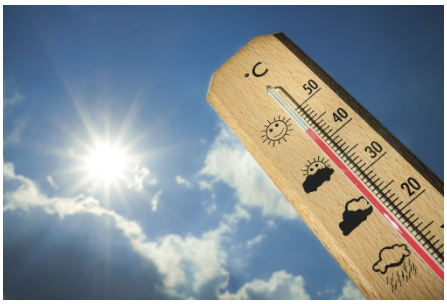
Ouvrage : Pavillon de vacances



1. Problématique

Un propriétaire souhaite construire un petit pavillon à Limoges, essentiellement pour y passer les vacances d'été.

Souhaitant se passer de climatisation, il souhaite que le pavillon soit particulièrement résistant aux pics de chaleur. Le maître d'œuvre lui conseille alors une isolation par l'extérieur en laine de bois avec des murs porteurs en brique.

Il convient de vérifier que cette solution est conforme au cahier des charges et qu'elle respecte l'impact carbone imposé par la règlementation en vigueur.

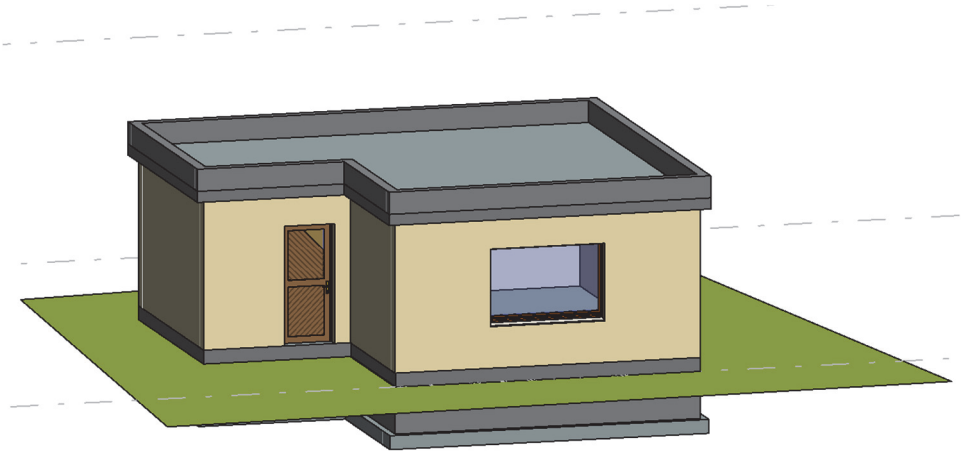
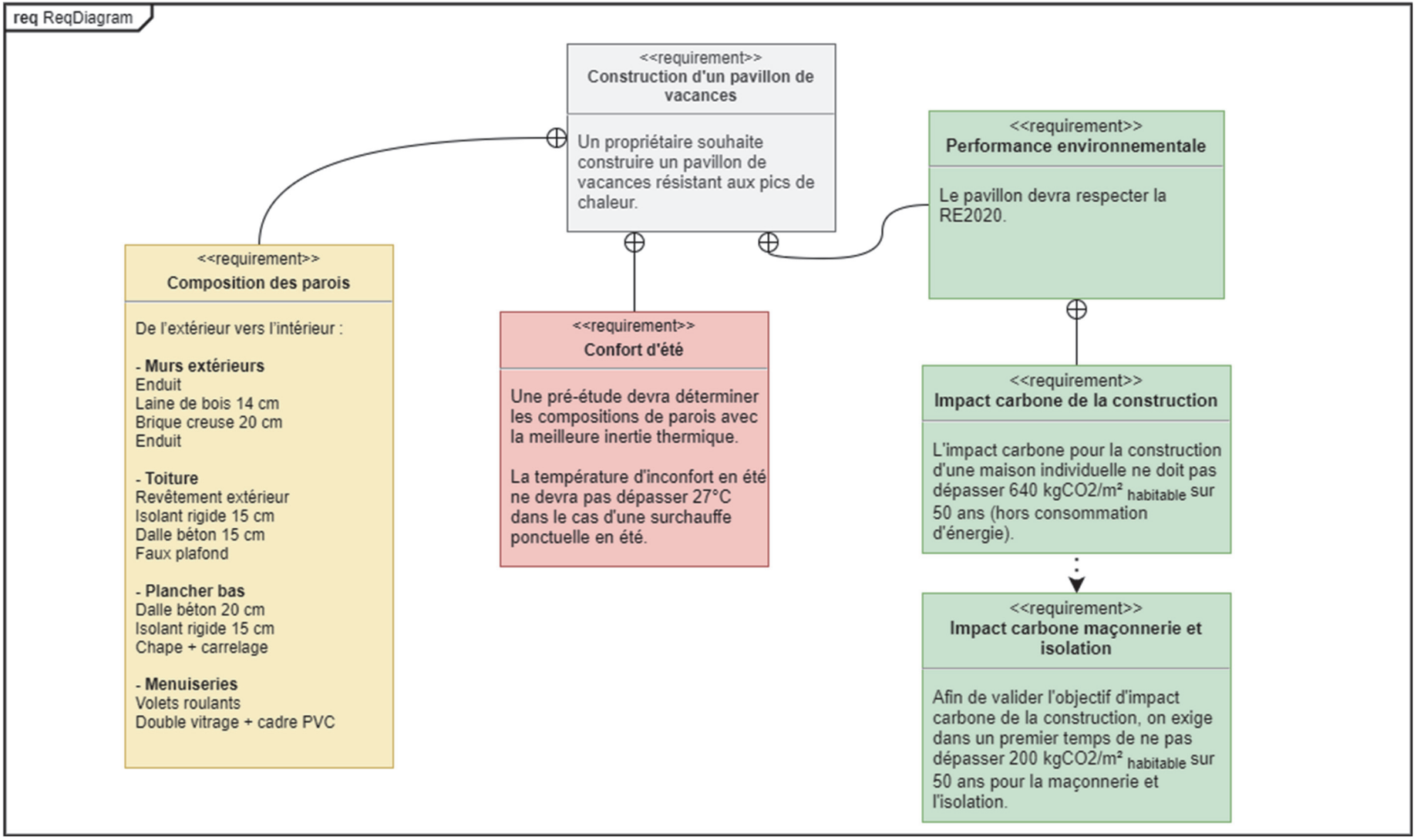


