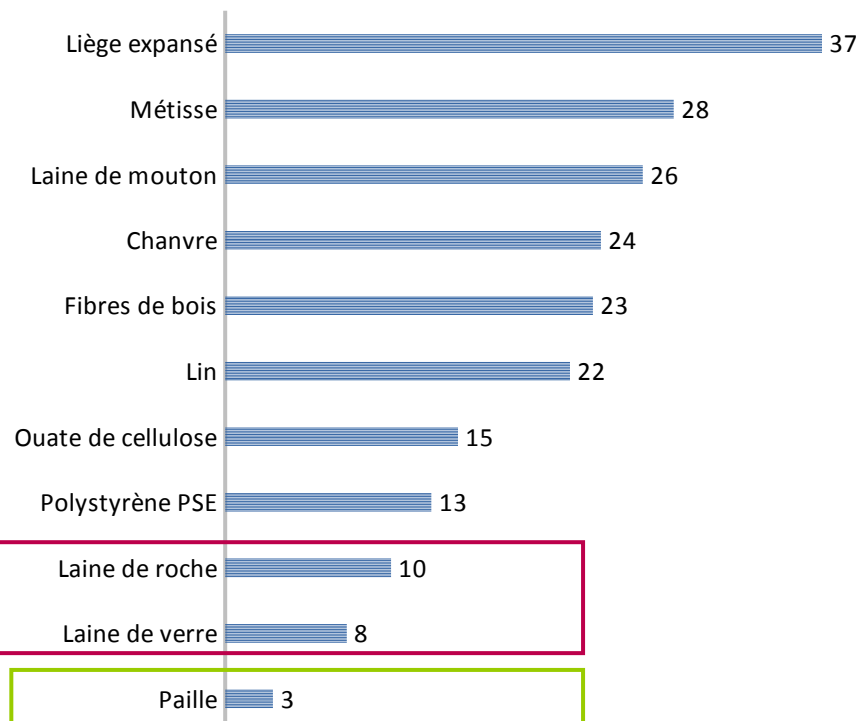


Hypothèse de l'étude : isolation murale  
 $R = 3,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Épaisseur MINIMALE (cm)



Prix MOYEN (1m²) (€)



	Épaisseur	Prix
Polystyrène PSE	5	4
Laine de verre	5	5
Laine de mouton	5	2
Laine de roche	5	4
Métisse	4	2
Liège expansé	5	1
Chanvre	4	3
Lin	5	3
Paille	1	5
Fibres de bois	3	3
Ouate de cellulose	5	4

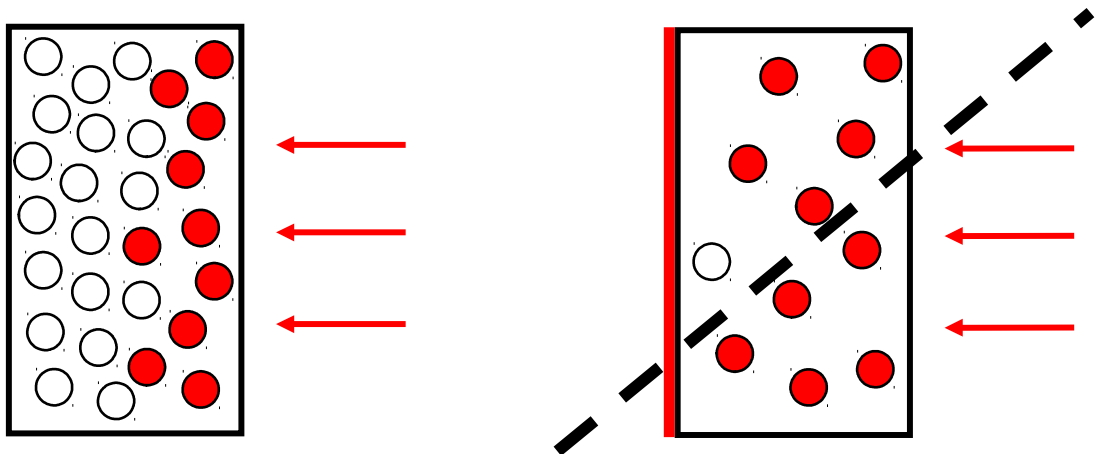
# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Confort Thermique

## 1.2. Inertie et confort d'été

*Stocker un maximum de chaleur la journée pour la redistribuer la nuit*

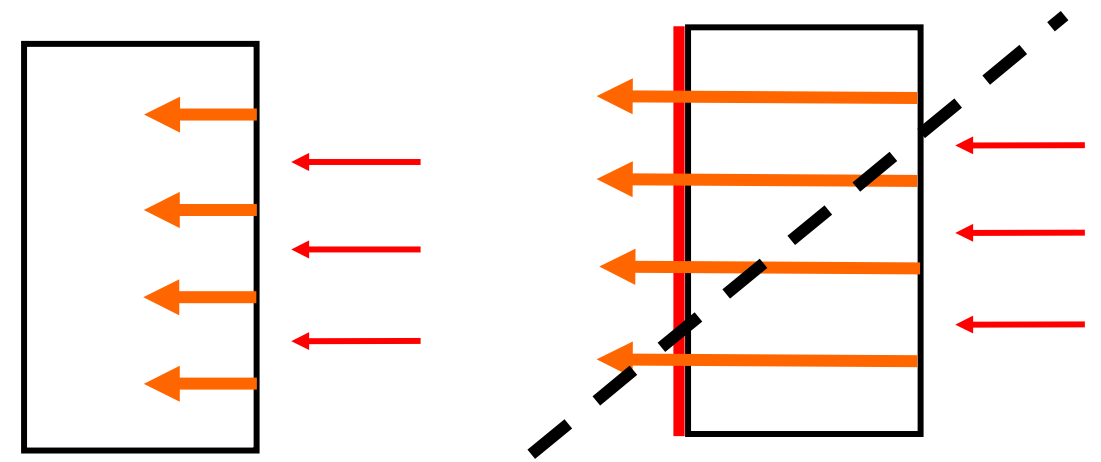
### Capacité de stockage de la chaleur

Chaleur spécifique (J/kg.K)



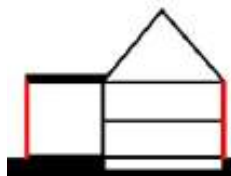
### Vitesse de propagation de la chaleur

