SSNV201 – Bloc avec interface en contact glissière avec X-FEM

Résumé

Ce cas-test a pour but de tester et valider les fonctionnalités de l'option GLISSIERE pour le contact avec X-FEM. Il s'agit principalement de prouver que pour une interface générée par X-FEM, sur laquelle on active le contact avec option GLISSIERE, on n'a pas de décollement des surfaces en contact, elles peuvent seulement glisser l'une par rapport à l'autre.

Ce test met en jeu un bloc parallélépipédique traversé par une interface modélisée avec X-FEM. Le bloc est soumis à des déplacements imposés, ce qui aurait pour conséquence la séparation de la structure lorsque l'option GLISSIERE n'est pas activée et le glissement des deux parties de bloc, sans décollement, lorsque cette option est activée. Numériquement, l'activation de cette option se fait après que le contact est établi, soit contact initial imposé par l'utilisateur (CONTACT_INIT='OUI'), soit contact naturel, résultant de l' évolution cinématique de la structure.

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

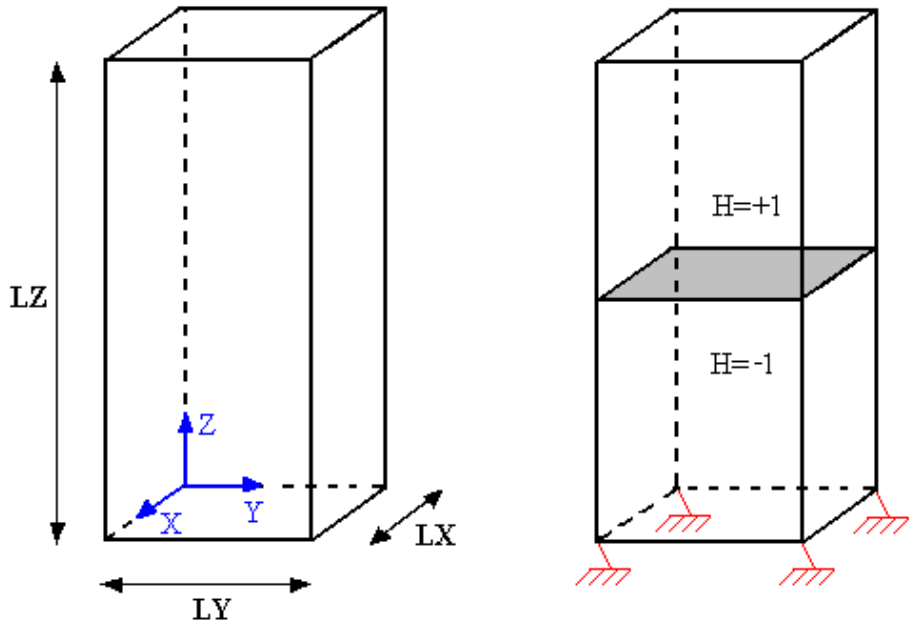
1 Problème de référence

1.1 Géométrie

La structure est un parallélépipède droit à base rectangulaire et sain. Les dimensions du barreau (voir [Figure 1.1-1]) sont : $LX=2\,m$, $LY=4\,m$ et $LZ=10\,m$.

L'interface (Figure 1.1-2) est introduite par des fonctions de niveau (level set normale notée LN directement dans le fichier de commande à l'aide de l'opérateur DEFI_FISS_XFEM [U4.82.08]. L'interface est définie comme une fissure horizontale, au milieu du bloc suivant la direction OZ donnée par la fonction de niveau suivante:

$$\mathrm{LN}=Z-LZ/2 \qquad \textbf{éq 1-1}$$



1) **2)**

Figure 1.1 Géométrie du bloc et positionnement de la fissure

Aucune level set tangentielle n'est nécessaire puisqu'on utilise le mot clé TYPE_DISCONTINUITE='INTERFACE', ce qui permet d'avoir la structure totalement coupée en deux parties.