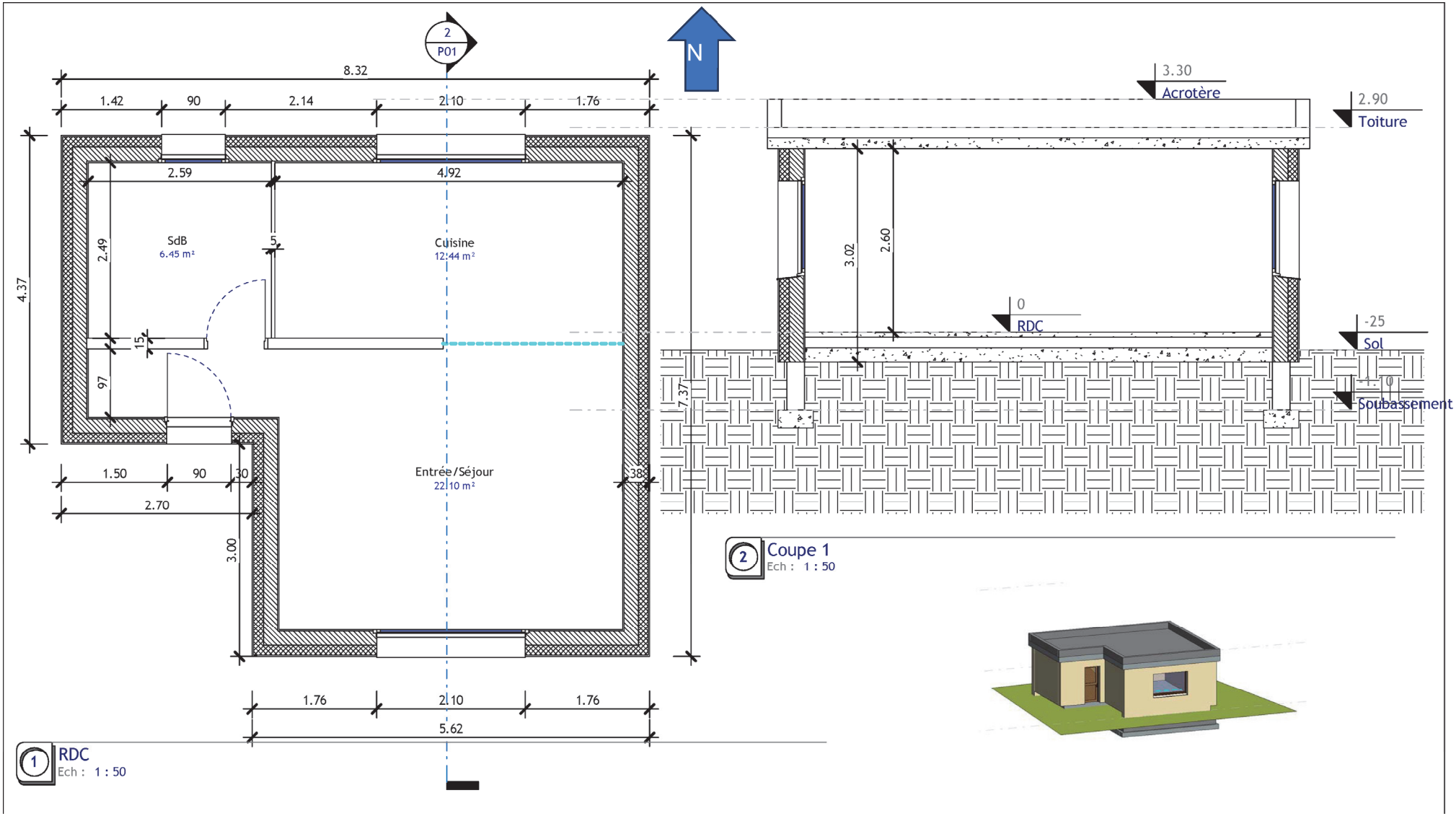
Figure 1 : pavillon

Le maître d'ouvrage (le propriétaire) a réalisé un cahier des charges pour la construction du pavillon sous forme de diagramme d'exigence et d'un plan:

DIAGRAMME D'EXIGENCE



PLAN DU PAVILLON



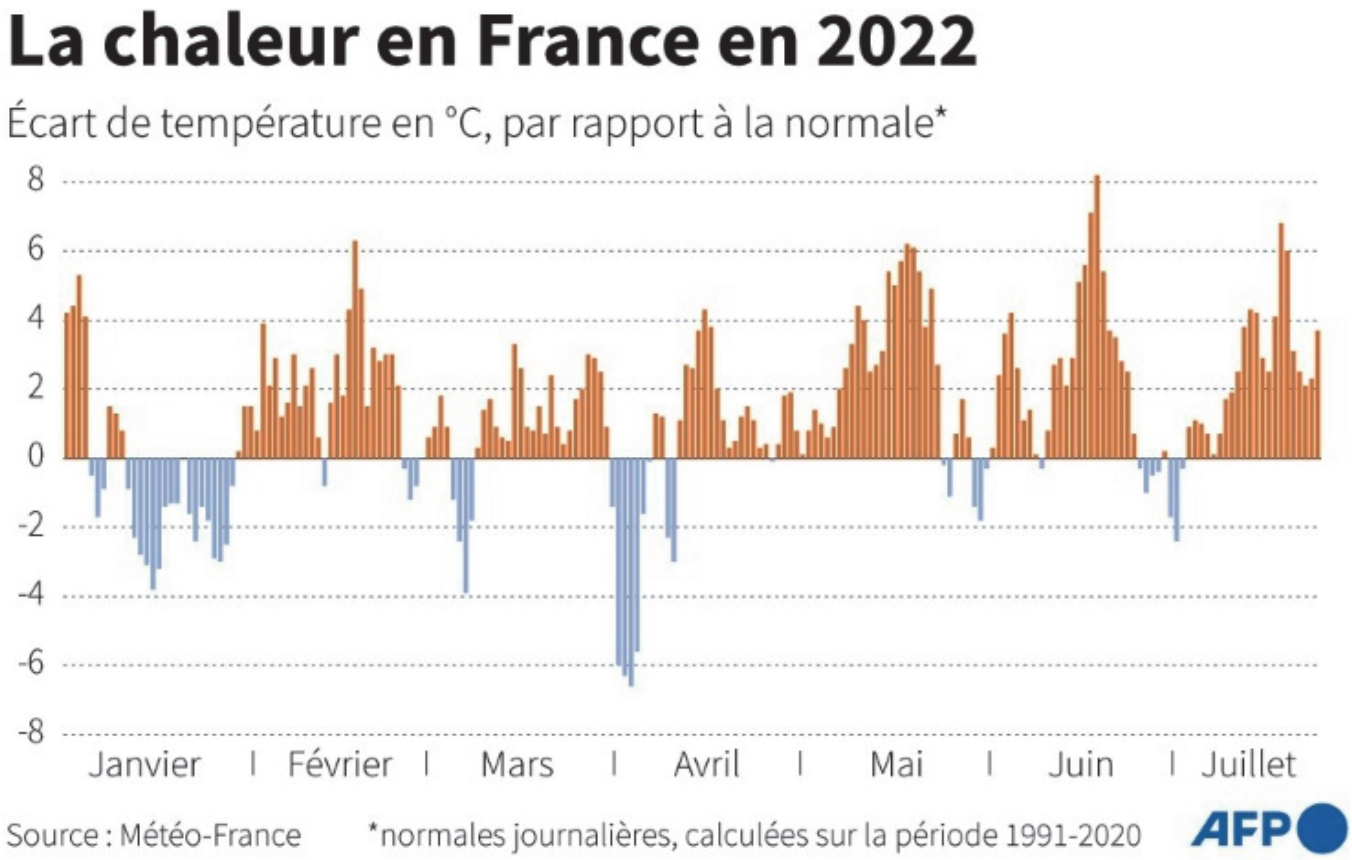
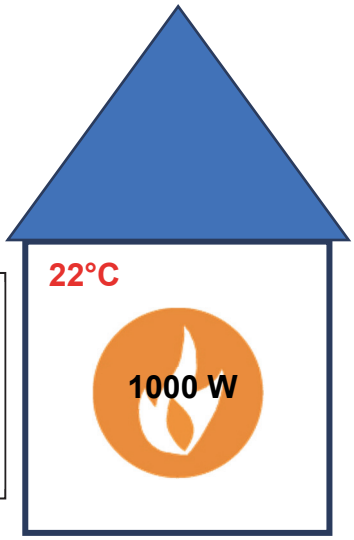


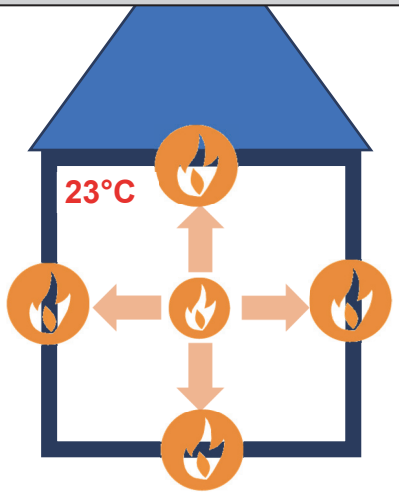
Figure 2 : extrait de Sciences et Avenir avec AFP

CONCEPT D'INERTIE THERMIQUE DANS LES BATIMENTS

Soit une maison avec une température intérieure de 22°C. Il se produit un apport de chaleur à l'intérieur de 1000 W.