Diffusivité



# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Confort Thermique

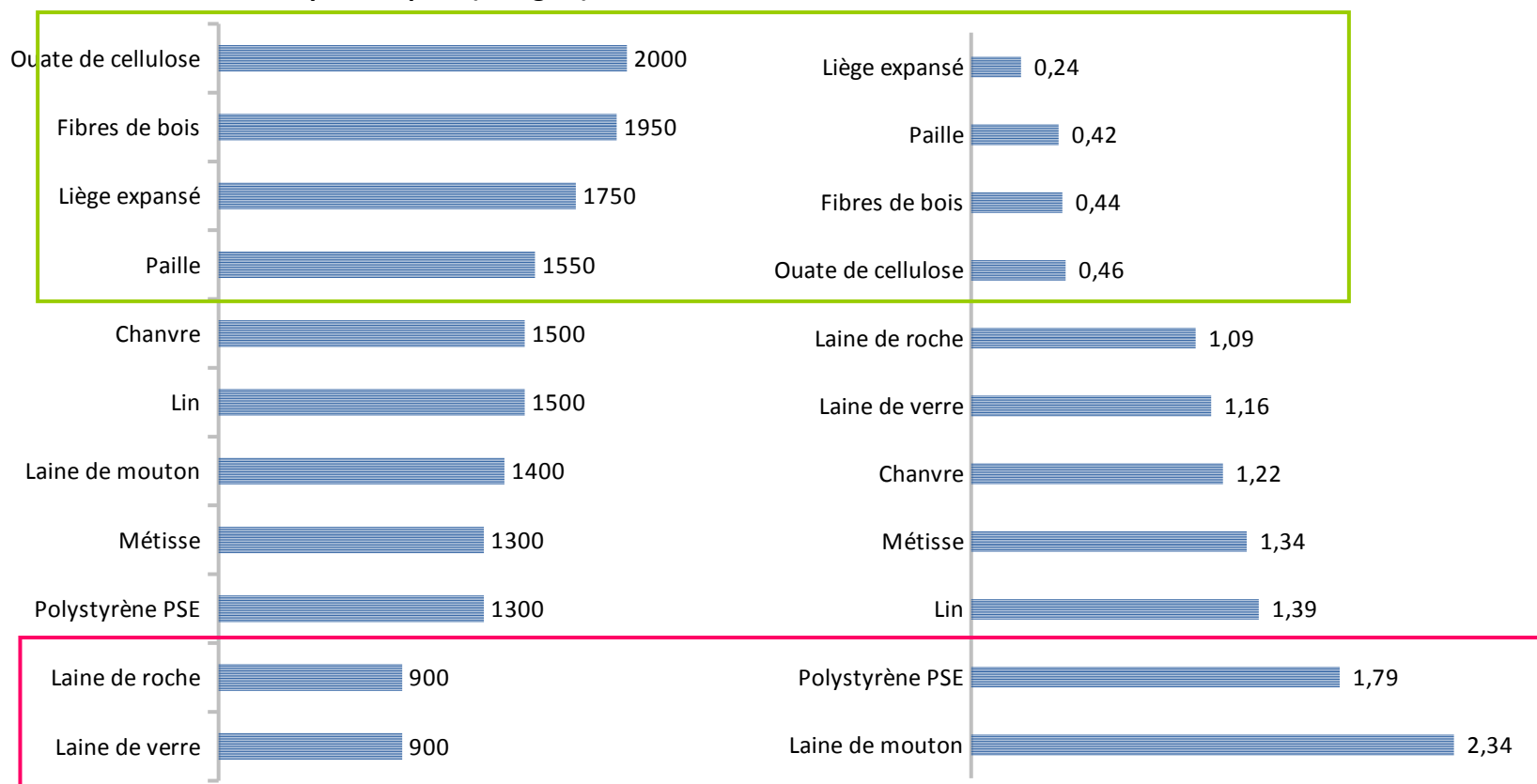
## 1.2. Inertie et confort d'été



Hypothèse de l'étude : isolation murale  
 $R = 3,7 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Chaleur spécifique  $E$  (J/kg.K)

Diffusivité ( $\text{m}^2/\text{s}$ )



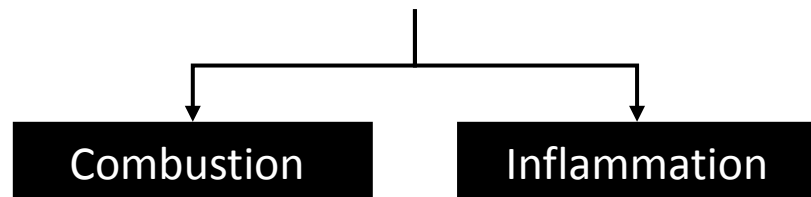
	Stockage	Diffusion
Polystyrène PSE	2	2
Laine de verre	1	1
Laine de mouton	3	1
Laine de roche	1	3
Métisse	2	3
Liège expansé	4	5
Chanvre	3	3
Lin	3	3
Paille	3	5
Fibres de bois	5	5
Ouate de cellulose	5	5



*Résister au maximum à l'inflammation ou la combustion.*

1

Comportement FACE aux flammes

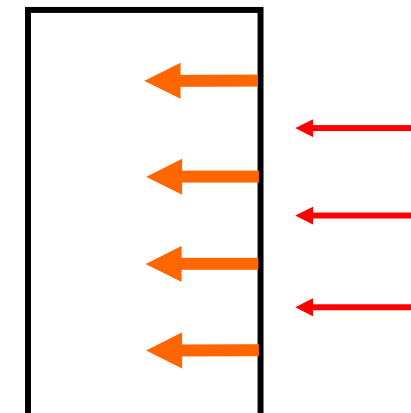
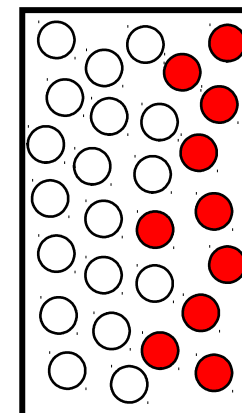


