Ouvrage : Ossature bois de la CIME



1. Problématique

Afin de poursuivre sa démarche de développement du sport, et singulièrement, de handisport dans l'Aube, le département a construit le Complexe International Multisport et Escalade (CIME) sur la Technopole de l'Aube en Champagne. Ce nouveau pôle d'excellence d'une superficie de 5000 m² est doté de l'équipement d'escalade fixe le plus important du territoire national et d'une aire d'évolution multisport adaptée au handisport. Ce complexe sportif s'inscrit pleinement dans la stratégie territoriale développée autour des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024.

Le bâtiment CIME est conçu dans sa quasi-totalité en ossature bois : une structure en bois avec une isolation répartie dans toute l'épaisseur de sa paroi.

Le but de cette étude est de valider la solution ossature bois comme solution performante d'un point de vue thermique et environnemental vis-à-vis d'un bâtiment en voile de béton armé (nommé BA dans les documents ci-après) avec une isolation thermique par l'intérieur (ITI) ou par l'extérieur (ITE).

Une résistance thermique de paroi (R_{paroi}) équivalente sera utilisée pour cette étude.



Figure 1 : représentation d'une structure ossature bois de l'intérieur d'un bâtiment

2. Expérimentation

Le dispositif dispose de :

- un banc d'essai permettant de comparer les performances thermiques d'un matériau de moins de 2 cm d'épaisseur
- d'échantillons de matériaux (ici acier et bois) de la même épaisseur
- un pied à coulisse pour vérifier l'épaisseur du matériau



Figure 2 : Dispositif expérimental

Protocole expérimental :

- insérer entre les deux plaques blanches un des deux matériaux et serrer modérément (juste de manière à bloquer l'échantillon) à l'aide de la molette de serrage ;
- mettre sous tension le banc d'essai, et laisser la molette d'intensité latérale au minimum ;
- attendre que les températures se stabilisent, l'écran indique « … » - cf. figure 3 ;
- mesurer la différence de température entre les deux surfaces T_1 et T_2, une fois la stabilité atteinte - cf. figure 4.



