SSNV203 – Application d'une pression sur les lèvres d'une fissure avec X-FEM

Résumé

Ce test a pour but de valider l'imposition de conditions de Neumann (conditions de flux) sur des lèvres d'une fissure par la méthode X-FEM [bib1] sur un cas académique 2D / 3D. En fait, on considère seulement le cas d'une interface, le cas d'une fissure est considéré dans les cas tests `ssnv185a` et `ssnv185c`.

Ce test met en jeu une structure 2D puis 3D comportant une interface plane. Des conditions aux limites en pression sont appliquées sur cette interface.

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 ($LX=1\,m$, $LY=1\,m$), coupé en deux par une interface droite située à mi-hauteur. [Figure 1.1-a à gauche]. La structure 3D est une cube unitaire ($LX=1\,m$, $LY=1\,m$ et $LZ=1\,m$), coupé en deux par une interface droite située dans le plan $z=LZ/2$ [Figure 1.1-a à droite].

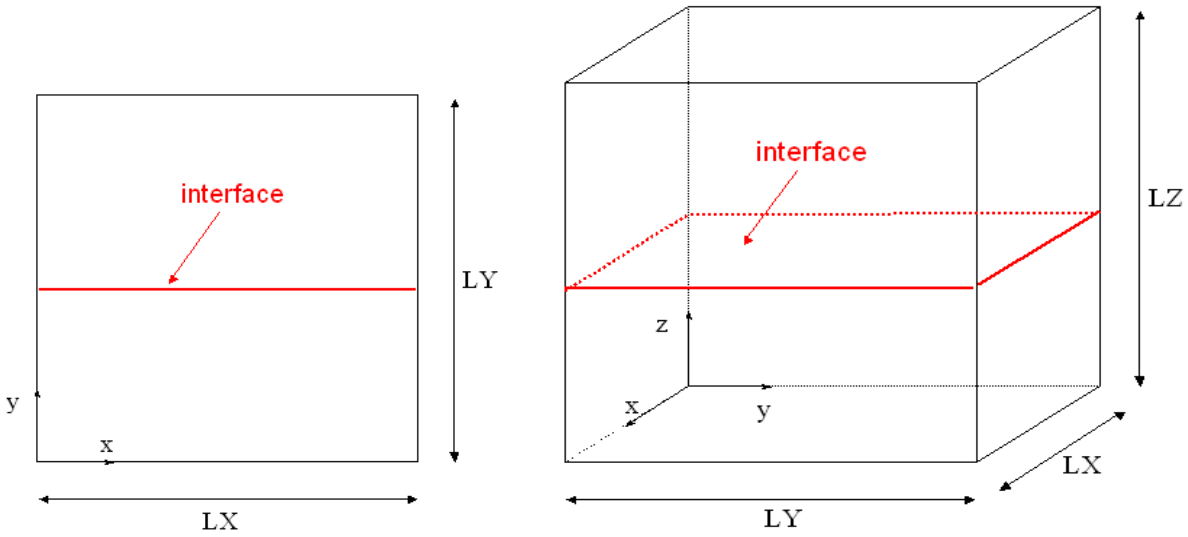


Figure 1.1-a : géométries du carré (à gauche), du cube (à droite)

1.2 Propriétés du matériau

Module d'Young : $E=10000\ MPa$
Coefficient de Poisson : $\nu=0$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Un chargement en pression constante $p=10000\,Pa$ est appliqué sur l'interface (des deux cotés de l'interface).
Les déplacements des nœuds des faces supérieure et inférieure sont bloqués suivant toutes les directions.

1.4 Solutions analytiques

Pour le chargement à pression constante, tout se passe comme si on avait deux plaques de part et d'autre de l'interface en compression uniforme. La solution est donc analytique.

Le déplacement juste au dessus de la level set vaut $\nu^{+}=+\frac{p}{E}\frac{LY}{2}$ en 2D et $\nu^{+}=+\frac{p}{E}\frac{LZ}{2}$ en 3D.

Le déplacement juste en dessous de la level set vaut $\nu^{-}=-\frac{p}{E}\frac{LY}{2}$ en 2D et $\nu^{+}=-\frac{p}{E}\frac{LZ}{2}$ en 3D.

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

2 Modélisation A : en dimension 2

Dans cette modélisation, on considère la structure en 2d.

2.1 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de 5×5 QUAD4, respectivement suivant les axes x, y [Figure 2.1-2.1-a]. L'interface passe au milieu des éléments.