Règlementation française

*Contenir le feu une fois contaminé.*

2

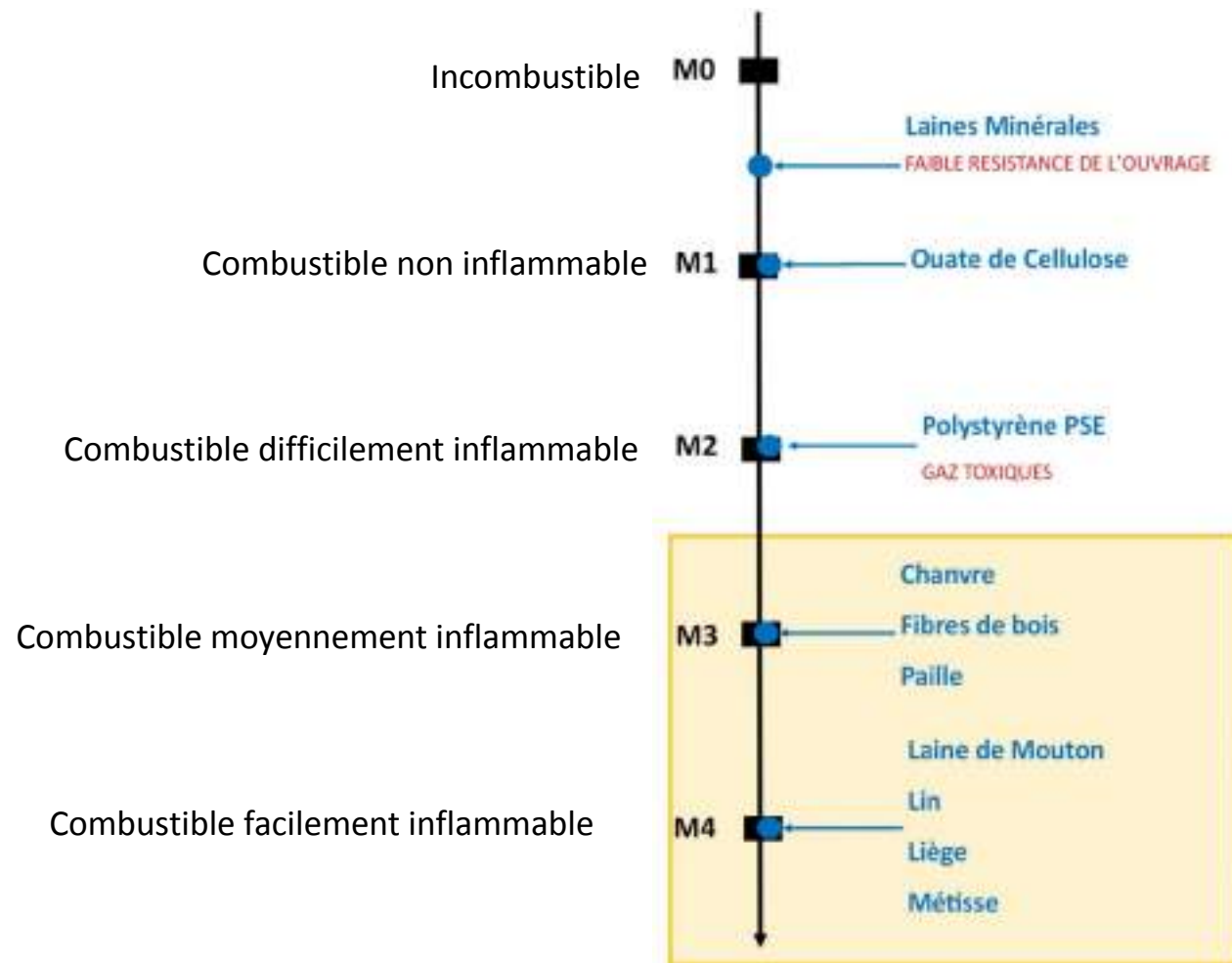
Comportement EN FEU



# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Réaction au feu

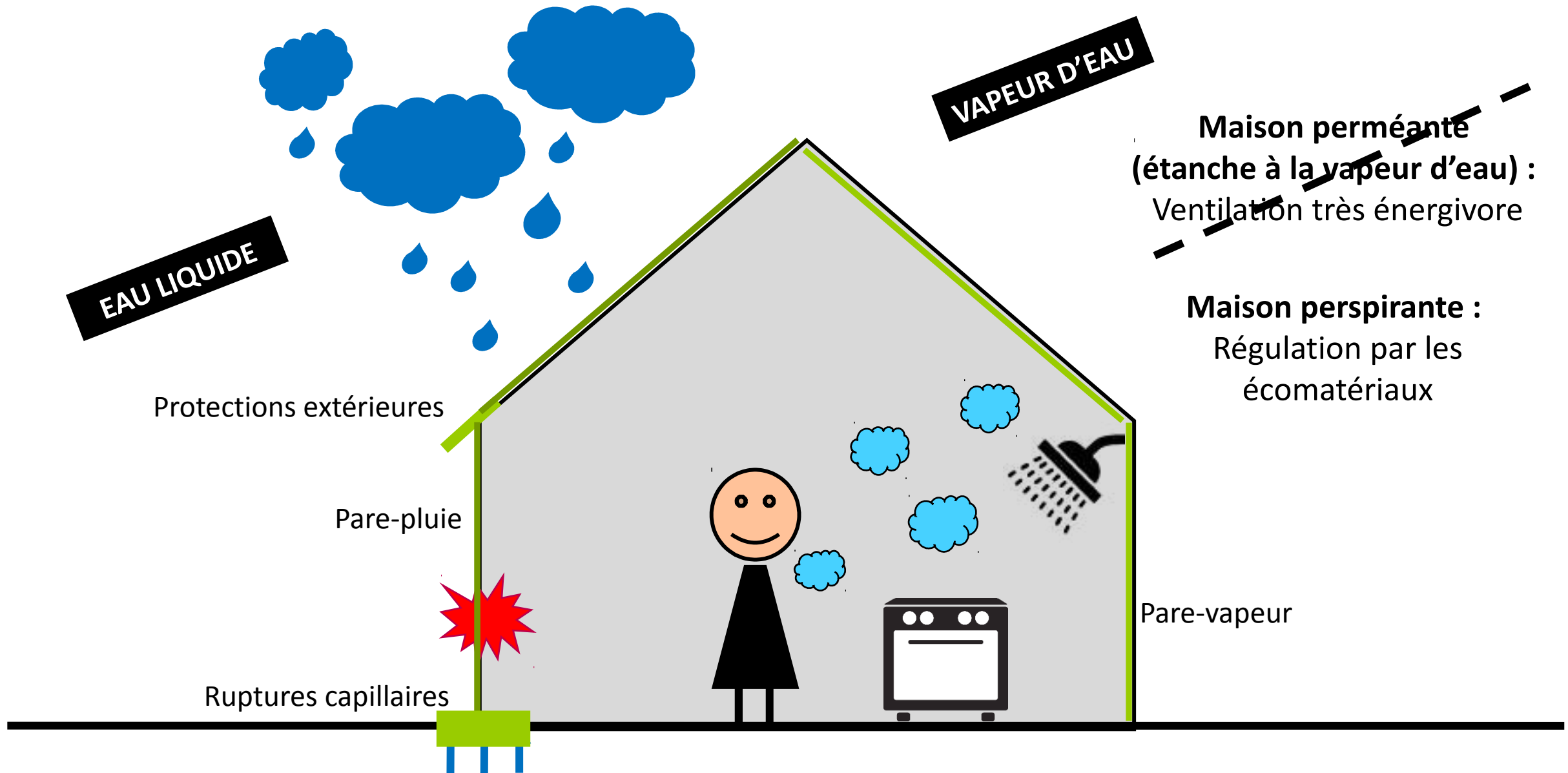
## 1.3. Incendie : Résistance et Comportement

### CLASSES DE RESISTANCE



	Résistance au feu	Chaleur spécifique	Diffusivité
Polystyrène PSE	3	2	2
Laine de verre	5	1	1
Laine de mouton	1	3	1
Laine de roche	5	1	3
Métisse	1	2	3
Liège expansé	2	4	5
Chanvre	2	3	3
Lin	1	3	3
Paille	2	3	5
Fibres de bois	2	5	5
Ouate de cellulose	5	5	5

