ZZZZ309 - Validation des options topologiques ZONE_MAJ et TORE dans DEFI_GROUP

Résumé :

Ce test informatique a pour but la validation des options topologiques ZONE_MAJ et TORE disponibles dans DEFI_GROUP pour un modèle contenant une ou plusieurs fissures X-FEM. Ces options permettent de définir des groupes de nœuds autour du fond de la fissure pour faciliter le post-traitement.

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

1 Problème de référence

1.1 Géométrie

On considère un cube de taille $10\times10\times10\,mm$ qui présente une fissure sur un de ses côtés (figure 1.1-a).

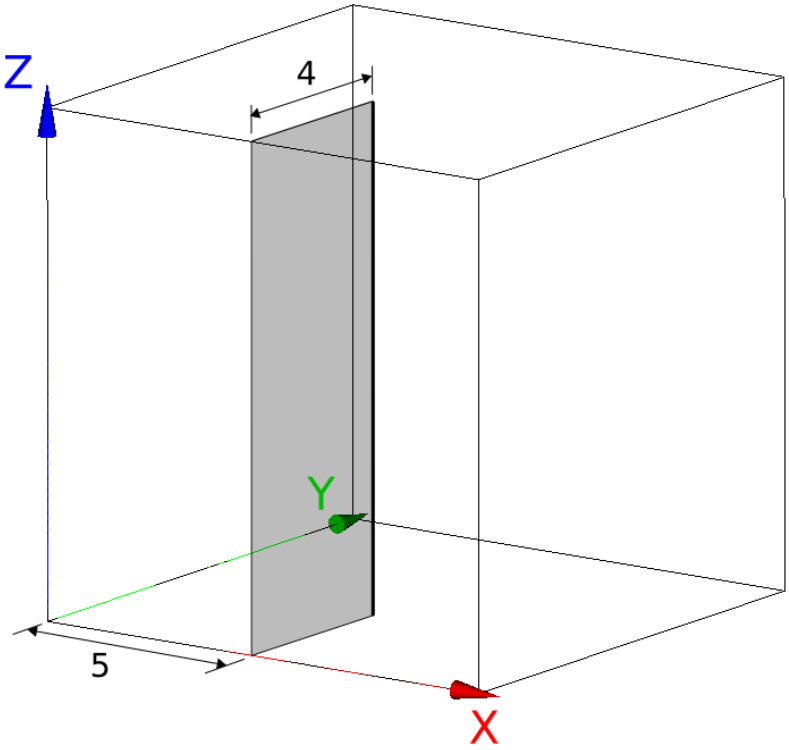


Figure 1.1-a: géométrie fissurée de la structure

1.2 Propriétés du matériau

On utilise un matériau avec les propriétés élastiques suivantes: $E=70000\ \ MPa$ et $\nu=0.34$.
Ces propriétés sont utilisées par PROPA_FISS pour le calcul du nombre de cycles de fatigue. Toutefois, on ne résout pas le modèle éléments finis et on n'a pas besoin de calculer le nombre de cycles, ce qui rend arbitraire le choix des propriétés du matériau.

1.3 Conditions aux limites et chargements

Aucune condition aux limites n'est définie parce qu'on ne résout pas le modèle éléments finis : on va calculer une propagation en mode I de la fissure existante à déplacement imposé et constant au long du fond. La fissure reste plane pendant la propagation.

On impose une avancée égale à $\Delta a=1\,mm$. Le fond de la fissure propage en restant toujours droit.

1.4 Conditions initiales

La fissure initiale est un demi-plan. Sa longueur est égale à $a_0=4\,mm$. Le fond de la fissure est droit.

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

2 Principe du test

On doit vérifier que les groupes de nœuds définis par les options ZONE_MAJ et TORE de DEFI_GROUP sont corrects (voir la documentation U4.22.01 pour la description de ces deux options). Pour réaliser cette vérification, on va construire le groupe attendu par les options géométriques disponibles dans DEFI_GROUP et on va comparer ses nœuds avec ceux contenus dans le groupe construit par l'option à vérifier.

En effet cela est possible parce que le fond de la fissure est droit et donc le lieu géométrique des nœuds du groupe créé est toujours un cylindre construit autour du fond dont on connait à priori le rayon. On peut donc utiliser CREA_GROUP_NO/OPTION='ENV_CYLINDRE' de DEFI_GROUP pour créer le groupe de nœuds contenus dans le cylindre.

Pour simplifier la détermination du rayon du cylindre, on utilise l'option RAYON_TORE dans PROPA_FISS (voir la documentation U4.82.11 pour la description de cette option), qui permet de spécifier le rayon de la zone de mise à jour. Dans le cas d'utilisation d'une grille auxiliaire et de vérification du groupe créé par ZONE_MAJ sur le maillage de la structure (voir modélisation D), le rayon du cylindre est indépendant de celui spécifié par l'option RAYON_TORE en étant coïncidant avec le rayon de projection entre grille auxiliaire et maillage de la structure. Dans ce cas sa valeur est égale à la somme de l'avancée imposée ($1\,mm$) et du rayon de convergence spécifié par RAYON dans PROPA_FISS (voir doc U4.82.11 pour la description de cette option).