Figure 3 : banc non stabilisé

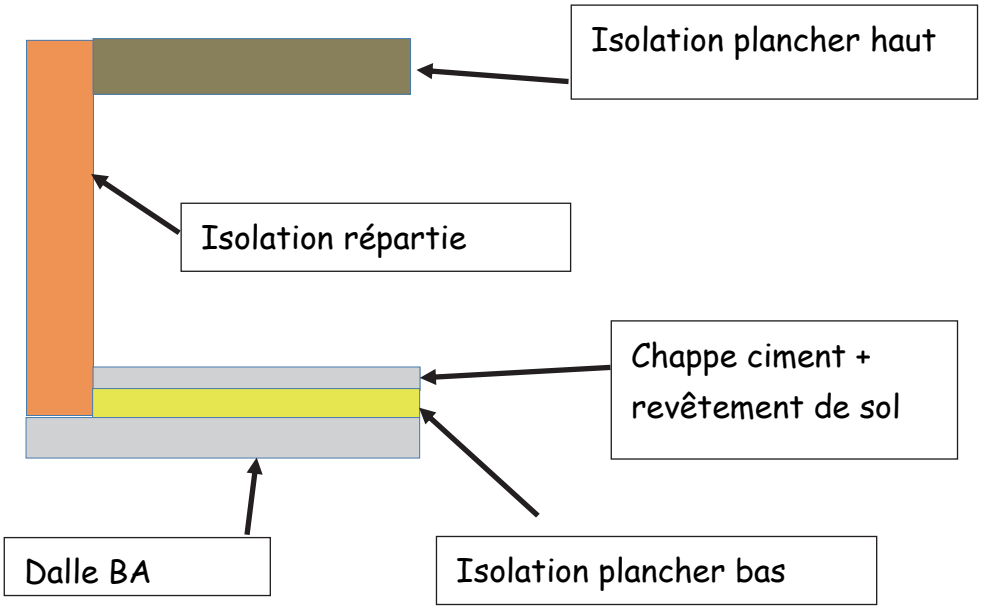


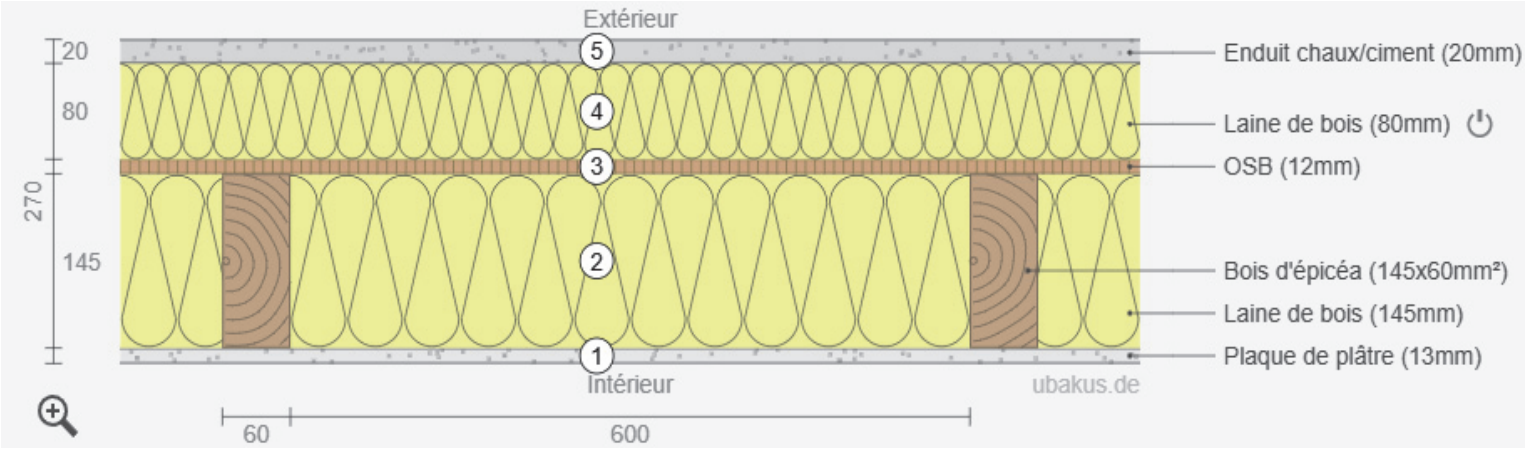
Figure 4 : banc stabilisé

3. Conception

3.1 Différentes configurations de parois à comparer (pour une résistance thermique équivalente)

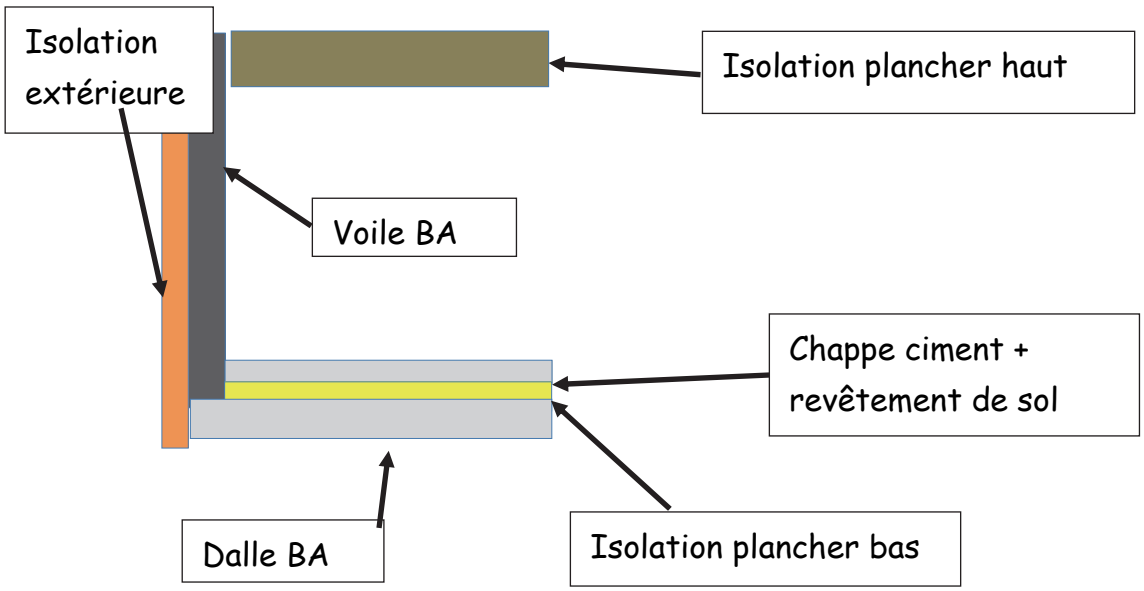
a) Configuration isolation répartie en ossature bois