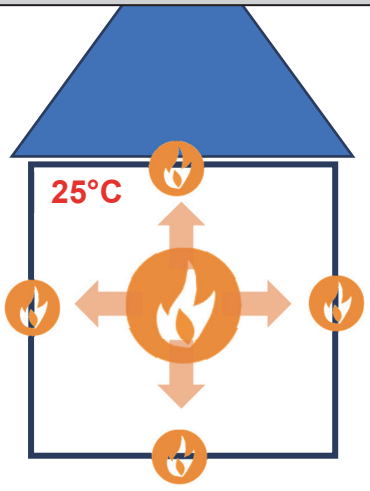


PAROIS A **FORTE** INERTIE THERMIQUE



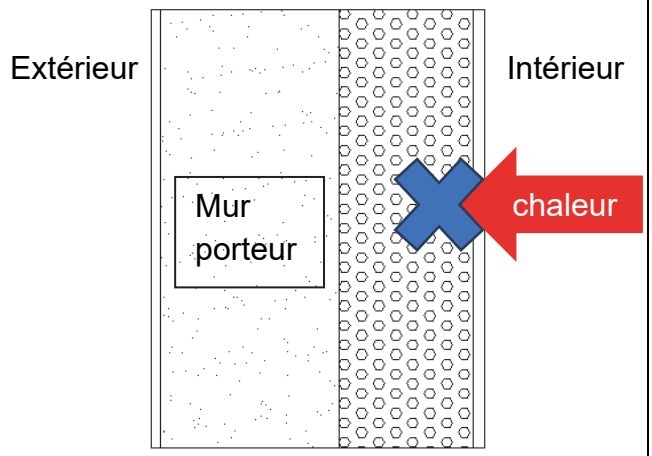
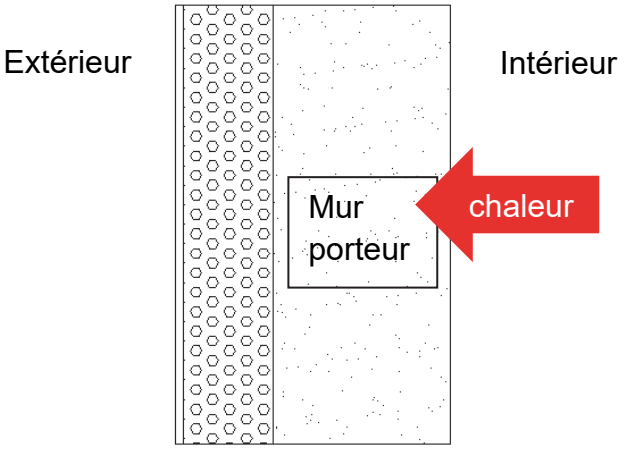
Des parois à forte inertie thermique ont la capacité d'absorber une grande partie de cette chaleur, la hausse de température intérieure sera limitée (23°C).

PAROIS A **FAIBLE** INERTIE THERMIQUE



Des parois à faible inertie thermique vont absorber une petite partie de cette chaleur, la hausse de température intérieure sera plus grande (25°C).

Pour que les murs puissent absorber la chaleur, il faut placer l'isolation à l'extérieur. On profite ainsi de l'inertie thermique des murs.

ISOLATION INTERIEURE	ISOLATION EXTERIEURE
	

2. Conception

	Mur extérieurs : brique	Mur extérieurs : isolant	Reste de la maçonnerie et de l'isolation
Unité fonctionnelle	Assurer la fonction de mur porteur en terre cuite sur 1 m² de 20 cm d'épaisseur, pendant 50 ans.	Assurer la fonction d'isolant en laine et fibre de bois sur 1 m² de 14 cm d'épaisseur, pendant 50 ans.	
$\frac{kgCO_2}{m^2\ matériau.an}$ dans l'unité fonctionnelle	47	35	
Surface du matériau	……..	……..	
$\frac{kgCO_2}{an}$	……..	……..	3 500
Surface habitable	……..		
Total $\frac{kgCO_2}{m^2 habitable.an}$	……..		

