

Manuel de Validation**Fascicule V4.04 : Thermique stationnaire des structures volumiques****Document : V4.04.106**

TPLV106 - Thermique non linéaire stationnaire en repère mobile

Résumé :

Ce test élémentaire permet de traiter un exemple tridimensionnel réductible à un problème à une variable d'espace en thermique non linéaire stationnaire en repère mobile (problème de convection-diffusion).

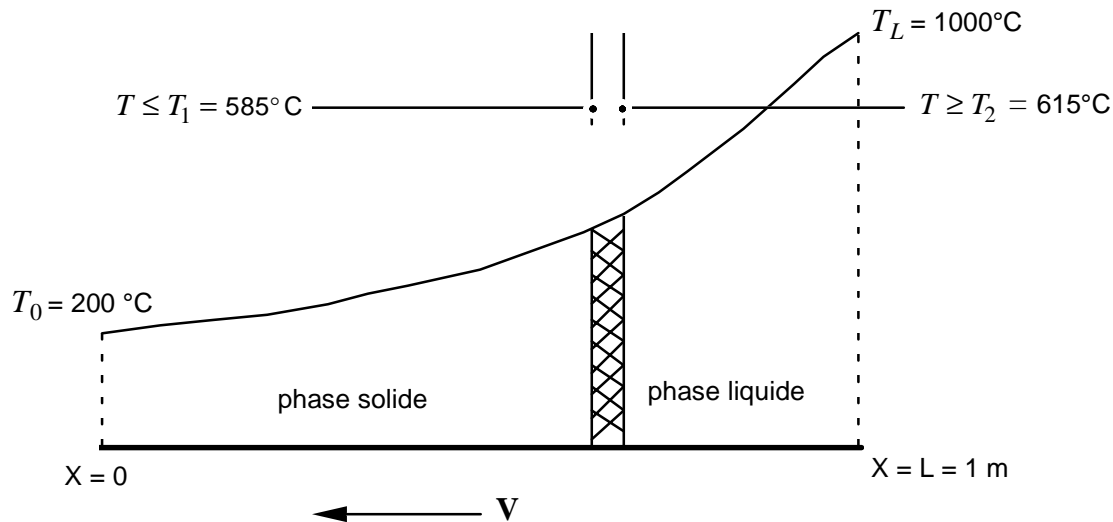
Il permet également de vérifier la prise en compte d'un changement de phase solide/liquide par le *Code_Aster*.

La solution de référence est analytique et les écarts avec les résultats obtenus par le *Code_Aster* sont inférieurs à 1%. Le problème est modélisé dans le cas plan.

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

Soit une barre se déplaçant, à la vitesse V , au droit de conditions de températures imposées en $X = 0$ et $X = L$ exprimées dans un référentiel fixe (par rapport à la barre se déplaçant).



1.2 Propriétés des matériaux

- la conductivité thermique est constante : $K = 150 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- la fonction enthalpie est telle que :

$$\beta(T) = \begin{cases} C_s T & ; T \leq T_1 \\ C_s T_1 + C_{sl} (T - T_1) & ; T_1 \leq T \leq T_2 \\ C_s T_1 + C_{sl} (T_2 - T_1) + C_l (T - T_2) & ; T \geq T_2 \end{cases}$$

