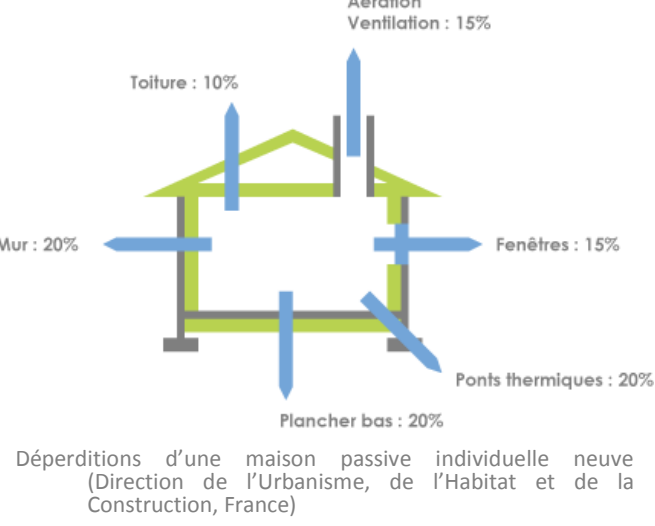


Contexte

Détail 2D/3D : Zone de l'enveloppe où la géométrie est 2D/3D et qui modifie la résistance thermique, par ailleurs uniforme (1D), de l'enveloppe
 Utilisation de logiciels de simulation énergétique : prédiction du comportement énergétique des bâtiments
 → Effet stationnaire des détails 2D/3D : facilement pris en compte (coefficient de déperdition)
 → Effet dynamique des détails 2D/3D non considéré (déphasage, amortissement entre les variations de T_i, T_e)
 → Objectif : Méthode simple et précise de prise en compte des effets dynamiques des détails 2D/3D de l'enveloppe d'un bâtiment, afin de les intégrer dans un logiciel de simulation énergétique de bâtiments



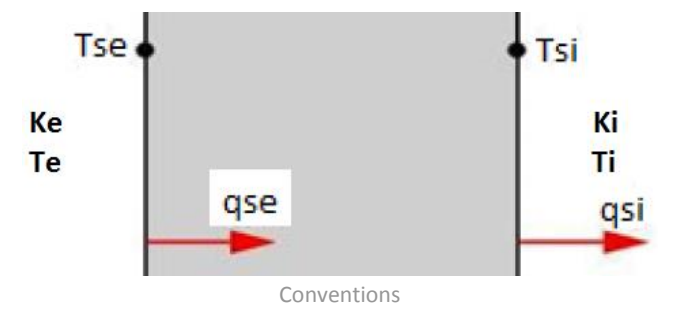
Structure équivalente : méthodologie

Principe

Structure multicouche 1D qui remplace le détail 2D/3D : mêmes comportements thermiques statique et dynamique
 → Déterminer la résistance thermique R_m et la capacité thermique C_m de chaque couche → $e_m, \lambda_m, C_m, \rho_m$
 • Paramètres valables pour toutes conditions aux limites et périodes d'échantillonnage
 • Pas valable si les propriétés physiques = $f(T)$
 • Nombre optimal de couches : 3 → $R_1 - R_2 - R_3 - C_1 - C_2 - C_3$ à déterminer

Méthode

1) Structure initiale : simulation stationnaire
 $K_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}, T_i = 20^\circ\text{C}, K_e = 23 \text{ W/m}^2\text{K}, T_e = 0^\circ\text{C}$
 Placement de plans adiabatiques à 1m de l'élément 2D/3D [ISO 10211] → étape de réduction du domaine



