ZZZZ340 – Validation du mot-clé TEMP_CONTINUE pour AFFE_CHAR_THER

Résumé

Ce test valide le mot clé TEMP_CONTINUE du mot-clé facteur ECHANGE_PAROI des opérateurs AFFE_CHAR_THER et AFFE_CHAR_THER_F [U4.44.02]. Ce mot clé ne concerne que les modèles X-FEM, et conduit à annuler tous les degrés de liberté enrichis (« Heaviside » et « crack-tip ») correspondant à la présence des fissures données par l'utilisateur sous le mot-clé FISSURE. La mise à zéro de ces degrés de liberté revient à résoudre l'équation de la chaleur sur un domaine ne comportant pas ces fissures.

On valide cette fonctionnalité sur un problème simple de thermique linéaire stationnaire en dimension 2. On considère une plaque carrée à température imposée, comportant une fissure droite débouchante disposée dans la direction orthogonale au gradient de température. L'utilisation du mot-clé TEMP_CONTINUE permet de ne pas prendre en compte la discontinuité du champ de température à travers cette fissure et de se ramener à la résolution du problème « sain », ce dernier admettant une solution analytique.

On valide également dans ce test le calcul du gradient de la température aux points de Gauss des éléments X-FEM dans l'opérateur THER_LINEAIRE (champ TEMP_ELGA).

On ne considère qu'une seule modélisation :

- modélisation A : X-FEM 2D (fissure au milieu des éléments)

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La structure $2d$ est un carré unitaire : $LX=1\,m$ et $LY=1\,m$ (Figure 1.1-1).

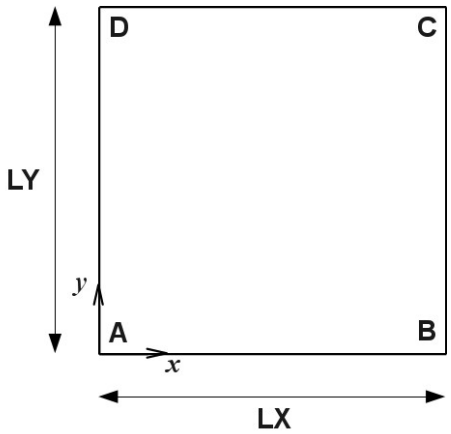


Figure 1.1-1: Géométrie de la plaque saine

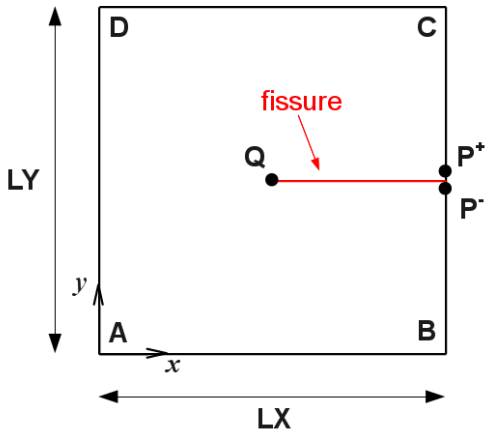


Figure 1.1-2: Géométrie de la plaque avec fissure fictive

Pour le besoin du cas-test, on considère également le même domaine en présence d'une fissure fictive, droite et débouchante à droite, située à mi-hauteur (Figure 1.1-2). On note P^+ la point de coordonnées $(LX\,,LY^+/2)$ (situé sur la lèvre supérieure), P^- la point de coordonnées $(LX\,,LY^-/2)$ (situé sur la lèvre inférieure), et Q le point de coordonnées $(LX/2,LY/2)$ (situé en pointe de fissure).

Remarque :

Cette fissure est qualifiée de fictive car elle ne constitue pas une partie de la frontière du domaine, et n'a donc aucune incidence sur la solution du problème de référence. Sa présence est uniquement due à la validation informatique de la fonctionnalité testée.