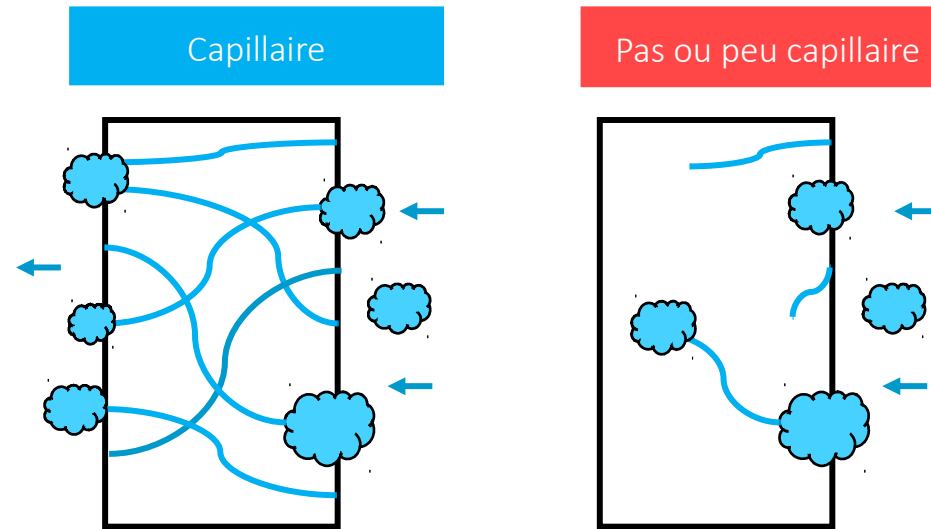
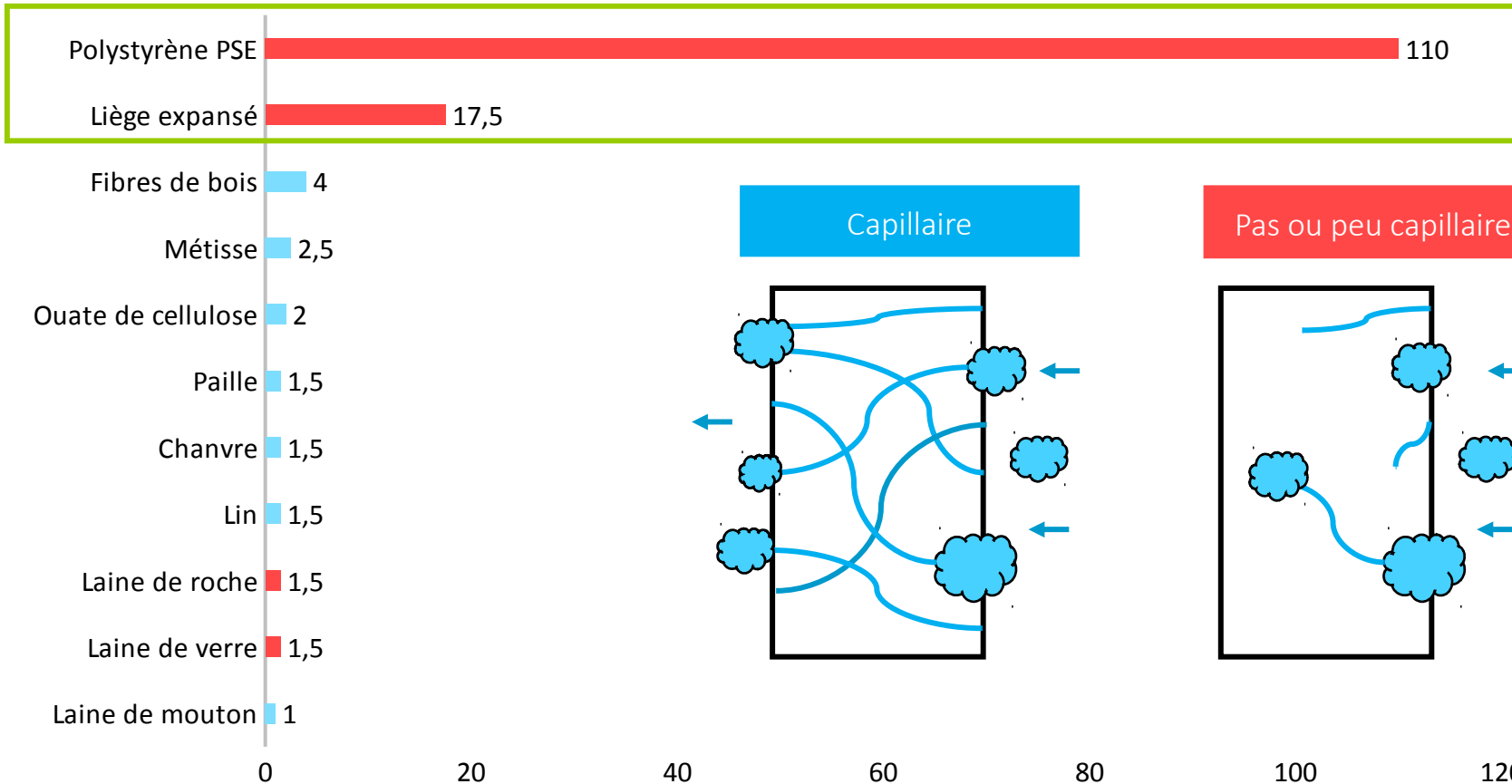
# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Comportement en milieu humide



# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES : Comportement en milieu humide

## 1.4. Capillarité et Propriétés Hygrométriques

Facteur de Resistance a la vapeur d'eau



	Comportement à la vapeur d'eau
Polystyrène PSE	1
Laine de verre	1
Laine de mouton	5
Laine de roche	1
Métisse	4
Liège expansé	1
Chanvre	5
Lin	5
Paille	5
Fibres de bois	4
Ouate de cellulose	4

# 1. PERFORMANCES TECHNIQUES

## Outils développés

### Fiches techniques & Tableau Excel interactif

**FICHE 3.4** DATE DE DERNIÈRE MODIFICATION : 08/09/2022

### PAILLE DE CÉREALES

La paille est un produit issu de la production agricole de diverses céréales : blé, orge, avoine, seigle, triticale, etc. C'est un résidu agricole essentiellement constitué par la partie extérieure de la tige, à la suite de la récolte, à la coupe et la grain est séparé de la paille à l'aide d'un engin agricole nommé, selon son mode d'emploi, un faneur à rotors à dents, un faneur à la charrue pour les céréales ou une autre machine agricole. Elle se présente sous forme de bottes et peut être utilisée pour diverses applications, mais la paille est avant tout destinée à être utilisée comme litière pour les animaux d'élevage. Les dimensions dépendent de celle des machines utilisées pour la produire. Les dimensions sont généralement de 1,20 m de long sur 0,40 m de large et 0,40 m de haut.

**Vous pouvez être intéressés par :**

- Matériau de remplissage (Béton)
- Matériau de remplissage pour les murs (Béton)

**Vous pouvez être intéressés par :**

- Matériau de remplissage (Béton)
- Matériau de remplissage pour les murs (Béton)

CARRÉ MÉTRÉ (M²) DE MUR		CARRÉ MÉTRÉ (M²) DE MUR	
10	10	10	10
20	20	20	20
30	30	30	30
40	40	40	40
50	50	50	50

**BOTTES DE PAILLE FAIBLE DENSITÉ**

100x100x100

**BOTTES DE PAILLE HAUTE DENSITÉ**

100x100x100

**PANNEAUX DE PAILLE COMPRIMÉE**

100x100x100

**FICHE 3.4.1** DATE DE DERNIÈRE MODIFICATION : 08/09/2022

### PAILLE DE CÉREALES BOTTES FAIBLE DENSITÉ

**Caractéristiques Techniques**

**Composition** : Paille de céréales (blé, orge, seigle, triticale, etc.)

**Mode d'emploi** : Matériau de remplissage pour les murs (Béton)

#### BILAN ENVIRONNEMENTAL

**RESSOURCES**

Extraction et transport de la paille (Gazole, électricité)

**ÉMISSIONS**

Extraction et transport de la paille (Gazole, électricité)

**RECYCLABILITÉ**

100% recyclable

Caractéristiques techniques	Valeur	Unité
Densité apparente (kg/m³)	100	kg/m³
Conductivité thermique (W/mK)	0,060	W/mK
Capacité thermique (kJ/m³K)	1,800	kJ/m³K
Poids volumique (kg/m³)	100	kg/m³
Chaleur spécifique (kJ/kgK)	1,800	kJ/kgK
Masse volumique (kg/m³)	100	kg/m³
Impact sur la santé	Non nocif	

**IMPACT SUR LA SANTÉ**

Aucun impact sur la santé.