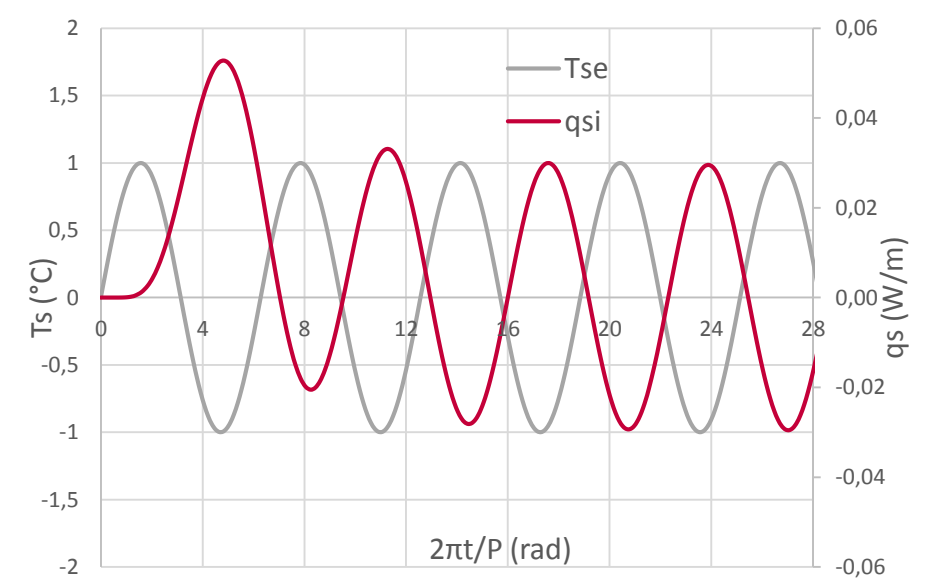
2) Structure initiale : simulation stationnaire
 $T_{si} = 0, T_{se} = 1$ → calcul des facteurs de structure

$$\phi_{ii} = \frac{1}{C} \int_V \rho c (1-T)^2 dV \quad \phi_{ie} = \frac{1}{C} \int_V \rho c T(1-T) dV \quad \phi_{ee} = \frac{1}{C} \int_V \rho c T^2 dV \quad \phi_{ii} + 2\phi_{ie} + \phi_{ee} = 1$$

$\phi_{ii} - \phi_{ie} - \phi_{ee}$ représentent la fraction de la quantité de chaleur stockée à proximité du côté intérieur – du centre – du côté extérieur du mur.

Résistance $R = \frac{1}{q_{si}} = \frac{1}{q_{se}}$ Capacité C : calcul analytique

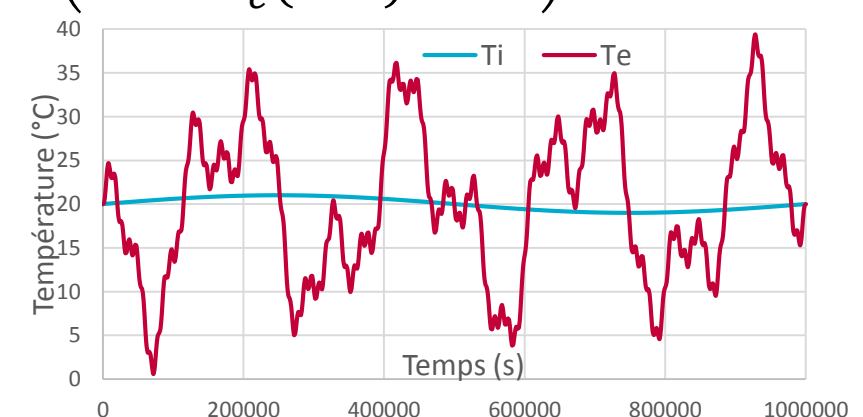
3) Structure initiale : simulation dynamique
 $T_{si} = 0, T_{se}$: sinusoïde d'amplitude = 1 et $P = 24\text{h}$
 Amplitude A et du déphasage a du flux aux surfaces : $A_i(24\text{h}), A_e(24\text{h}), a_i(24\text{h}), a_e(24\text{h})$



