CRACK01 - Validation du *Wizard Crack Analysis* du module Aster de Salome-Meca

Résumé

Ce test permet de valider le fichier de commandes obtenu grâce au Wizard (assistant) *Crack Analysis* du module Aster de Salome-meca. On rappelle que ce Wizard permet un calcul du taux de restitution et des facteurs d'intensité de contraintes en 2D, en axi-symétrie et en 3D, à partir d'un maillage sain d'une structure, en utilisant la méthode X-FEM et les level-sets ainsi que du raffinement automatique de maillage.

Le cas traité ici est une fissure circulaire plongée dans un milieu supposé infini, issu du cas-test sslv134.

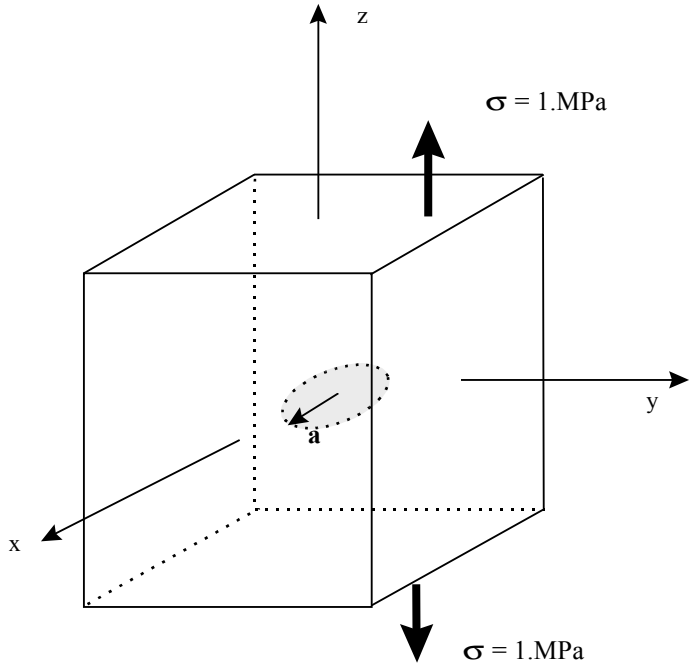
- La modélisation A traite le problème en 3D (semblable au cas test sslv134h),
- La modélisation B traite le problème en 2D axi-symétrique (semblable au cas test sslv134i).

A chaque fois, la valeur du facteur d'intensité des contraintes en mode I est comparée à la valeur théorique issue d'une solution analytique.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

1 Problème de référence

1.1 Géométrie



La fissure est circulaire (*penny shaped crack*) de rayon a , dans le plan Oxy . Pour que le milieu soit considéré comme infini, les grandeurs caractéristiques du massif sont de l'ordre de 5 fois supérieures au rayon a .

1.2 Propriétés de matériaux

Module d'Young : $E=2.10^5\ MPa$

Coefficient de Poisson : $\nu=0.3$

Masse volumique: $\rho=7850\ kg/m^3$

1.3 Conditions aux limites et chargements

Face inférieure : contrainte uniforme de traction $\sigma_z=1.MPa$

Face supérieure : contrainte uniforme de traction $\sigma_z=1.MPa$

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

2 Solution de référence

2.1 Méthode de calcul utilisée pour la solution de référence

Pour une fissure circulaire de rayon a dans un milieu infini, soumise à une traction uniforme σ suivant la normale au plan des lèvres, le taux de restitution d'énergie local $G(s)$ est indépendant de l'abscisse curviligne s et vaut [bib1] :

$$G(s)=\frac{(1-\nu^2)}{\pi E}4\sigma^2 a$$

alors le coefficient d'intensité de contrainte K_I est donné par la formule d'Irwin :

$$G(s)=\frac{(1-\nu^2)}{E}K_1^2 \text{ soit } K_I=\frac{2\sigma\sqrt{a}}{\sqrt{\pi}}$$

2.2 Résultats de référence

Pour le chargement considéré et $a=2\,m$, on obtient :
$G(s)=11.586\,J/m^2$
$K_I=1{,}5958\,MPa$.