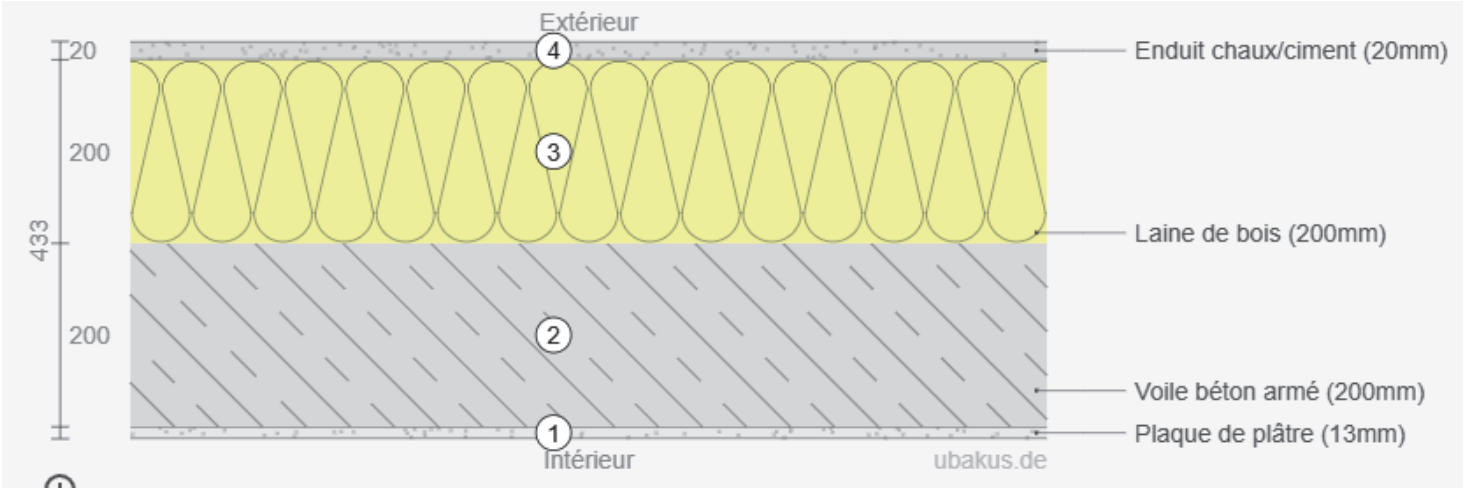




#		Matériau	λ [W/mK]
		Résistance thermique surfacique	
1	1,3 cm	Plaque de plâtre	0,250
2	14,5 cm	Laine de bois	0,040
	14,5 cm	Bois d'épicéa (9,1%) (ossature)	
3	1,2 cm	OSB	0,130
4	8 cm	Laine de bois	0,040
5	2 cm	Enduit chaux/ciment	1,000
		Résistance thermique surfacique	
	27 cm	Total de la composition	