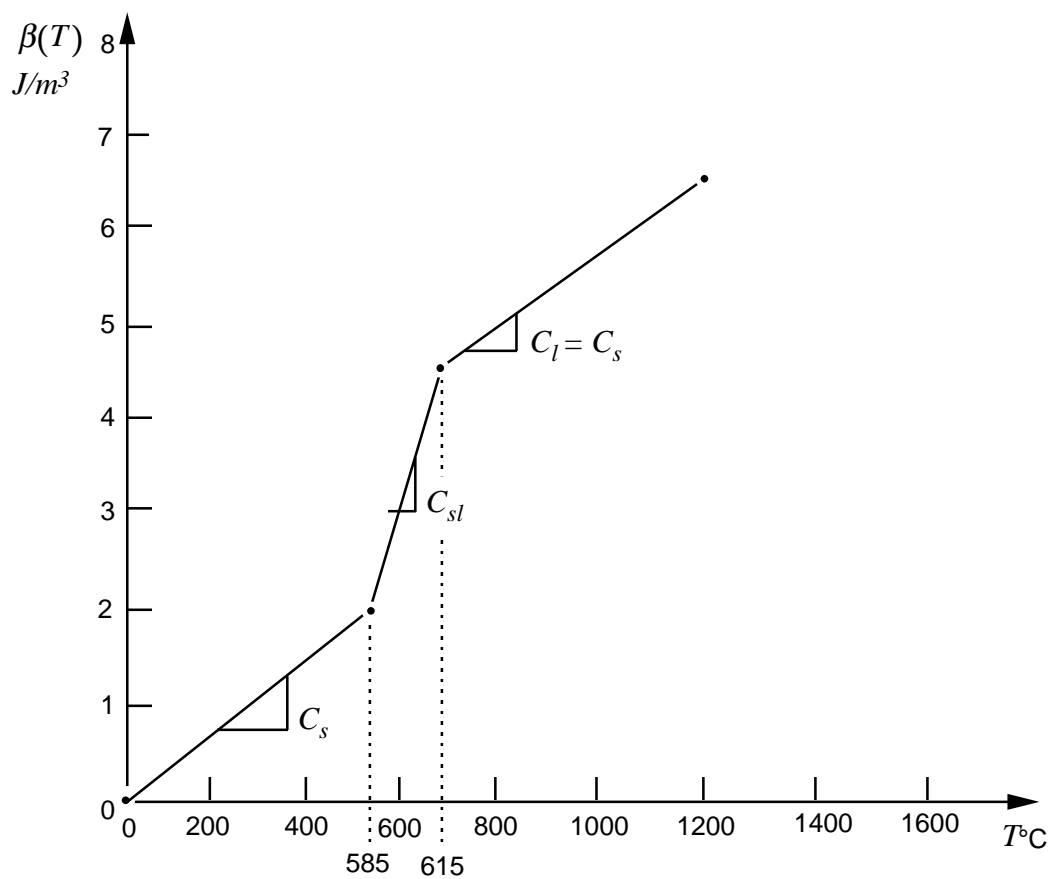
avec les valeurs suivantes :

$$C_s = C_l = \frac{1}{3} 10^7 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$C_{sl} = 8.333 10^7 \text{ J/m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_1 = 585^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 615^\circ\text{C}$$



1.3 Conditions aux limites et chargements

Températures imposées aux extrémités

$$T_0 = 200^{\circ}C \quad \text{pour} \quad x = 0$$

$$T_L = 1000^{\circ}C \quad \text{pour} \quad x = L = 1m$$

Vitesse de déplacement du solide : $V = 10^{-4} m/s$

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Le résultat de référence est du type semi-analytique. L'équation 1D à résoudre est la suivante :

$$\begin{cases} V\beta(T)_{,x} - K T_{,xx} = 0 \\ \text{avec } T_{(x=0)} = T_0 \text{ et } T_{(x=L)} = T_L \end{cases} \quad \text{éq 2.1-1}$$

en intégrant l'équation [éq 2.1-1] on obtient :

$$\frac{V}{K} \beta(T) - \frac{dT}{dx} = A \quad \text{éq 2.1-2}$$

où A est une constante dépendant des conditions aux limites, du rapport $\frac{V}{K}$ et de la fonction enthalpie $\beta(T)$.

Cette constante sera déterminée analytiquement.