2.3 Références bibliographiques

1) Solution de Sneddon (1946) dans G.C. SIH : Handbook of stress-intensity factors Institute of Fracture and Solid Mechanics - Lehigh University Bethlehem, Pennsylvannie

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

3 Modélisation A : modélisation en 3d

3.1 Caractéristiques de la modélisation

La fissure n'est pas maillée.
On modélise un quart de la structure.
Des conditions de symétrie sur les faces latérales seront appliquées.

3.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage initial est sain et relativement grossier. La taille initiale des mailles est d'environ $h_0 = 1,25$ (unité du maillage).

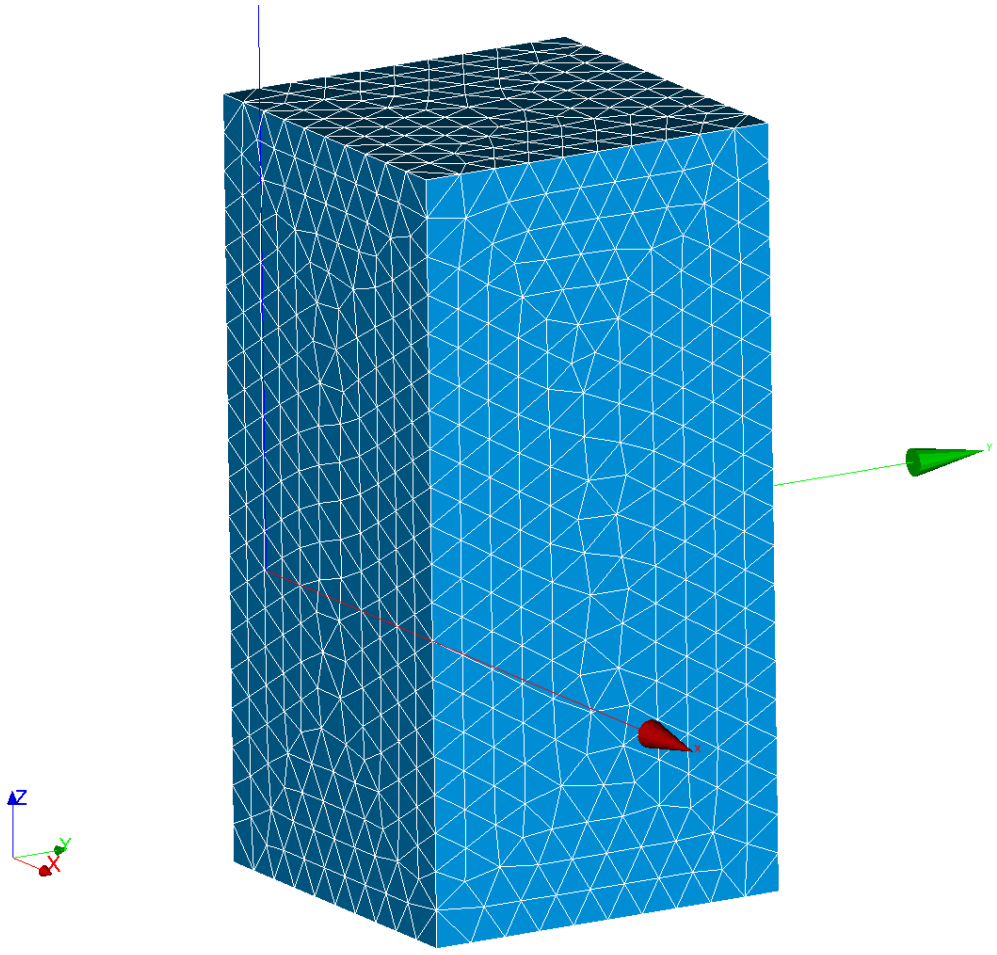


Figure 3.2-a: maillage 3d initial

Nombre de nœuds : 2946
Nombre de mailles et type : 14192 TETRA4

Ce maillage sera raffiné de manière automatique avant la résolution mécanique grâce au logiciel Homard dans une zone autour du fond de fissure. La taille cible des mailles du maillage raffiné est $h_c = 0,15$. Cela implique 4 appels à Homard. Après raffinement, la taille des mailles est d'environ $h = 0,078$ et le maillage comporte :

Nombre de nœuds : 13813
Nombre de mailles et type : 76947 TETRA4

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

Le rayon de la zone raffinée est $R_{raff}=6\mathrm{h}$.

