TTNV101 – Séchage du béton – identification des paramètres sur la courbe de perte de masse

Résumé :

L'objectif de ce test est de donner un exemple de simulation de séchage du béton et du calcul de la perte de masse. La courbe de perte de masse est souvent utilisée pour identifier les paramètres des lois de séchage.

Il s'agit de calculer la perte de masse (d'eau) au cours du temps. On modélise en 3D un échantillon prismatique. La loi de séchage est SECH_GRANGER.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un quart de l'échantillon prismatique de $70 \times 70 \times 280\ mm$.

1.2 Propriétés du matériau

Dans l'équation du séchage :

$$\frac{dC}{dt} - \mathrm{div}\left[D(C,T)\, grad\, C \right] = 0$$

le coefficient de diffusion D sera de la forme SECH_GRANGER :

$$D(C,T) = A \exp(BC) \frac{T}{T_0} \exp\left[-QSR_K \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right]$$

- $A = 2{,}5\, 10^{-11}\ m^2/h$
- $B = 0.12$
- $T_0 = 273\ °K$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Champ de température uniforme et constant au cours du temps de $20\ °C$
Concentration imposée au bords de $C_{eq} = 29{,}31\ l/m^3$

1.4 Conditions initiales

La concentration en eau initiale est de $C_{eq} = 106{,}42\ l/m^3$

1.5 Transitoire

On calcul le séchage sur une période de $528\ h$.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Grandeurs et résultats de référence

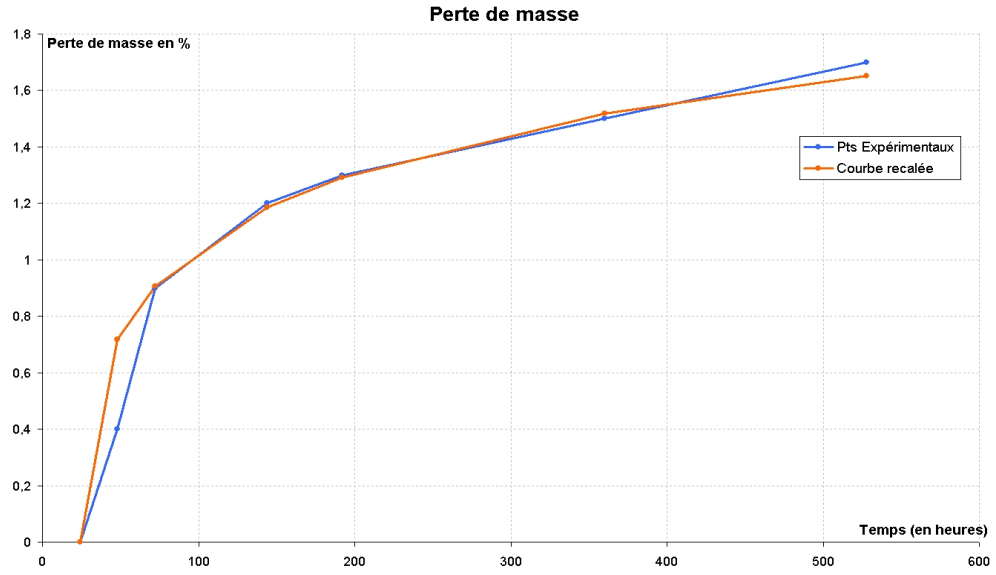
Les valeurs de référence sont les relevés de perte de masse pendant l'essai de séchage issue du benchmark CONCRACK.

Pour calculer la perte en eau de l'éprouvette numérique à un instant donné, on doit calculer successivement :

1. pour chaque élément fini, l'intégrale de la concentration en eau sur le volume de l'élément : $\int_V C\,dV$ ce qui est équivalent au volume d'eau restant (en l).
2. Somme des quantités d'eau restante $\sum_{éléments} \int_V C\,dV$: c'est le volume total d'eau restant dans l'échantillon (en l).
3. La concentration en eau moyenne (en l/m³) en divisant par le volume : $C_{moy} = \frac{\sum_{éléments} \int_V C\,dV}{V_{tot}}$
4. Le volume perdu (en l) est : $C_0 V_{tot} - \sum_{éléments} \int_V C\,dV$ et la masse perdue (en kg) est : $\rho_{eau}(C_0 V_{tot} - \sum_{éléments} \int_V C\,dV)$ avec $\rho_{eau} = 1\,kg/l$.
5. La perte de masse (%) est : $100 \times \frac{\rho_{eau}(C_0 V_{tot} - \sum_{éléments} \int_V C\,dV)}{\rho_{beton} V_{tot}} = 100 \times \frac{\rho_{eau}(C_0 - C_{moy})}{\rho_{beton}}$ avec $\rho_{beton} = 2410\,kg/m^3$.

Les étapes 2 et 3 sont des résultats de la commande `POST_ELEM` option `INTEGRALE` dans Code_Aster.

On compare tous les points expérimentaux et les points numériques sauf le premier qui n'est pas pertinent.



2.2 Références bibliographiques

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

[1] J. HAELEWYN, "Benchmark CONCRACK : Modélisation du béton au jeune âge", note H-T64-2011-03057-FR.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une modélisation 3D_DIAG.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage contient 4300 éléments de type HEXA8.

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la perte de masse.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
à $t=48\text{h}$	'SOURCE_EXTERNE'	0.9	11.0%
à $t=48\text{h}$	'NON_REGRESSION'	0.972148	
à $t=144\text{h}$	'SOURCE_EXTERNE'	1.2	11.0%
à $t=144\text{h}$	'NON_REGRESSION'	1.32039	
à $t=192\text{h}$	'SOURCE_EXTERNE'	1.3	11.0%
à $t=192\text{h}$	'NON_REGRESSION'	1.41454	
à $t=360\text{h}$	'SOURCE_EXTERNE'	1.5	11.0%
à $t=360\text{h}$	'NON_REGRESSION'	1.62195	
à $t=528\text{h}$	'SOURCE_EXTERNE'	1.7	11.0%
à $t=528\text{h}$	'NON_REGRESSION'	1.74863	

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Synthèse des résultats

Ce cas-test donne un exemple de calcul de la perte de masse pendant un essai de séchage de béton. L'écart observé entre les valeurs de référence et le calcul pourrait être réduit par une meilleure identification des paramètres de la loi de diffusion.

Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)