1.2 Propriétés du matériau

Module d'Young : $E=100\,MPa$

Coefficient de Poisson : $\nu=0.0$

Masse volumique: $\rho=7800\,kg/m^3$

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

1.3 Conditions aux limites et chargement

Les nœuds de la surface inférieure du bloc sont encastrés (voir Figures 1.1-1) en appliquant au groupe de nœuds de la surface un chargement en déplacements imposés:

$ENCASTR:\ DX=0\ ,\ DY=0\ \text{ et }\ DZ=0\ .$

Deux autres chargements en déplacements imposés, sont appliqués au groupe de nœuds de la surface supérieure du bloc :

$CHZ:\ DZ=DEPZ\ \text{ et }\ DX=0\ ;$
$CHY:\ DY=DEPY\ .$

Les valeurs des déplacements imposés sont : $DEPY=DEPZ=1.10^{-3}m$. Les chargements sont appliqués en trois étapes en utilisant les fonctions présentés sur la [Figure 1.3-1].

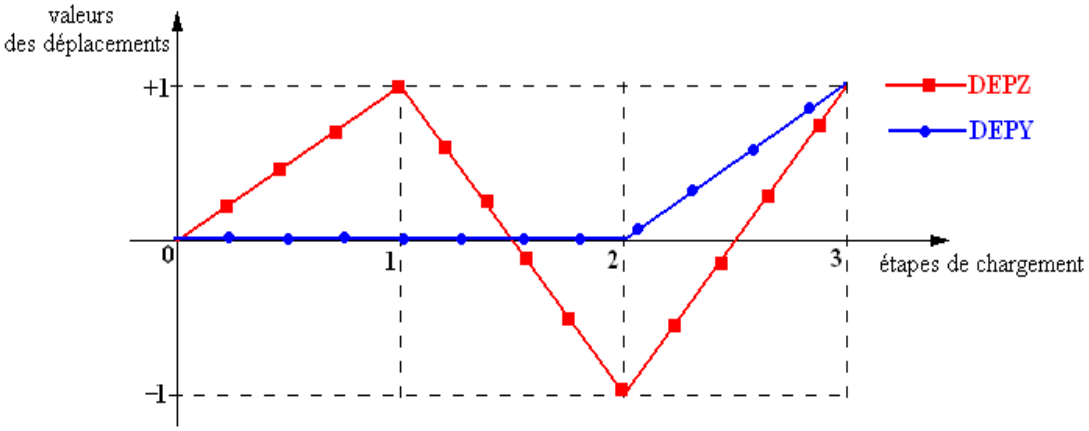


Figure 1.3-1: Variations des chargements en déplacements imposés

En imposant cette cinématique de déplacements à la partie supérieure du bloc, on souhaite montrer l'agissement de l'option GLISSIERE. A l'état initial, le contact n'est pas affecté sur les lèvres de la fissure (CONTACT_INI='NON') et donc les deux parties du bloc vont se séparer suite à la première étape de chargement ($DZ=DEPZ$). Elles viennent se recoller dans la deuxième étape lorsqu'on les rapproche ($DZ=-DEPZ$). Une fois rentrées en contact, l'option GLISSIERE s'active et empêche le décollement suivant la direction normale (OZ) durant la troisième étape, malgré le déplacement imposé ($DZ=DEPZ$), le glissement tangentiel au niveau de l'interface reste possible ($DY=DEPY$).

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

2 Solution de référence

2.1 Grandeurs et résultats de référence

La solution d'un tel problème est bien sûr évidente.

Étape 1:

Les deux parties de la structure se détachent : la partie inférieure a un déplacement nul et la partie supérieure a un mouvement d'ensemble égal au déplacement imposé au sommet de la structure.

Étape 2:

Il n'y a aucun déplacement horizontal. Verticalement, les deux parties de la structure sont liées et se comportent comme un seul bloc en compression. Le déplacement à l'interface est égal à la moité du déplacement au sommet de la structure et le saut de déplacement est nul.

Étape 3:

Horizontalement, la partie inférieure a un déplacement nul et la partie supérieure a un mouvement d'ensemble égal au déplacement imposé au sommet de la structure. Verticalement, les deux parties de la structure sont liées et se comportent comme un seul bloc en traction. Le déplacement à l'interface est égal à la moité du déplacement au sommet de la structure et le saut de déplacement vertical est nul.