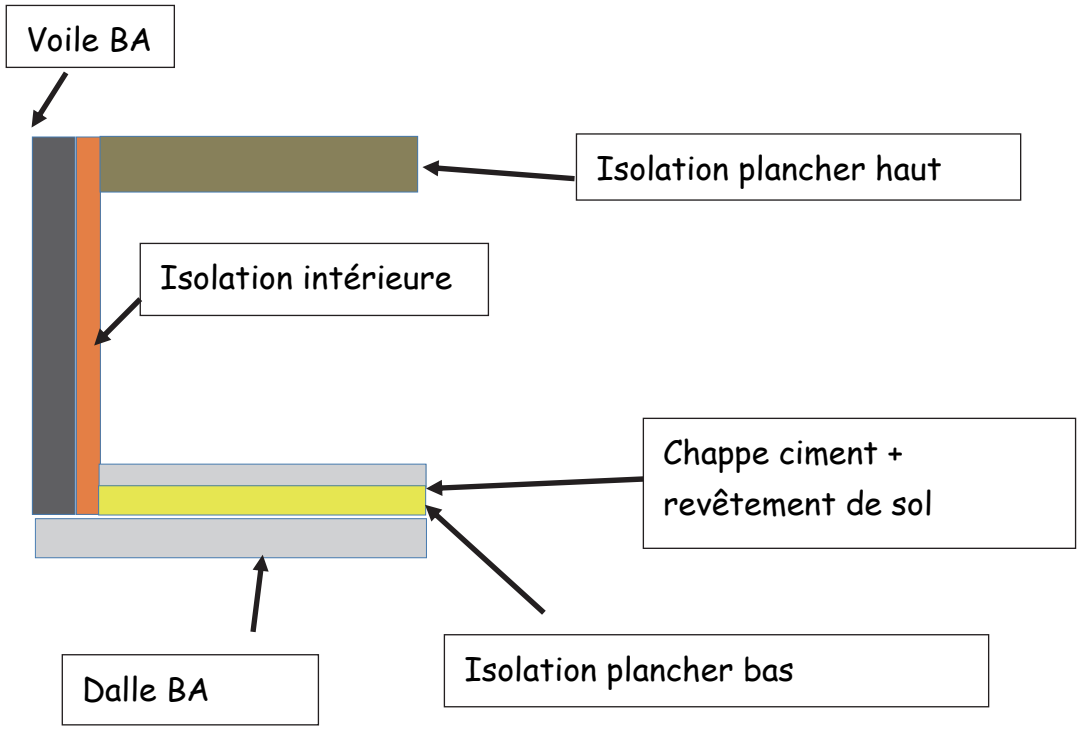
b) Configuration voile béton et Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE)

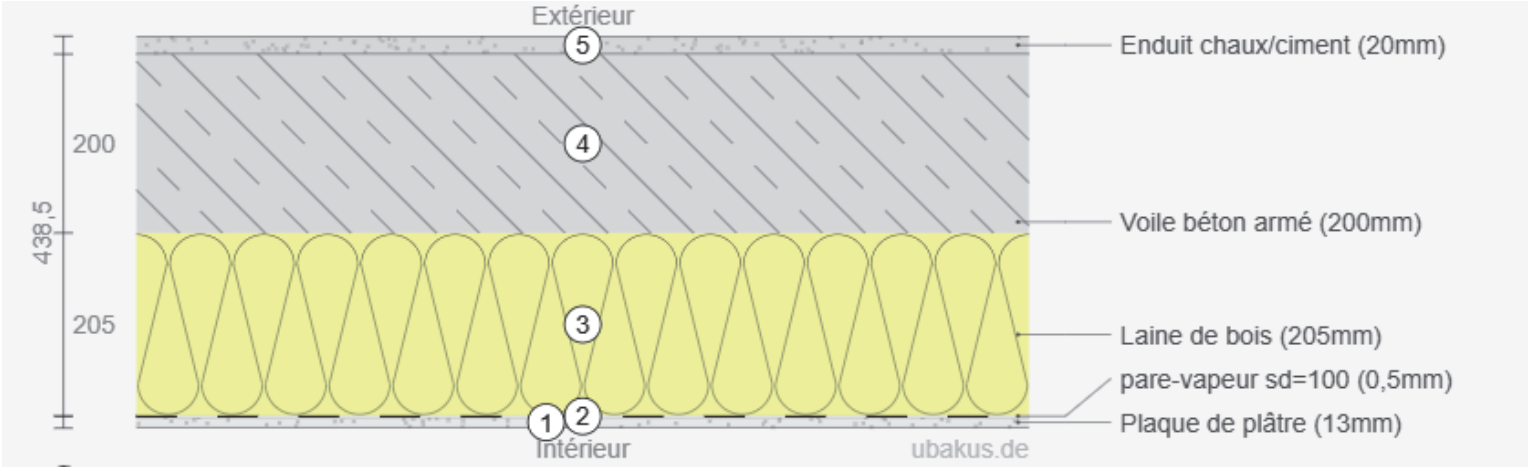




#		Matériau	λ [W/mK]	R [m²K/W]
		Résistance thermique surfacique		0,130 (0,250)
1	1,3 cm	Plaque de plâtre	0,250	0,052
2	20 cm	Voile béton armé	2,500	0,080
3	20,5 cm	Laine de bois	0,040	5,125
4	2 cm	Enduit chaux/ciment	1,000	0,020
		Résistance thermique surfacique		0,040
	43,8 cm	Total de la composition		5,447

c) Configuration voile béton et Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI)