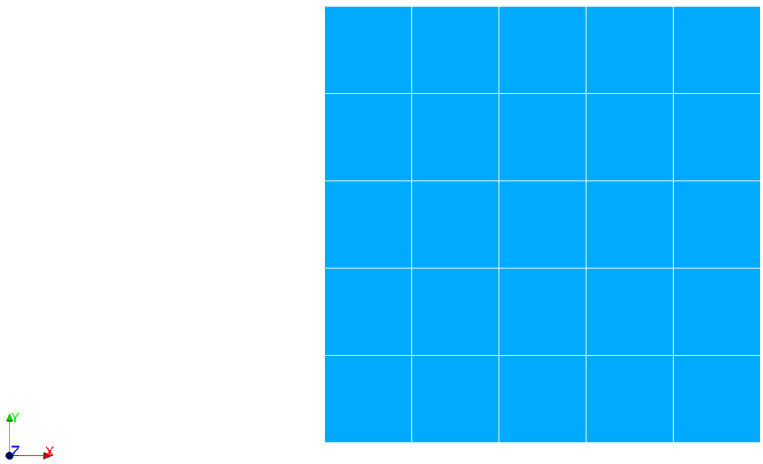


Figure 2.1-2.1-a : maillage 2d

2.2 Fonctionnalités testées

On teste l'application de conditions de Neumann via les commandes AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_MECA_F sur une interface non maillée avec X-FEM.

Cette imposition se fait en utilisant le mot-clé FISSURE de l'opérande PRES_REP, car l'interface n'est pas un groupe de mailles de bord.

On teste l'application d'une pression constante à l'aide d'un réel puis à l'aide d'une fonction de l'espace tel que $p = y \times 20000\, Pa$ (la fissure est en $y = 0.5$ ce qui revient à appliquer une charge constante).

2.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs du déplacement après convergence des itérations de l'opérateur STAT_NON_LINE.

Identification	Référence
DX pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00
DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	-5,00E-7
DX pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	0.00
DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	5,00E-7

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

Pour tester tous les nœuds en une seule fois, on teste le minimum et le maximum de la colonne.

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

3 Modélisation B : en dimension 3

Dans cette modélisation, on considère la structure en 3d.

3.1 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de $2\times5\times5$ HEXA8, respectivement suivant les axes x, y, z [Figure 3.1-3.1-a]. L'interface passe au milieu des éléments.

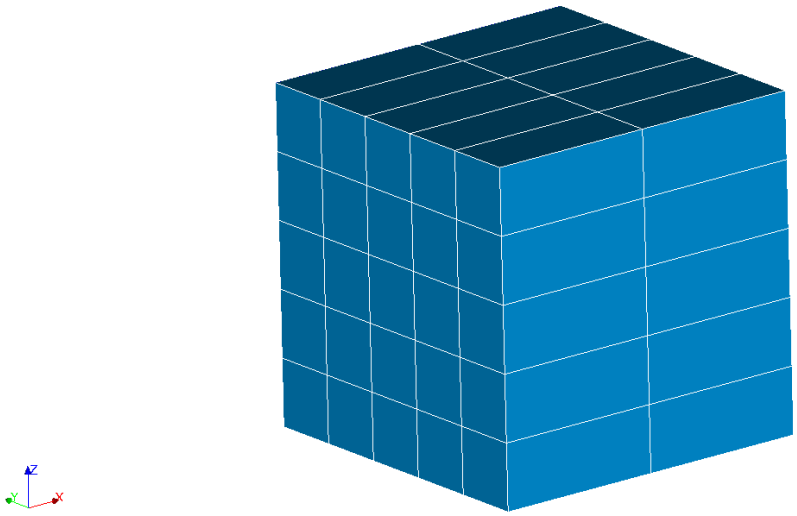


Figure 3.1-3.1-a : maillage 3d

3.2 Fonctionnalités testées

On teste l'application de conditions de Neumann via les commandes AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_MECA_F sur une interface non maillée avec X-FEM.

Cette imposition se fait en utilisant le mot-clé FISSURE de l'opérande PRES_REP, car l'interface n'est pas un groupe de mailles de bord.

On teste l'application d'une pression constante à l'aide d'un réel puis à l'aide d'une fonction de l'espace tel que $p=y\times20000\,Pa$ (la fissure est en $y=0.5$ ce qui revient à appliquer une charge constante).

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs du déplacement après convergence des itérations de l'opérateur STAT_NON_LINE.

Identification	Référence
DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	-5,00E-7
DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	5,00E-7

Pour tester tous les nœuds en une seule fois, on teste le minimum et le maximum de la colonne.

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

4 Modélisation C : en dimension 2

Dans cette modélisation, on considère la structure en 2d maillée avec des éléments quadratiques.

4.1 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de 5×5 QUAD8, respectivement suivant les axes x , y [Figure 2.1-2.1-a]. L'interface passe au milieu des éléments.