Dans tout cas, la détermination du groupe de nœuds attendu doit être faite de la même manière que l'algorithme utilisé par PROPA_FISS (voir la documentation R7.02.13). On doit donc déterminer tout d'abord les nœuds contenus dans le cylindre. Puis sélectionner tous les éléments qui contiennent au moins un de ces nœuds dans leur définition. Le groupe de nœuds attendu est celui formé par les nœuds des éléments ainsi sélectionnés.

Afin de comparer entre elles les listes des nœuds contenus dans chaque groupe (groupe attendu et groupe construit par l'option à vérifier), on utilise des champs aux nœuds. Pour chaque groupe, on construit un champ aux nœuds en affectant la valeur 1.0 aux nœuds qui sont dans le groupe et la valeur 0.0 aux autres nœuds. Puis on calcule la différence nœud par nœud entre les deux champs et on obtient le champ aux nœuds différence. Si les deux groupes sont identiques, le champ différence ne contient que des zéros, ce qui peut être testé en vérifiant que les valeurs maximale et minimale du champ sont 0.0 .

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

3 Modélisation A: méthode géométrique

3.1 Caractéristiques de la modélisation

On n'utilise pas une grille auxiliaire. On va tester l'option ZONE_MAJ. Le rayon du cylindre ($4\,mm$) coïncide avec celui du tore imposé par RAYON_TORE dans PROPA_FISS.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé par 1000 éléments de type HEXA8. La longueur des arêtes des éléments du maillage est $1\,mm$.

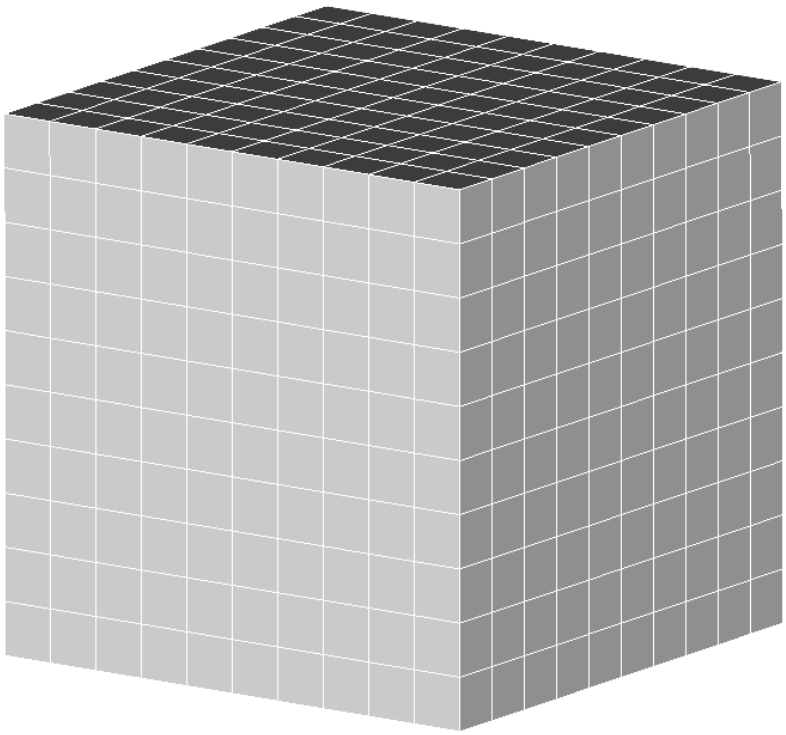


Figure 3.2-a: maillage du solide de figure 1.1-a

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste que les valeurs maximale et minimale du champ différence sont égales à zéro.
L'option ZONE_MAJ calcule donc correctement le groupe de nœuds où les level-sets de la fissure ont été mises à jour.

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

4 Modélisation B : méthode géométrique

4.1 Caractéristiques de la modélisation

On n'utilise pas une grille auxiliaire. On va tester l'option TORE. Le rayon du cylindre ($4\ mm$) coïncide avec celui du tore.

4.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui de la modélisation A.

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste que les valeurs maximale et minimale du champ différence sont égales à zéro.
L'option TORE calcule donc correctement le groupe de nœuds qui appartient au tore de rayon donné construit autour du fond de la fissure.

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

5 Modélisation C: méthode géométrique

5.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une grille auxiliaire. On va tester l'option ZONE_MAJ sur la grille auxiliaire. Le rayon du cylindre ($4\,mm$) définie sur la grille auxiliaire coïncide avec celui du tore imposé par RAYON_TORE dans PROPA_FISS.