1.2 Propriétés du matériau

Conductivité thermique : $\lambda=1\,W.m^{-1}.K^{-1}$

Capacité calorifique volumique : $\rho\,C_p=2\,J.m-3.\mathrm{K}^{-1}$

1.3 Conditions aux limites et chargements

On impose une température $\bar{T}^{\inf}=10\,°C$ sur les nœuds du segment AB et $\bar{T}^{\sup}=20\,°C$ sur les nœuds du segment CD (voir Figure 1.1-1).

1.4 Conditions initiales

Néant (le problème est stationnaire)

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

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul

Il s'agit d'une solution analytique. Dans cette configuration le problème est unidimensionnel et l'équation de la chaleur se réduit à l'équation différentielle suivante :

$\frac{d^2T}{dy^2}=0$ avec les conditions $T(y=0)=\bar{T}^{\inf}$ et $T(y=LY)=\bar{T}^{\sup}$

Cette équation admet la solution suivante :

$$T(y)=(\bar{T}^{\sup}-\bar{T}^{\inf})\frac{y}{LY}+\bar{T}^{\inf}$$

2.2 Grandeurs et résultats de référence

On teste la température aux points P^+, P^- et Q (voir Figure 1.1-2) :

$T(\frac{LY}{2})=\frac{(\bar{T}^{\sup}+\bar{T}^{\inf})}{2}$, application numérique : $T(\frac{LY}{2})=15\,°C$

On teste également les deux composantes (constantes en espace) du gradient de température :

$\partial_x T=0$, application numérique : $\partial_x T=0\,°C.m^{-1}$

$\partial_y T=\frac{(\bar{T}^{\sup}-\bar{T}^{\inf})}{LY}$, application numérique : $\partial_y T=10\,°C.m^{-1}$

Identification	Type de référence	Valeur de référence
Points P^+, P^- et Q - $TEMP$	'ANALYTIQUE'	$15\,°C$
En tout point, DTX	'ANALYTIQUE'	$0\,°C.m^{-1}$
En tout point, DTY	'ANALYTIQUE'	$10\,°C.m^{-1}$

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

3 Modélisation A : fissure non-maillée en dimension 2

La fissure n'étant pas maillée, la condition d'échange entre les lèvres de la fissure est appliquée à l'aide du mot-clé FISSURE du mot-clé facteur ECHANGE_PAROI de l'opérateur AFFE_CHAR_THER [U4.44.02].

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation PLAN du phénomène THERMIQUE. La méthode des éléments finis étendue (X-FEM) est utilisée.

3.2 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de 101×101 QUAD4, respectivement suivant les axes x , y . La fissure n'est pas maillée.

3.3 Grandeurs testées et résultats

Les grandeurs ci-dessous sont d'abord testées dans le cas où le chargement permettant d'imposer la continuité du champ température (mot-clé TEMP_CONTINUE) résulte de l'opérateur AFFE_CHAR_THER, elles sont ensuite testées lorsqu'il résulte l'opérateur AFFE_CHAR_THER_F.

On teste la température aux points P^+ , P^- et Q (voir Figure 1.1-2). Pour cela on teste le champ de température après appel aux opérateurs POST_MAIL_XFEM et POST_CHAM_XFEM.

On teste ensuite les deux composantes du gradient de la température stockées dans le champ TEMP_ELGA dans le résultat produit par l'opérateur THER_LINEAIRE. Ces composantes sont testées :

- en un point de Gauss d'un élément de type « Heaviside »
- en un point de Gauss d'un élément de type « crack-tip »
- en un point de Gauss d'un élément de type « Heaviside/crack-tip »

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Points P^+ , P^- et Q - $TEMP$	'ANALYTIQUE'	15	0.1%
En 3 points de Gauss DTX	'ANALYTIQUE'	0	1.E-9
En 3 points de Gauss DTY	'ANALYTIQUE'	10	0.1%

4 Synthèses des résultats

Les objectifs de ce test sont atteints :

- valider pour les modèles X-FEM le mot clé TEMP_CONTINUE du mot-clé facteur ECHANGE_PAROI des opérateurs AFFE_CHAR_THER et AFFE_CHAR_THER_F.
- valider le calcul du gradient de la température aux points de Gauss des éléments X-FEM dans l'opérateur THER_LINEAIRE

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