Épaisseur (cm)	Conductivité thermique λ (W/mK)		PRIX par m² pour l'Isolation			Prix et épaisseur pour les Résistances R						
	λ min	λ max	1	2	3	R=1	R=2	R=3	R=4	R=5	R=6	R=7
100	0,052	0,060	2	4	3,00	37	11	37	11	37	11	37
102,5	0,057	0,064	3	6	3,00	34	9	34	9	34	9	34
105	0,061	0,068	4	8	3,00	31	8	31	8	31	8	31
107,5	0,066	0,072	5	10	3,00	28	7	28	7	28	7	28
110	0,070	0,076	6	12	3,00	25	6	25	6	25	6	25
112,5	0,075	0,081	7	14	3,00	22	5	22	5	22	5	22
115	0,080	0,086	8	16	3,00	19	4	19	4	19	4	19
117,5	0,085	0,091	9	18	3,00	16	3	16	3	16	3	16
120	0,090	0,096	10	20	3,00	13	2	13	2	13	2	13
122,5	0,095	0,101	11	22	3,00	10	1	10	1	10	1	10
125	0,100	0,106	12	24	3,00	7	1	7	1	7	1	7
127,5	0,105	0,111	13	26	3,00	5	0	5	0	5	0	5
130	0,110	0,116	14	28	3,00	3	0	3	0	3	0	3
132,5	0,115	0,121	15	30	3,00	2	0	2	0	2	0	2

#### ACTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE

Bar chart showing energy consumption for different insulation thicknesses.

#### ÉPAISSEUR POUR L'ISOLATION D'1 M² DE MUR À R=3,7M²K/W

Bar chart showing required thickness for R=3.7 m²K/W.

#### PRIX POUR L'ISOLATION D'1 M² DE MUR À R=3,7M²K/W

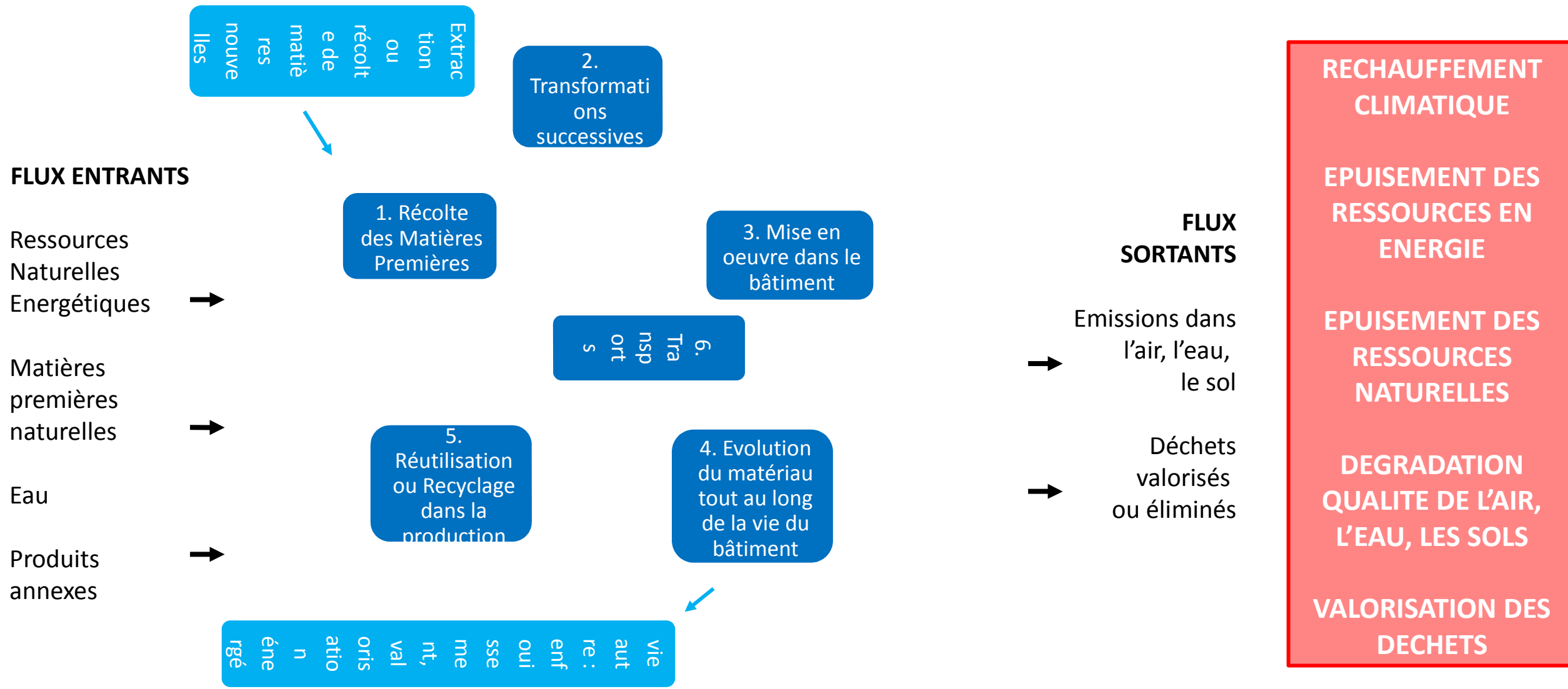
Bar chart showing price for R=3.7 m²K/W.

#### CHALEUR SPÉCIFIQUE

Bar chart showing specific heat for different insulation thicknesses.

