

## TTLP101 - Plaque fissurée à températures imposées avec condition d'échange à travers les lèvres de la fissure

---

### Résumé

Ce test met en jeu une plaque carrée avec une fissure droite débouchante, soumise à un gradient de température. Un échange thermique a lieu entre les lèvres de la fissure (mot-clé facteur ECHANGE\_PAROI des opérateurs AFFE\_CHAR\_THER et AFFE\_CHAR\_THER\_F [U4.44.02]).

Trois modélisations sont considérés :

- modélisation *A* : FEM 2D (fissure maillée)
- modélisation *B* : X-FEM 2D , fissure au milieu des éléments
- modélisation *C* : X-FEM 3D , fissure au milieu des éléments

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

La structure 2d est un carré unitaire ( $LX=1\text{ m}$ ,  $LY=1\text{ m}$ ), comportant une fissure droite débouchante à droite, située à mi-hauteur. (Figure 1.1-a). On appelle la ligne de gauche la ligne en  $x=0$ , la ligne de droite la ligne en  $x=LX$  et la ligne inférieure la ligne en  $y=0$ .

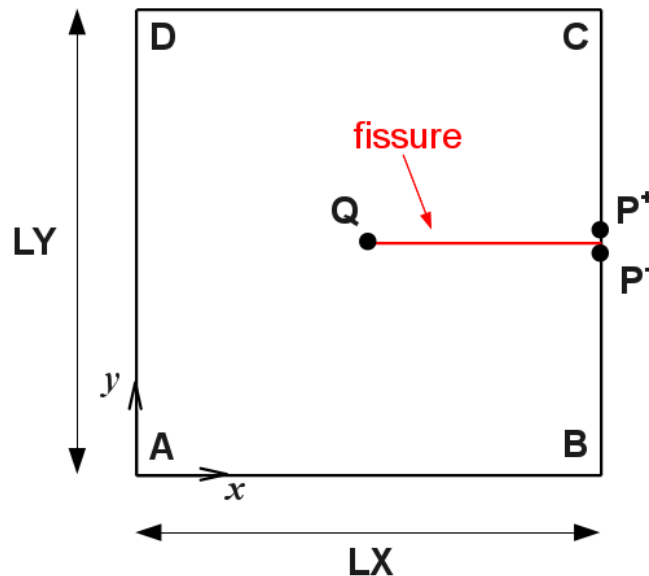


Figure 1.1-a: Géométrie de la plaque carrée fissurée

On note  $P^+$  le point de coordonnées  $(LX, LY^+/2)$  (situé sur la lèvres supérieure),  $P^-$  le point de coordonnées  $(LX, LY^-/2)$  (situé sur la lèvres inférieure), et  $Q$  le point de coordonnées  $(LX/2, LY/2)$  (situé en pointe de fissure).

### 1.2 Propriétés du matériau

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

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

Coefficient d'échange entre les lèvres de la fissure  $h = 2\text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

### 1.3 Conditions aux limites et chargements

On résout le problème sur l'intervalle de temps  $[0.s, 1.s]$  discrétisé en 5 pas de temps égaux (de durée  $\Delta t = 0.2\text{ s}$ ). On prend la valeur par défaut dans THER\_LINEAIRE du paramètre du thêta-schéma :  $\theta = 0.57$ .

Sur les nœuds du segment  $AB$  (voir Figure 1.1-a), on impose la rampe de température suivante :

$$\text{à } t = 0.s, \bar{T}^{AB} = 10^\circ\text{C} ; \quad \text{à } t = 1.s, \bar{T}^{AB} = 20^\circ\text{C}$$

Sur les nœuds du segment  $CD$  (voir Figure 1.1-a), on impose la rampe de température suivante :

$$\text{à } t = 0.s, \bar{T}^{CD} = 20^\circ\text{C} ; \quad \text{à } t = 1.s, \bar{T}^{CD} = 40^\circ\text{C}$$

Enfin, sur les lèvres de la fissure, on impose une condition de Neumann de type condition d'échange.