5.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui utilisé pour la modélisation A. Ce maillage est utilisé aussi pour définir la grille auxiliaire.

5.3 Grandeurs testées et résultats

On teste que les valeurs maximale et minimale du champ différence sont égales à zéro.
L'option ZONE_MAJ calcule donc correctement le groupe de nœuds sur la grille auxiliaire où les level sets de la fissure ont été mises à jour.

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

6 Modélisation D : méthode géométrique

6.1 Caractéristiques de la modélisation

On utilise une grille auxiliaire. On va tester l'option ZONE_MAJ sur le maillage de la structure. Le rayon du cylindre ($2\,mm$) définie sur le maillage de la structure coïncide avec le rayon de projection des level-sets entre la grille et le maillage. Ce rayon est la somme de l'avancée imposée ($1\,mm$) et du rayon de convergence ($1\,mm$) imposé par RAYON dans PROPA_FISS.

6.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui utilisé pour la modélisation A. Ce maillage est utilisé aussi pour définir la grille auxiliaire.

6.3 Grandeurs testées et résultats

On teste que les valeurs maximale et minimale du champ différence sont égales à zéro.
L'option ZONE_MAJ calcule donc correctement le groupe de nœuds de la structure où les level-sets de la fissure ont été mises à jour par projection des valeurs de la grille auxiliaire.

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

7 Modélisation E: méthode SIMPLEXE

7.1 Caractéristiques de la modélisation

On n'utilise pas une grille auxiliaire. On va tester l'option ZONE_MAJ. Le rayon du cylindre ($4\,mm$) coïncide avec celui du tore imposé par RAYON_TORE dans PROPA_FISS.

7.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage est composé par 1000 éléments de type HEXA8. La longueur des arêtes des éléments du maillage est $1\,mm$.

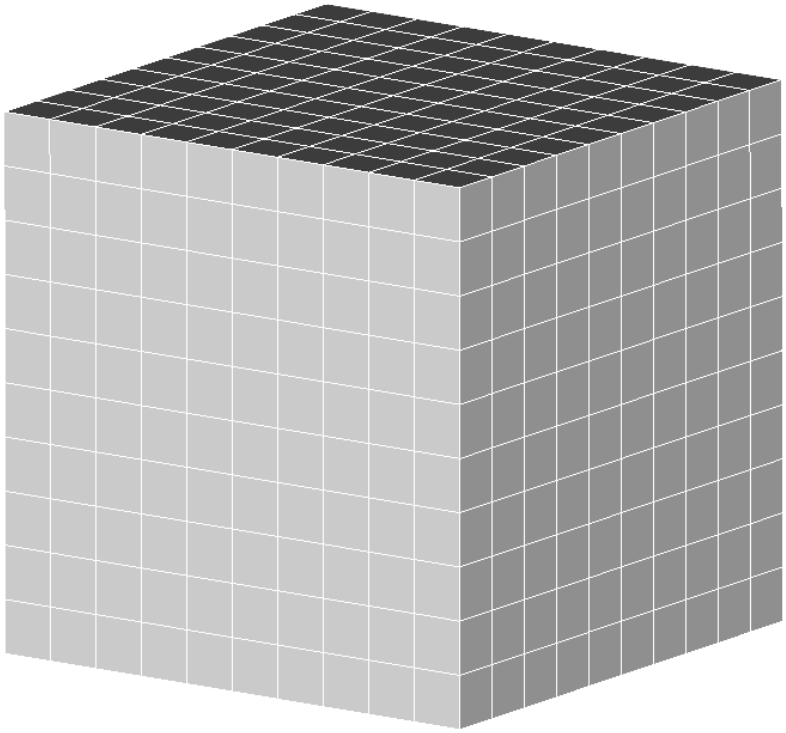


Figure 7.2-a: maillage du solide de figure 1.1-a

7.3 Grandeurs testées et résultats

On teste que les valeurs maximale et minimale du champ différence sont égales à zéro.
L'option ZONE_MAJ calcule donc correctement le groupe de nœuds où les level-sets de la fissure ont été mises à jour.

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

8 Modélisation F : méthode SIMPLEXE

8.1 Caractéristiques de la modélisation

On n'utilise pas une grille auxiliaire. On va tester l'option TORE. Le rayon du cylindre ($4\ mm$) coïncide avec celui du tore.

8.2 Caractéristiques du maillage

On utilise le même maillage que celui de la modélisation A.

8.3 Grandeurs testées et résultats

On teste que les valeurs maximale et minimale du champ différence sont égales à zéro.
L'option TORE calcule donc correctement le groupe de nœuds qui appartient au tore de rayon donné construit autour du fond de la fissure.

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

9 Synthèse des résultats

On a vérifié que les options ZONE_MAJ et TORE de DEFI_GROUP déterminent correctement les nœuds où les level-set ont été mises à jour par PROPA_FISS à la fois sur le maillage de la structure et sur la grille auxiliaire.

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