Figure 3 : tableau de calcul de l'impact carbone de la maçonnerie et de l'isolation

3. Expérimentation

Matériel mis à disposition :

Banc thermique A4

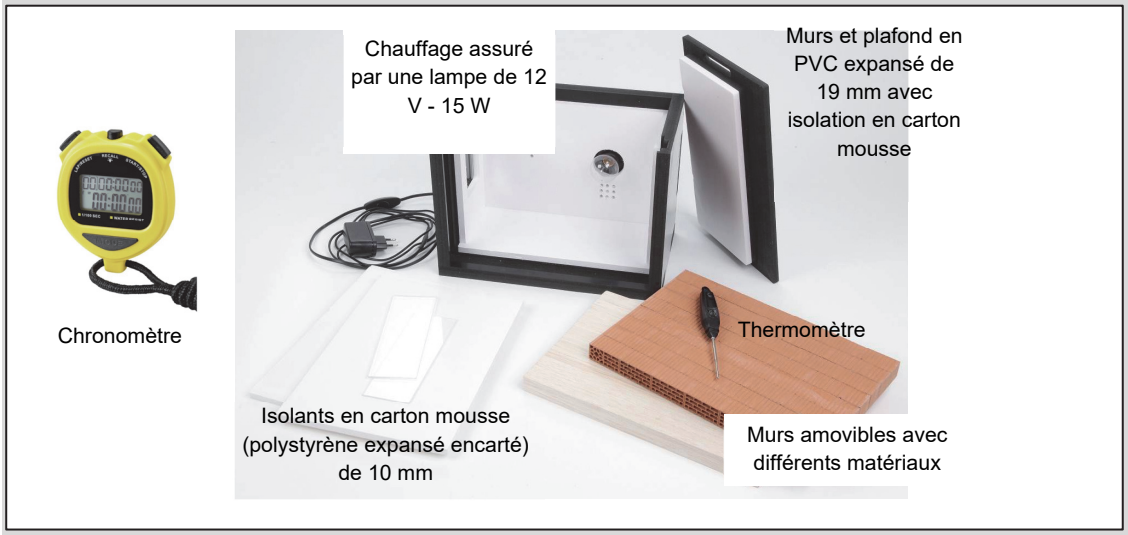


Figure 4 : matériel disponible pour l'expérimentation

	Mur en briques	Isolant polystyrène (intérieur ou extérieur)
		
Surface (m²)	0,0713	0,0713
Epaisseur (m)	0,024	0,010
Conductivité en $\frac{W}{m.K}$	0,2	0,035

Figure 5 : caractéristiques des matériaux disponibles pour l'expérimentation

4. Simulation

La simulation est réalisée sous Matlab/Simulink.
Documents numériques :

- Fichier Matlab de la simulation Pavillon_matlab_eleve.slx
- Vidéo de présentation Pavillon Matlab.mp4

Hypothèses de simulation simplifiée (surchauffe ponctuelle en été) :

- Durée de la simulation : 10 h
- Température à l'extérieur : 35 °C (constante sur la durée de la simulation)
- Température initiale du modèle à l'intérieur : 22 °C
- Apports de chaleur internes : 2000 W en moyenne dans le bâtiment (constant sur la durée de la simulation)
    - Comprend les apports solaires provenant des vitrages, et la chaleur liée aux occupants, à l'éclairage et aux appareils électroménagers)
- Rayonnement solaire sur la toiture : 1000 $W \cdot m^{-2}$ $_{\text{de toiture}}$ (constant sur la durée de la simulation)
- Rayonnement solaire sur les parois négligé
- Ponts thermiques négligés

Propriétés des matériaux :

Matériaux	**λ (conductivité thermique)** $[\frac{W}{m.K}]$	**Masse volumique** $[\frac{kg}{m3}]$	**Capacité thermique massique** $[\frac{J}{kg.K}]$
Enduit ciment	**0,95**	**2000**	**1000**
Placoplâtre BA13	**0,560**	**1200**	**1000**
Béton armé	**2,3**	**2500**	**1000**
Parpaing	**0,625**	**1000**	**1000**
Brique creuse	**0,2**	**741**	**1000**
Brique monomur 27,5 cm	**0,125**	**819**	**1000**
Laine de verre	**0,038**	**30**	**1030**
Laine et fibre de bois	**0,04**	**55**	**1700**
Polystyrène expansé	**0,035**	**30**	**1400**
Polystyrène extrudé	**0,032**	**40**	**1400**
Chape traditionnelle	**0,95**	**2000**	**1000**
Verre	**1**	**2500**	**720**
Air	**0,025**	**1,2**	**1250**

Figure 6 : propriétés des matériaux