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

3 Modélisation A

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On considère une modélisation 3D X-FEM avec prise en compte du contact. L'interface est introduite dans le maillage sain par l'opérateur DEFI_FISS_XFEM.

3.2 Caractéristiques du maillage

On discrétise la structure à l'aide des éléments finis HEXA8. Suivant les trois directions du système de référence choisi, on a $2\times4\times9$ éléments donc un total de 72 éléments finis (voir [Figure 3.2-1])
L'interface sera introduite au milieu du cinquième étage d'éléments suivant la direction OZ.

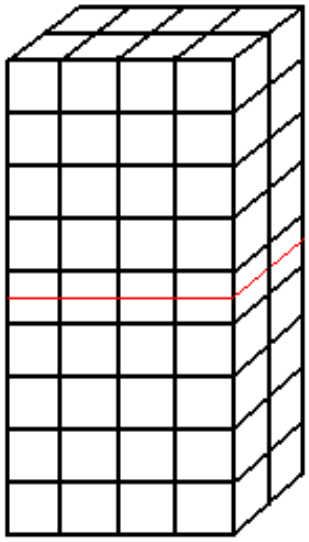


Figure 3.2-1: Maillage de la modélisation A

3.3 Grandeurs testées et résultats

L'opérateur POST_MAIL_XFEM permet de mailler les fissures représentées par la méthode X-FEM. L'opérateur POST_CHAM_XFEM permet ensuite d'exporter les résultats X-FEM sur ce nouveau maillage. Ces deux opérateurs ne sont à utiliser que de façon postérieure au calcul à des vues de post-traitement. Ils permettent de générer des nœuds juste en dessous et au dessus de l'interface et d'exhiber leurs déplacements.

On teste donc les valeurs du déplacement juste en dessous et au dessus de l'interface après convergence des itérations de l'opérateur STAT_NON_LINE. On obtient le tableau suivant :

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

Pas	Identification	Référence	Tolérance
1	DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-16
1	DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	0.00	1.0E-16
1	DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-16
1	DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	1.0E-03	1.0E-09%
2	DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-16
2	DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	0.00	1.0E-16
2	DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	-5.0E-4	1.0E-09%
2	DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	-5.0E-4	1.0E-09%
3	DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-16
3	DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	1.0E-03	1.0E-09%
3	DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	5.0E-4	1.0E-09%
3	DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	5.0E-4	1.0E-09%

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 B

4.1 Caractéristiques de la modélisation

Il s'agit de la même modélisation que la modélisation A, mais en grands glissements.

4.2 Caractéristiques du maillage

Il s'agit du même maillage que celui de la modélisation A (voir [Figure 3.2-1])

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste donc les valeurs du déplacement juste en dessous et au dessus de l'interface après convergence des itérations de l'opérateur STAT_NON_LINE. On obtient le tableau suivant :

Pas	Identification	Référence	Tolérance
1	DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-16
1	DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	0.00	1.0E-16
1	DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-16
1	DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	1.0E-03	1.0E-09%
2	DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-15
2	DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	0.00	1.0E-15
2	DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	-5.0E-4	1.0E-09%
2	DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	-5.0E-4	1.0E-09%
3	DY pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	0.00	1.0E-6
3	DY pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	1.0E-03	1.0E-01%
3	DZ pour tous les nœuds juste en dessous de l'interface	5.0E-4	1.0E-01%
3	DZ pour tous les nœuds juste au dessus de l'interface	5.0E-4	1.0E-01%

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 Synthèse des résultats

On remarque que l'activation de l'option GLISSIERE a eu l'effet prévu, une fois le contact établi à l'étape 2, c'est-à-dire l'absence de décollement suivant la direction OZ à l'étape 3, malgré l'imposition d'un déplacement suivant cette direction, avec une structure en traction. La discontinuité suivant OZ, au niveau de l'interface, est nulle à la fin des étapes 2 et 3 et la partie supérieure du bloc glisse suivant la direction OY avec la valeur imposée.

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