# 2. PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

## 2.1. Analyse du Cycle de Vie

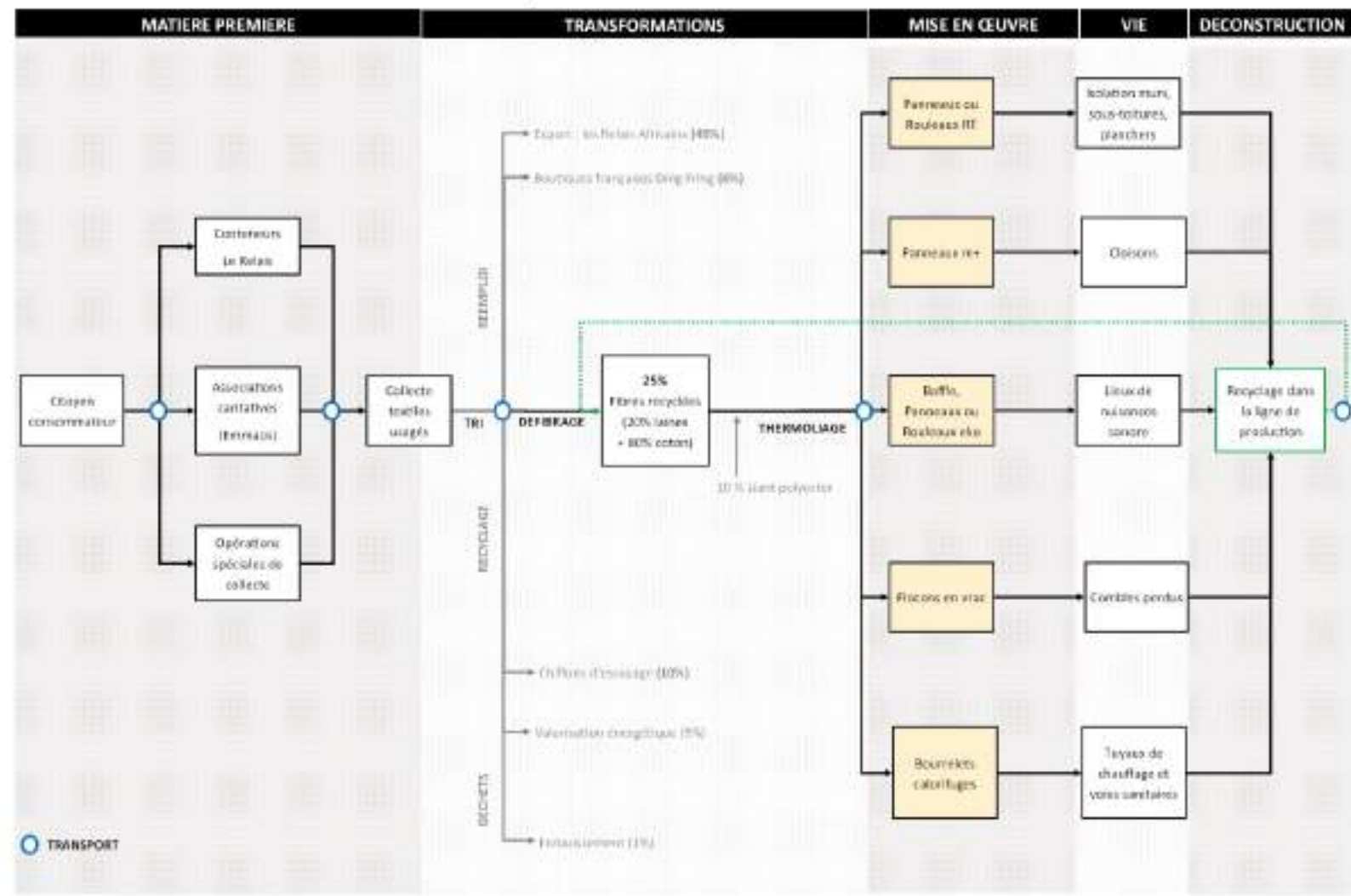




# 2. PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

## 2.2. Schémas de Cycle de Vie

### Cycle de Vie - METISSE



## 2. PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES



### 2.3. Ressources en Matières Premières / Devenir en Fin de Vie

**MATIÈRES  
PREMIÈRES**

#### RENOUVELABLE

Court terme  
Moyen terme

#### NON RENOUVELABLE

Abondante  
Limitée

#### REUTILISABLE

En l'état  
Chaîne de production

#### RECYCLABLE

Autre chaîne de production

#### VALORISABLE

Agriculture  
Énergie

**FIN DE VIE**

#### DECHETS

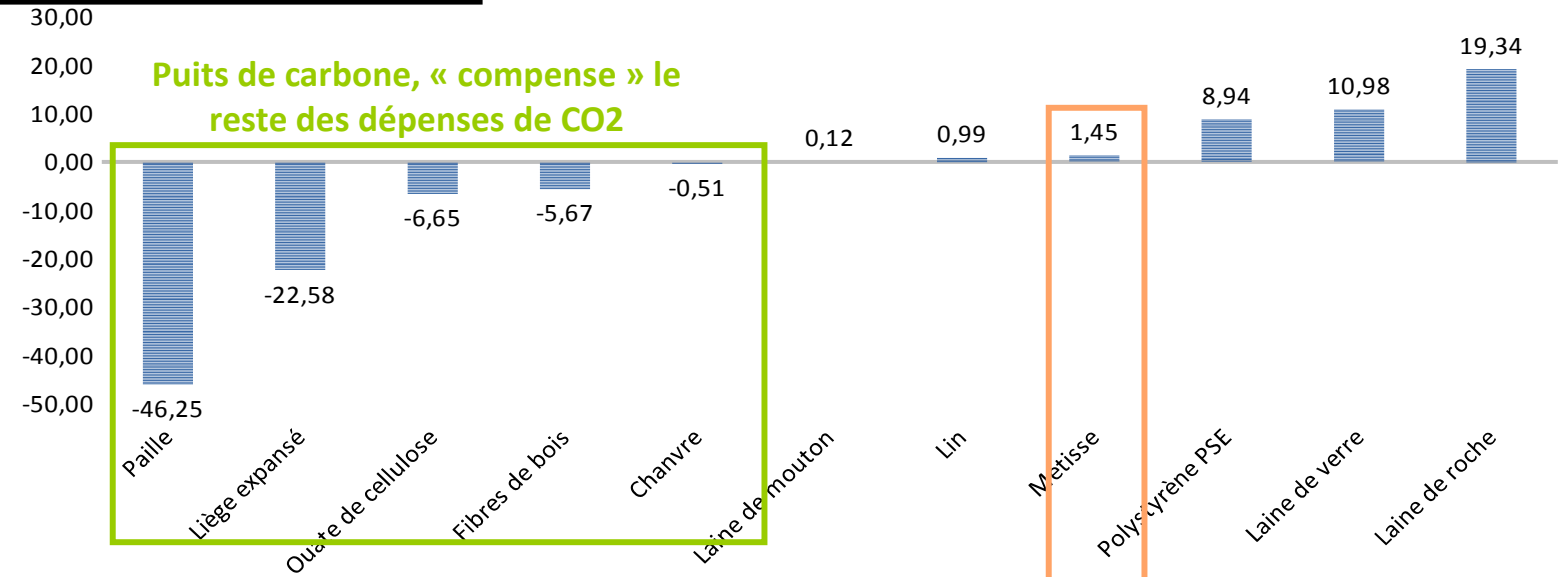
Enfouissement  
Incinération

		Ressource en Matière Première	Fin de Vie
<b>Polystyrène PSE</b>	Gisements de pétrole	1	1
<b>Laine de verre</b>	Sable, Verre recyclé	2	1
<b>Laine de mouton</b>	Tonte des moutons (1 à 2 fois par an)	5	4
<b>Laine de roche</b>	Roche volcaniques	2	1
<b>Métisse</b>	Récolte de textiles usagés (3 fois par semaine)	5	4
<b>Liège expansé</b>	Récolte de l'écorce du chêne-liège (tous les 10 ans)	4	5
<b>Chanvre</b>	Culture annuelle	5	4
<b>Lin</b>	Culture annuelle	5	4
<b>Paille</b>	Culture annuelle	5	5
<b>Fibres de bois</b>	Résidus de l'industrie du bois, lié à la croissance des arbres	4	4
<b>Ouate de cellulose</b>	Récolte de journaux (1 à 2 fois par semaine)	5	4