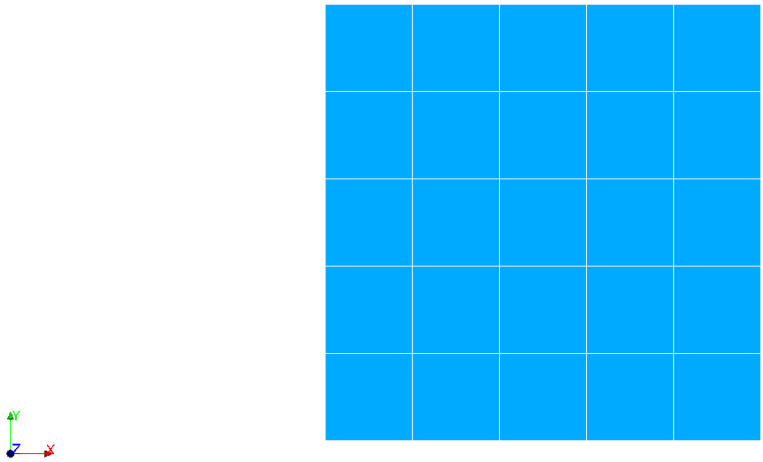


Figure 2.1-4.1-a : maillage 2d

4.2 Fonctionnalités testées

On teste l'application de conditions de Neumann via les commandes AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_MECA_F sur une interface non maillée avec X-FEM.

Cette imposition se fait en utilisant le mot-clé FISSURE de l'opérande PRES_REP, car l'interface n'est pas un groupe de mailles de bord.

On teste l'application d'une pression constante à l'aide d'un réel puis à l'aide d'une fonction de l'espace tel que $p=y\times20000\,Pa$ (la fissure est en $y=0.5$ ce qui revient à appliquer une charge constante).

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs du déplacement après convergence des itérations de l'opérateur STAT_NON_LINE.

Identification	Référence
DX pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00
DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	-5,00E-7
DX pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	0.00
DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	5,00E-7

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

Pour tester tous les nœuds en une seule fois, on teste le minimum et le maximum de la colonne.

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

5 Modélisation D : en dimension 3

Dans cette modélisation, on considère la structure en 3d maillée avec des éléments quadratiques.

5.1 Caractéristiques du maillage

La structure est modélisée par un maillage régulier composé de $2\times5\times5$ HEXA20, respectivement suivant les axes x, y, z [Figure 3.1-3.1-a]. L'interface passe au milieu des éléments.

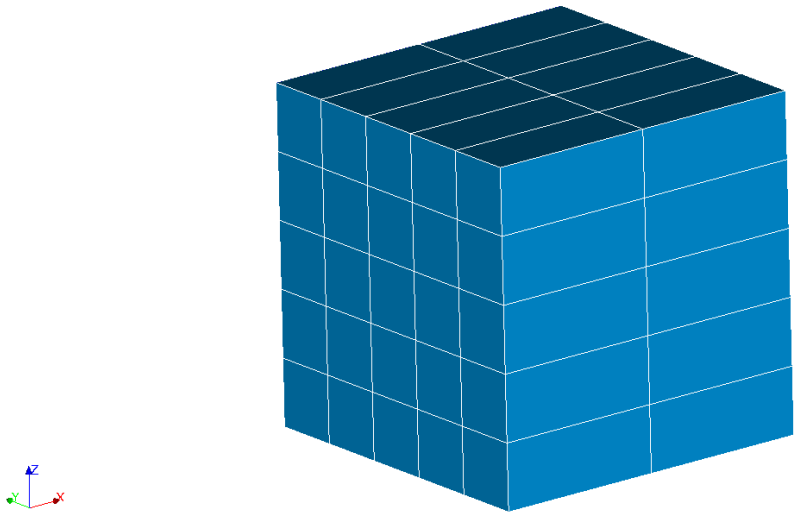


Figure 3.1-5.1-a : maillage 3d

5.2 Fonctionnalités testées

On teste l'application de conditions de Neumann via les commandes AFFE_CHAR_MECA et AFFE_CHAR_MECA_F sur une interface non maillée avec X-FEM.

Cette imposition se fait en utilisant le mot-clé FISSURE de l'opérande PRES_REP, car l'interface n'est pas un groupe de mailles de bord.

On teste l'application d'une pression constante à l'aide d'un réel puis à l'aide d'une fonction de l'espace tel que $p=y\times20000\,Pa$ (la fissure est en $y=0.5$ ce qui revient à appliquer une charge constante).

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs du déplacement après convergence des itérations de l'opérateur STAT_NON_LINE.

Identification	Référence
DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	-5,00E-7
DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	5,00E-7

Pour tester tous les nœuds en une seule fois, on teste le minimum et le maximum de la colonne.

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

6 Conclusion

Ce test valide l'imposition d'une pression sur les lèvres d'une fissure dans le cadre X-FEM. La pression peut être constante ou fonction de l'espace et du temps et la structure peut être maillée avec des éléments linéaires ou quadratiques.

Ce test ne valide pas la prise en compte du terme spécifique de pression pour le post-traitement en mécanique de la rupture (calcul du taux de restitution d'énergie). Un cas test permet de valider cette fonctionnalité (ssnv185c).

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