#		Matériau	λ [W/mK]	R [m²K/W]
		Résistance thermique surfacique		0,130 (0,250)
1	1,3 cm	Plaque de plâtre	0,250	0,052
2	0,05 cm	pare-vapeur sd=100	0,220	0,002
3	20,5 cm	Laine de bois	0,040	5,125
4	20 cm	Voile béton armé	2,500	0,080
5	2 cm	Enduit chaux/ciment	1,000	0,020
		Résistance thermique surfacique		0,040
	43,85 cm	Total de la composition		5,449

3.2 Résistance thermique paroi en ossature bois - tableau à compléter

Couche de la paroi	**e** **(m)**	**λ** **(W·°C^{-1}·m^{-1})**	**R=e/ λ** **(m^2·°C·W^{-1})**
R_{SE}			0.04
R_{SI}			0.13
$R_{paroi}=\sum_{i}^{n} R_i+R_{se}+R_{si}$			

Tableau 1 : calcul de la résistance thermique de la paroi en ossature bois

3.3 Comparaison des coefficients de transmission linéique pour les ponts thermiques selon les configurations - tableau à compléter

a. Tableau de comparaison des valeurs des coefficients de transmission linéique

	Coefficients avec les règles « Th-Bat »		
Jonctions	Ψ_j **Ossature bois** **(W·m^{-1}·K^{-1})**	Ψ_j **Voile BA avec ITE** **(W·m^{-1}·K^{-1})**	Ψ_j **Voile BA avec ITI** **(W·m^{-1}·K^{-1})**
Plancher – murs (horizontale)			
Plancher haut – murs (horizontale)			

Tableau 2 : comparaison des coefficients de transmission linéiques en fonction des configurations

b. Coefficients linéiques donnés par la réglementation « Th-bat » pour les liaisons plancher haut / murs extérieurs

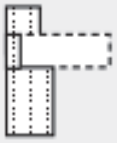
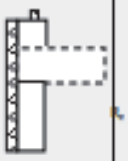
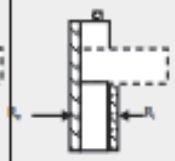
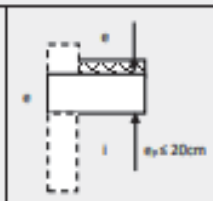
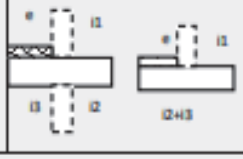
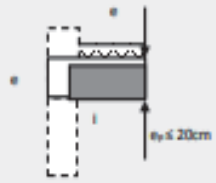
Mur / Plancher haut		A	B	C	D	E	F
		Isolation par l'intérieur		Isolation répartie	Isolation par l'extérieur		Isolation mixte (1)
		Maçonnerie	béton		Maçonnerie	béton	béton
							
Béton isolé au dessus							
27		0,81	0,95	0,58	0,5	0,74	0,65
28		0,50 $\Psi_1 = 0.1\Psi$ $\Psi_2 = 0.4\Psi$	0,90 $\Psi_1 = 0.1\Psi$ $\Psi_2 = 0.4\Psi$	0,10 $\Psi_1 = 0\Psi$ $\Psi_2 = 0.4\Psi$	0,03	0,03	0,18 $\Psi_1 = 0\Psi$ $\Psi_2 = 0.6\Psi$
Entrevous béton ou terre cuite isolés au-dessus							
29		0,70	0,81	0,55	0,73	0,70	0,59
30		0,50 $\Psi_1 = 0.1\Psi$ $\Psi_2 = 0.4\Psi$	0,90 $\Psi_1 = 0.1\Psi$ $\Psi_2 = 0.4\Psi$	0,10 $\Psi_1 = 0\Psi$ $\Psi_2 = 0.4\Psi$	0,03	0,03	0,18 $\Psi_1 = 0\Psi$ $\Psi_2 = 0.55\Psi$
Léger							
31		0,07	0,08	0,11	0,31	0,66	0,36
32		0,04	0,05	0,03	0,05	0,06	0,06

Tableau 3 : coefficients de transmission linéique pour les liaisons plancher haut / murs extérieurs

c. Coefficients linéiques donnés par la réglementation « Th-bat » pour les liaisons plancher bas / murs extérieurs