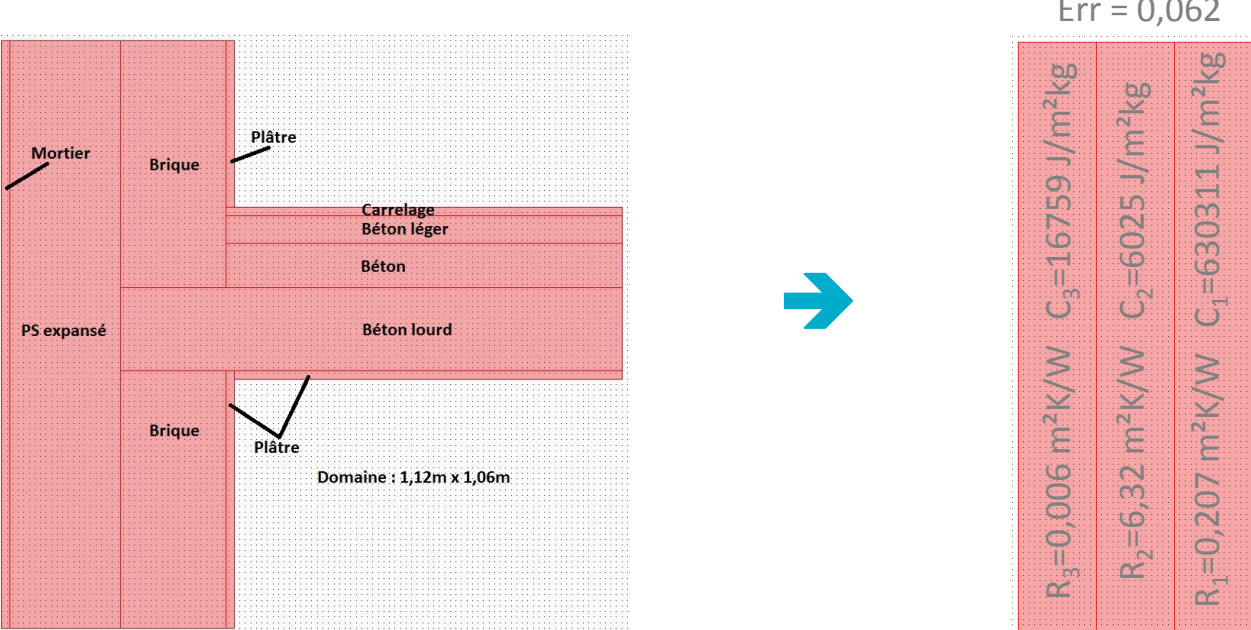
4) Calcul de la structure 1D équivalente
 • Combinaisons adéquates de valeurs de R_1 et R_2
 • Conservation de R , de C et des facteurs de structure → 4 relations → $R_3 - C_1 - C_2 - C_3$
 • Calcul analytique, pour la structure équivalente, de $A'_i(24\text{h}), A'_e(24\text{h}), a'_i(24\text{h}), a'_e(24\text{h})$
 • Fonction d'erreur à minimiser : comportement harmonique proche de la structure initiale

$$Err = \sqrt{\left(\frac{A'_i(24\text{h}) - A_i(24\text{h})}{A_i(24\text{h})}\right)^2 + \left(\frac{A'_e(24\text{h}) - A_e(24\text{h})}{A_e(24\text{h})}\right)^2 + \left(\frac{a'_i(24\text{h}) - a_i(24\text{h})}{a_i(24\text{h})}\right)^2 + \left(\frac{a'_e(24\text{h}) - a_e(24\text{h})}{a_e(24\text{h})}\right)^2}$$

5) Vérification : simulation dynamique
 • Structures équivalente 1D et initiale soumises aux mêmes conditions aux limites :



Résultats



• Equivalente vs initiale : identiques
 Erreur moyenne : 0,09 – 0,02 W/m
 • Equivalente meilleure que 1D + psi (1D + psi : prise en compte classique)
 • CL : conservation du produit KS
 • 4 couches : pas d'amélioration
 • Perspectives : amélioration de la fonction d'erreur – étude d'autres géométries – étude paramétrique