## 1.4 Conditions initiales

L'état initial est déterminé en résolvant le problème stationnaire à  $t=0$ .s (avec les conditions aux limites données au paragraphe 1.3)

## 2 Solution de référence

---

### 2.1 Méthode de calcul

La solution de référence est obtenue en raffinant le maillage de la modélisation A (éléments classique avec fissure maillée) : maillage régulier composé de  $500 \times 500$  QUAD4 (au lieu de  $100 \times 100$  QUAD4 pour le maillage A)

### 2.2 Grandeurs et résultats de référence

On teste la température à la fin du dernier pas de temps ( $t = 1.s$ ) aux points  $P^+$ ,  $P^-$  et  $Q$  (voir Figure 1.1-a).

Identification	Type de référence	Valeur de référence
Point $P^+$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	29,156091860463 °C
Point $P^-$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	23,393394671258 °C
Point $Q$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	26,25259365185 °C

## 3 Modélisation A

Dans cette modélisation, on considère la structure en 2D. La méthode des éléments finis classique est utilisée. La fissure étant maillée, la condition d'échange entre les lèvres de la fissure est appliquée à l'aide des mot-clés GROUP\_MA1/GROUP\_MA2 du mot-clé facteur ECHANGE\_PAROI des opérateurs AFFE\_CHAR\_THER et AFFE\_CHAR\_THER [U4.44.02]. Cette modélisation sert de référence pour la suite.

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation PLAN du phénomène THERMIQUE.

### 3.2 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de  $100 \times 100$  QUAD8, respectivement suivant les axes  $x$  et  $y$ . La fissure est maillée.

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la température à la fin du dernier pas de temps ( $t=1.s$ ) aux points  $P^+$ ,  $P^-$  et  $Q$  (voir Figure 1.1-a).

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Point $P^+$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	29,156091860463	0.1%
Point $P^-$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	23,393394671258	0.1%
Point $Q$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	26,25259365185	0.5%

## 4 Modélisation B : fissure non-maillée en dimension 2

Dans cette modélisation, on considère la structure en 2D. La méthode des éléments finis étendue (X-FEM) est utilisée. 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].

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation PLAN du phénomène THERMIQUE.

### 4.2 Caractéristiques du maillage

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

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la température à la fin du dernier pas de temps ( $t=1.s$ ) aux points  $P^+$ ,  $P^-$  et  $Q$  (voir Figure 1.1-a). Pour cela on teste le champ de température après appel aux opérateurs POST\_MAIL\_XFEM et POST\_CHAM\_XFEM.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Point $P^+$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	29,156091860463	0.1%
Point $P^-$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	23,393394671258	0.1%
Point $Q$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	26,25259365185	0.5%

## 5 Modélisation C : fissure non-maillée en 3D

Dans cette modélisation, on considère la structure en 3D. La méthode des éléments finis étendue (X-FEM) est utilisée. 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\_F [U4.44.02].

### 5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise la modélisation 3D du phénomène THERMIQUE.

### 5.2 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de  $11 \times 11 \times 1$  HEXA8, respectivement suivant les axes  $x$ ,  $y$  et  $z$ . La fissure n'est pas maillée.

### 5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la température à la fin du dernier pas de temps ( $t=1.s$ ) aux points  $P^+$ ,  $P^-$  et  $Q$  (voir Figure 1.1-a). Pour cela on teste le champ de température après appel aux opérateurs POST\_MAIL\_XFEM et POST\_CHAM\_XFEM.

Identification	Type de référence	Valeur de référence	Tolérance
Point $P^+$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	29,156091860463	0.1%
Point $P^-$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	23,393394671258	0.1%
Point $Q$ - TEMP	'AUTRE_ASTER'	26,25259365185	0.5%

Fascicule v4.23 : Thermique transitoire des systèmes plans

## 6 Synthèses des résultats

---

L'objectif de ce test est atteint : valider sur un cas simple la condition d'échange thermique entre les lèvres d'une fissure prise en compte avec la méthode X-FEM .