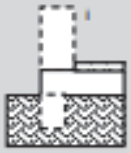
Mur / Plancher bas		A	B	C	D	E	F
		Isolation par l'intérieur		Isolation répartie	Isolation par l'extérieur		Isolation mixte (1)
		Maçonnerie	Béton		Maçonnerie	Béton	Béton
							
Planchers bas à entrevous isolant							
1		0,32	0,35	0,30	0,47	0,74	0,52
Planchers bas en béton ou à entrevous béton ou terre cuite isolés en sous face							
2		0,72	0,84	0,58	0,49	0,79	0,70
3		0,61	0,72	0,55	0,47	0,76	0,63
4		0,65	0,76	0,50	0,31	0,49	0,44
Planchers bas en béton ou à entrevous béton ou terre cuite isolés sous chape							
5		0,18	0,21	0,12	0,38	0,70	0,45
6		0,22	0,25	0,12	0,25	0,35	0,24

Tableau 4 : coefficients de transmission linéique pour les liaisons plancher bas / murs extérieurs

3.4 Choix de matériaux : Bilan carbone des structures des différentes parois murales

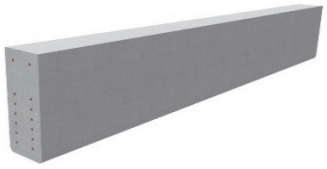
Ossature bois (145 x 60mm² entraxe 60mm)	Voile béton armé (épaisseur 200 mm)
	
Empreinte CO2 : 14 kg·CO2·m^{-2}	Empreinte CO2 : 70 kg·CO2·m^{-2}

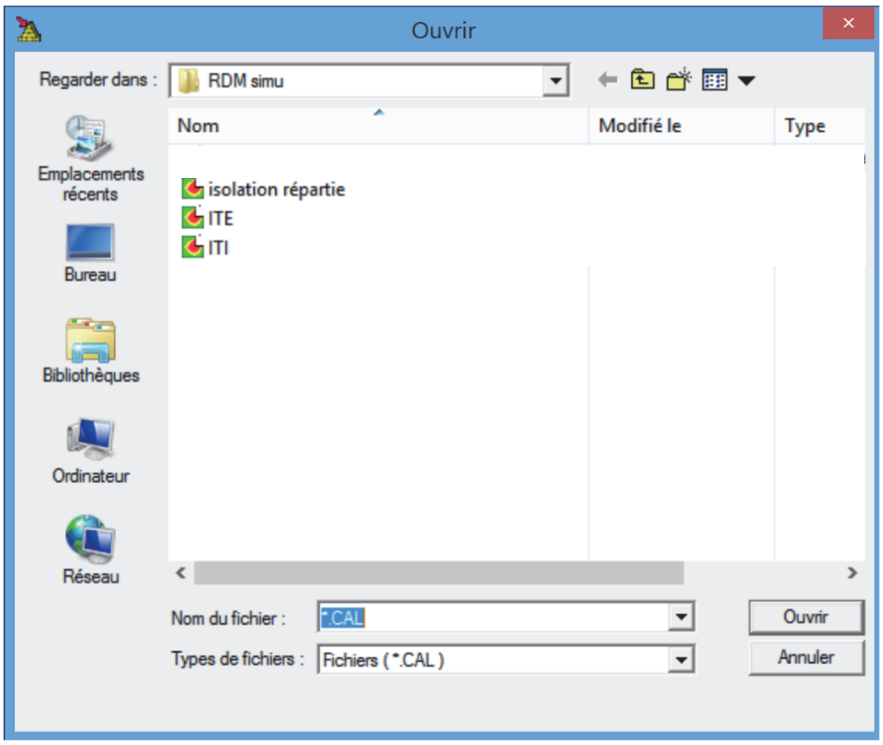
Tableau 4 : comparaison des bilans dits carbone sur le cycle de vie (50 ans) des structures

4. Simulation

Procédure pour accéder aux résultats avec le logiciel :