L'équation [éq 2.1-2] conduit à :

$$x = \int_{T_0}^{T(x)} \frac{dT}{A + \frac{V}{K} \beta(T)} \quad \text{éq 2.1-3}$$

qui doit vérifier :

$$L = \int_{T_0}^{T_L} \frac{dT}{A + \frac{V}{K} \beta(T)} \quad \text{éq 2.1-4}$$

Connaissant T_0, T_L, L, V, t et $\beta(T)$, l'équation [éq 2.1-4] doit donner la valeur de la constante d'intégration A .

Cependant, il est difficile (voire impossible) de déterminer analytiquement cette constante, d'où le recours à une résolution numérique de l'équation [éq 2.1-4] pour déterminer A .

Avec les données du problème $(T_0, T_L, T_1, T_2, C_s = C_l, C_{sl} \dots)$, nous avons obtenu la solution (physique) de A qui prend la valeur $A = -294,9117$.

A partir de cette constante, la solution analytique du problème [éq 2.1-1] est analytique.

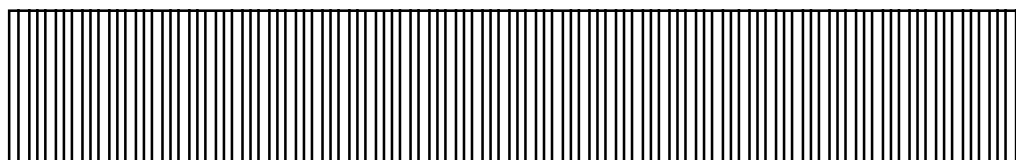
2.2 Résultats de référence

Abscisse	Température
0.6	387.98514
0.7	451.51001
0.725	469.72232
0.750	488.97505
0.775	509.32766
0.80	530.84296
0.825	553.58738
0.85	577.63114
0.9	683.71269
0.9125	719.51615
0.925	756.32221
0.9375	794.16795
0.95	833.07971
0.9625	873.08751
0.9750	914.22222
0.9875	956.51557

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 2D



3.2 Caractéristiques du maillage

80 QUAD8

3.3 Fonctionnalités testées

Commandes	Mot clé facteur	Mot clé simple	Argument	Clés
DEFI_MATERIAU	THER_NL	LAMBDA BETA		[U4.23.01]
THER_NON_LINE_MO	CONVERGENCE	CRIT_TEMP_RELA : CRIT_ENTH_RELA : ITER_GLOB_MAXI :	1.E-4 1.E-4 130	[U4.33.04]
	MODELE CHAM_MATER EXCIT	CHARGE		

4 Résultats de la modélisation A

4.1 Valeurs testées

Identification Température	Référence	Aster	% différence
N80 (X = 0.9875)	956.515	956.884	+0.039
N79 (X = 0.9750)	914.222	914.888	+0.073
N78 (X = 0.9625)	873.087	873.982	+0.103
N77 (X = 0.9500)	833.079	834.137	+0.127
N76 (X = 0.9375)	794.167	795.326	+0.146
N75 (X = 0.9250)	756.322	757.235	+0.159
N74 (X = 0.9125)	719.516	720.701	+0.165
N73 (X = 0.9000)	683.712	684.834	+0.164
N69 (X = 0.8500)	577.631	576.682	-0.164
N67 (X = 0.8250)	553.587	553.507	-0.014
N65 (X = 0.8000)	530.842	531.519	+0.128
N63 (X = 0.7750)	509.327	510.657	+0.261
N61 (X = 0.7500)	488.975	490.865	+0.387
N59 (X = 0.7250)	469.722	472.086	+0.503
N57 (X = 0.7000)	451.510	454.270	+0.611
N44 (X = 0.6000)	387.985	391.676	+0.951

4.2 Paramètres d'exécution

Version : 4.0.5

Machine : CRAY C90

Encombrement mémoire : 8 MW

Temps CPU User : 59 secondes

5 Synthèse des résultats

Les résultats sont très satisfaisants avec des écarts à la solution de référence inférieurs à 1%.