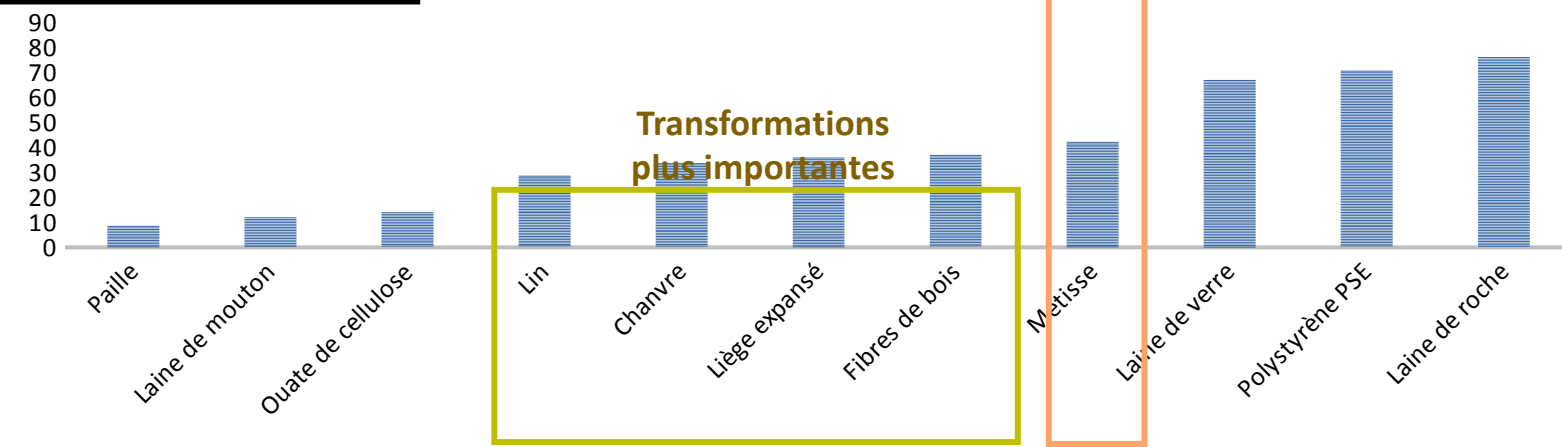
# 2. PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES

## 2.4. Bilan Carbone et Energie Grise

**Bilan carbone (kgCO2eq/uf)**



**Transformations plus importantes**

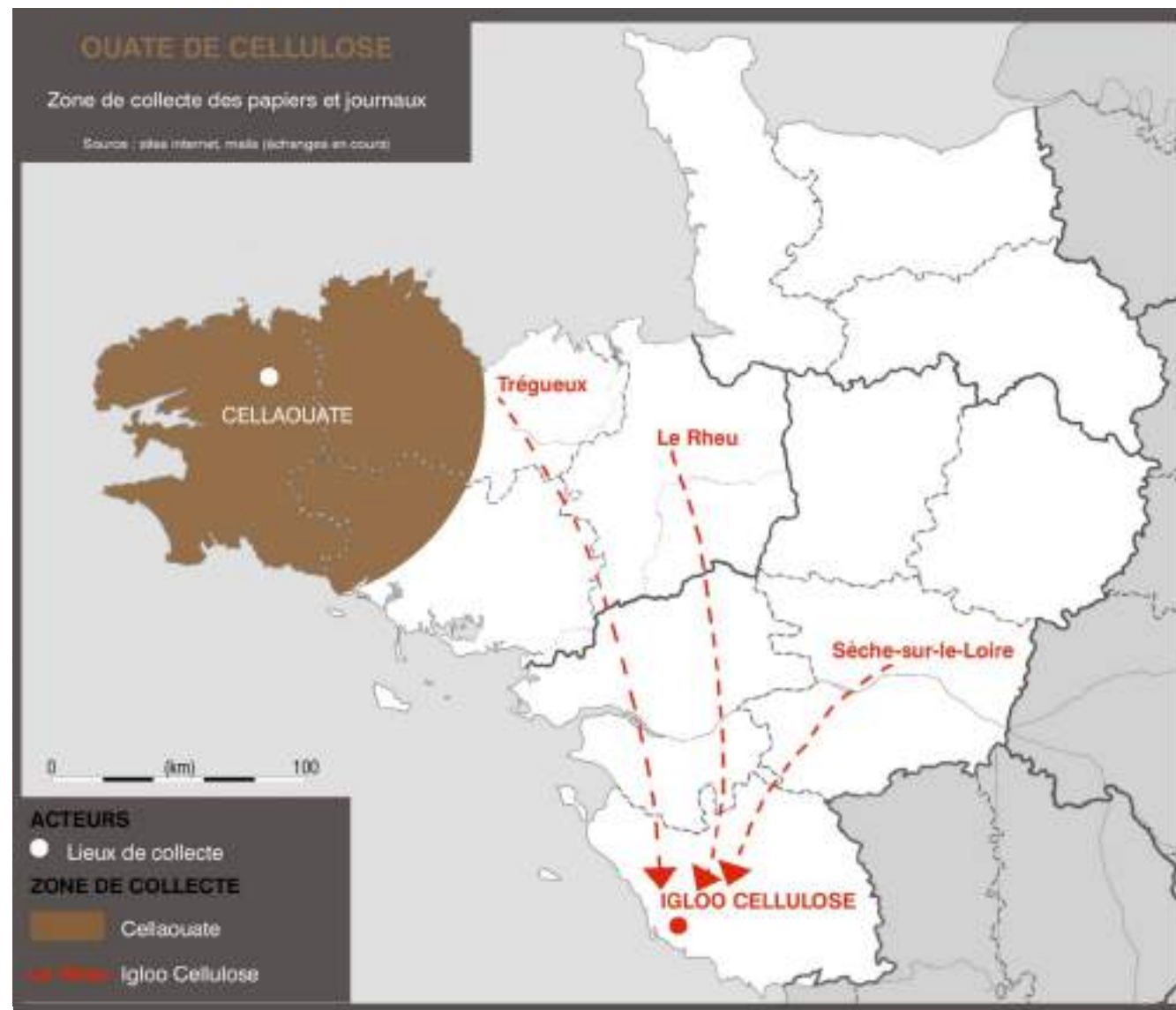


	Bilan Carbone	Energie Grise
Polystyrène PSE	1	1
Laine de verre	1	1
Laine de mouton	4	5
Laine de roche	1	1
Métisse	3	3
Liège expansé	5	4
Chanvre	4	4
Lin	4	4
Paille	5	5
Fibres de bois	5	4
Ouate de cellulose	5	5