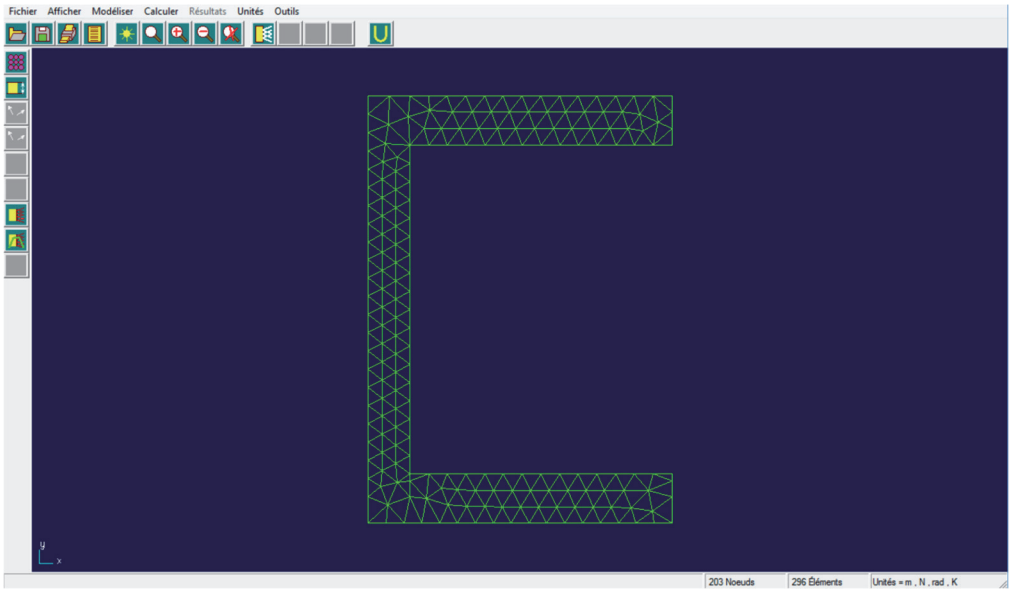
a) Ouvrir le module élément fini sur le bureau du PC
b) Lancer le module élasticité-thermique, la fenêtre suivante apparaît :



Dans le répertoire du bureau nommé « RDM Simu », choisir parmi une des trois configurations de parois :

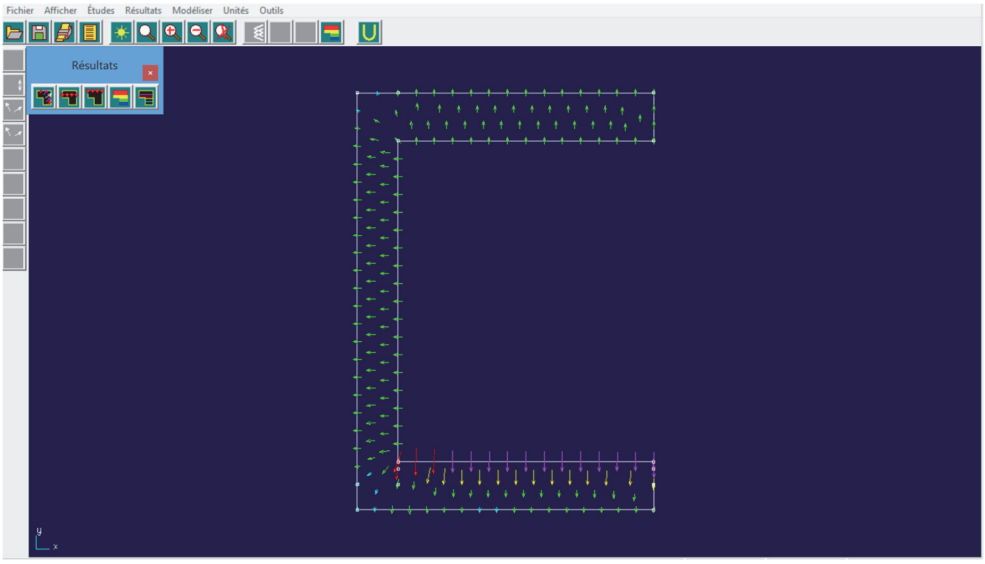
- **Isolation répartie** : ossature bois ;
- **ITE** : voile BA avec isolation par l'extérieur ;
- **ITI** : voile BA avec isolation par l'intérieur.