	PERFORMANCES TECHNIQUES						IMPACT ENVIRONNEMENTAL				SOMME
	Conductivité thermique (T constante)	Prix	Capacité de stockage chaleur	Vitesse de diffusion chaleur	Régulation vapeur d'eau	Résistance au feu	Bilan Carbone	Energie Grise	Ressource Matière Première	Fin de Vie	
Polystyrène PSE	5	4	2	2	1	3	1	1	1	1	21
Laine de verre	5	5	1	1	1	5	1	1	2	1	23
Laine de roche	5	4	1	3	1	5	1	1	2	1	24
Métisse	4	2	2	3	4	1	3	3	5	4	31
Laine de mouton	5	2	3	1	5	1	4	5	5	4	35
Liège expansé	5	1	4	5	1	2	5	4	4	5	36
Chanvre	4	3	3	3	5	2	4	4	5	4	37
Lin	5	3	3	3	5	1	4	4	5	4	37
Fibres de bois	3	3	5	5	4	2	5	4	4	4	39
Paille	1	5	3	5	5	2	5	5	5	5	41
Ouate de cellulose	5	4	5	5	4	5	5	5	5	4	47

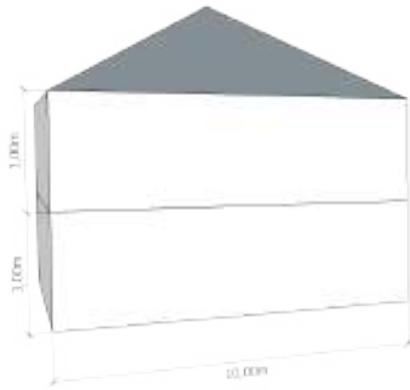
# 3. POSSIBILITES DU TERRITOIRE

## 3.1. Présence sur le territoire



# 3. POSSIBILITES DU TERRITOIRE

## 3.2. Capacité des matières végétales à couvrir les besoins du territoire en isolation murale

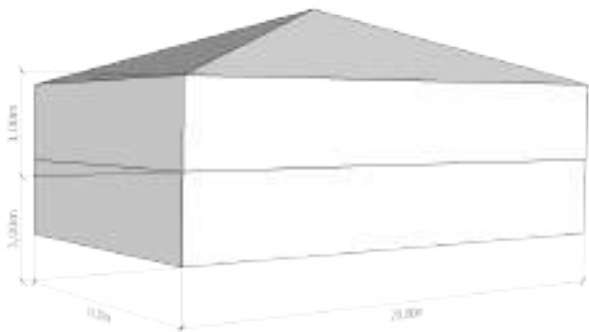


### LOGEMENTS NEUFS

36 053 logements / ans (2015)

$$S_{\text{murs isolés}} = 223 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{murs isolés}} = \text{Périmètre} \times H_{\text{mur}} = 0.166 \times S_{\text{sol}}$$

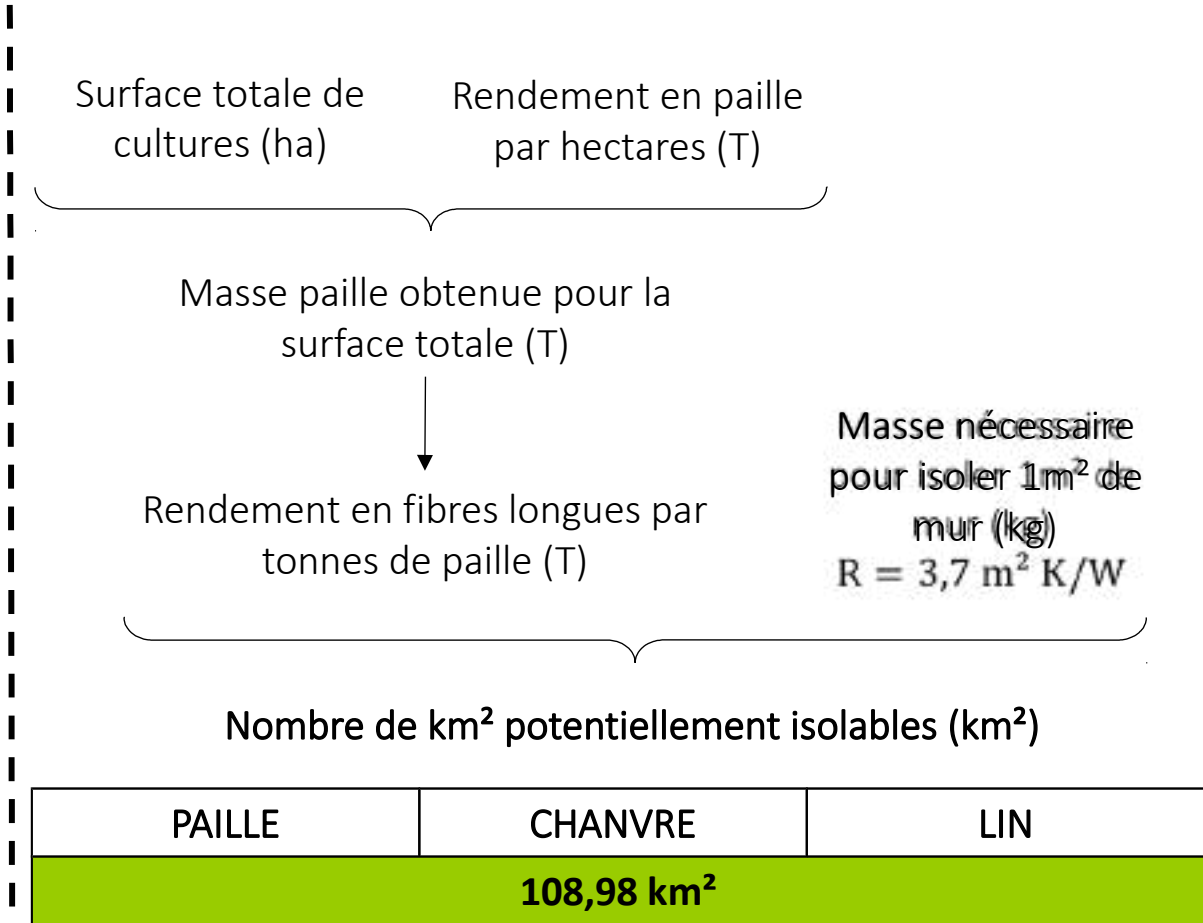


### LOCAUX NEUFS

29 605 locaux / ans (2015)

$$S_{\text{murs isolés}} = 327 \text{ m}^2$$

**S totale murs isolés = 17,72 km<sup>2</sup>**



Pourcentage suffisant =  $\frac{17,72 \times 100}{108,98} = 16\%$



**Manque de critères fiables  
Informations contradictoires  
Professionnels non formés**

Communiquer sur des  
critères fiables et précis

Faire abstraction du nom  
pour se concentrer sur les  
performances

**Matériaux vieillots / agricoles / ruraux**

Affirmer leur place dans les  
constructions  
contemporaines

Visites de bâtiments  
témoins, sensibilisation sur  
le nombre de projets déjà  
réalisés

Réécrire l'histoire des  
matériaux en y  
intégrant l'utilisateur

Parcours de cycle de  
vie, expositions,  
redécouverte avec les  
5 sens

**Prix trop élevé**

Redéfinir les critères  
d'équivalence

Coût global  
Performances multiples  
Bénéfices à long terme

Fin de la présentation,  
merci de votre attention  
et de votre soutien !



**ÉCOBATYS**  
pôle performances  
éco-construction

**INSA**