La fenêtre suivante apparaît :



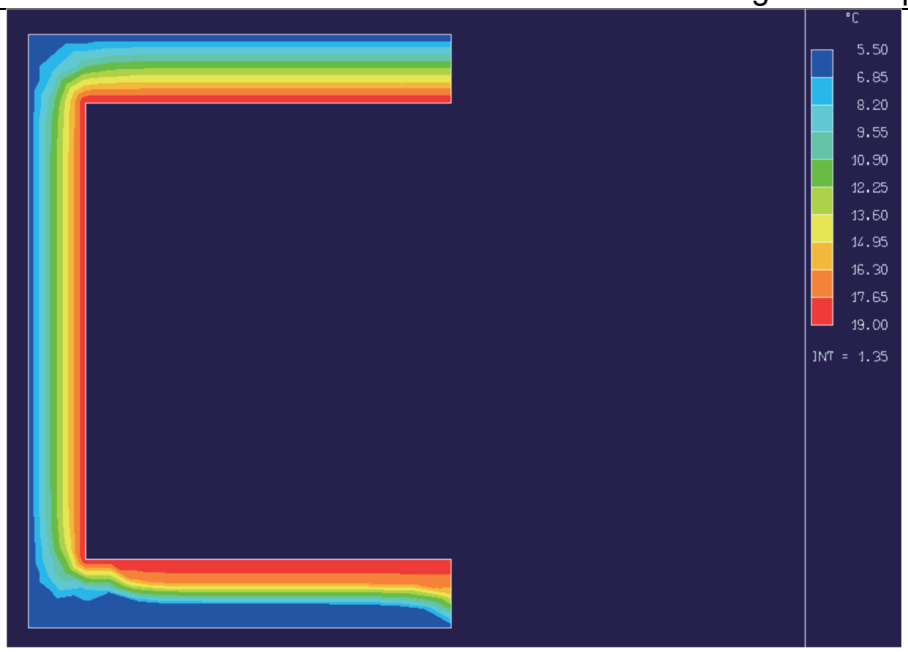
c) Cliquer sur « Calculer » et enregistrer le document « .cal » dans votre répertoire personnel

d) Cliquer sur « Résultats » et la fenêtre suivante apparaît : il s'agit de la densité de flux (en $W \cdot m^{-2}$) à divers endroits des parois. Il est possible grâce à un code couleur de voir le « cheminement » des pertes de chaleur avec une échelle de graduation allant du vert pour une densité de flux faible, au rouge pour une densité de flux plus importante.

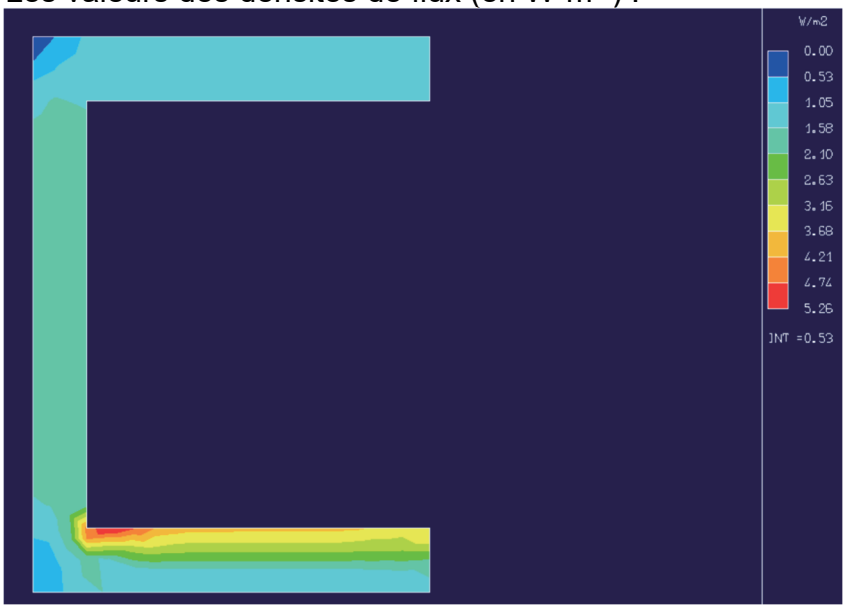


e) En cliquant sur ces icônes  vous aurez accès à :

- L'évolution de la température dans les parois (en °C) :



- Les valeurs des densités de flux (en $W \cdot m^{-2}$) :



Vous devez réaliser cette procédure pour chaque type de paroi pour effectuer la comparaison.