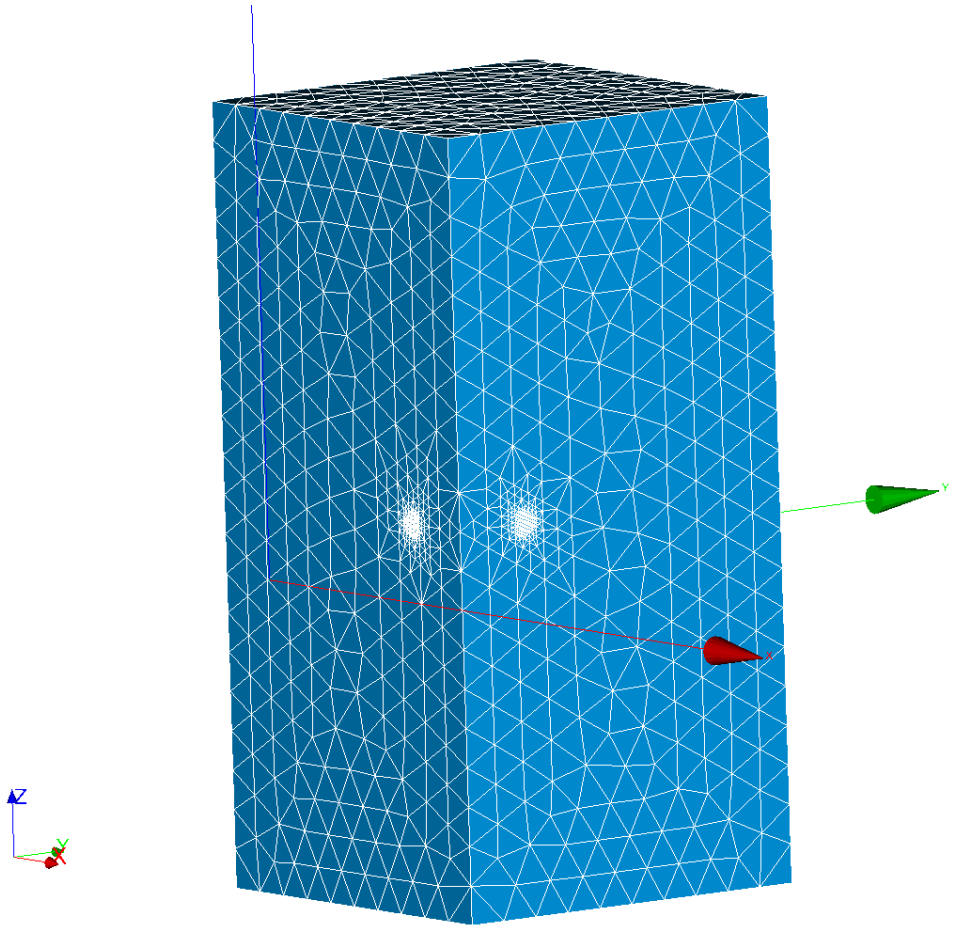


Figure 3.2-b: maillage 3d après raffinement automatique

3.3 Grandeurs testées et résultats

On teste la valeur de K_I calculée par la commande CALC_G le long du fond de fissure. Théoriquement, K_I est constant le long du fond de fissure. On vérifie donc que le max et le min des valeurs de K_I le long du fond de fissure sont proches de la valeur de référence.

La couronne d'intégration est : $2\mathrm{h}-5\mathrm{h}$.
On utilise le lissage par défaut.

Identification	Référence	*Type de référence*	% tolérance
$max(K_I)$	1,595 10^6	ANALYTIQUE	3.0
$min(K_I)$	1,595 10^6	ANALYTIQUE	3.0

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

4 Modélisation B : modélisation en 2D axi-symétrie

4.1 Caractéristiques de la modélisation

La fissure n'est pas maillée.
On ne modélise qu'une section de la structure.

4.2 Caractéristiques du maillage

Le maillage initial est sain et relativement grossier. La taille initiale des mailles est d'environ $h_0 = 1,25$ (unité du maillage).

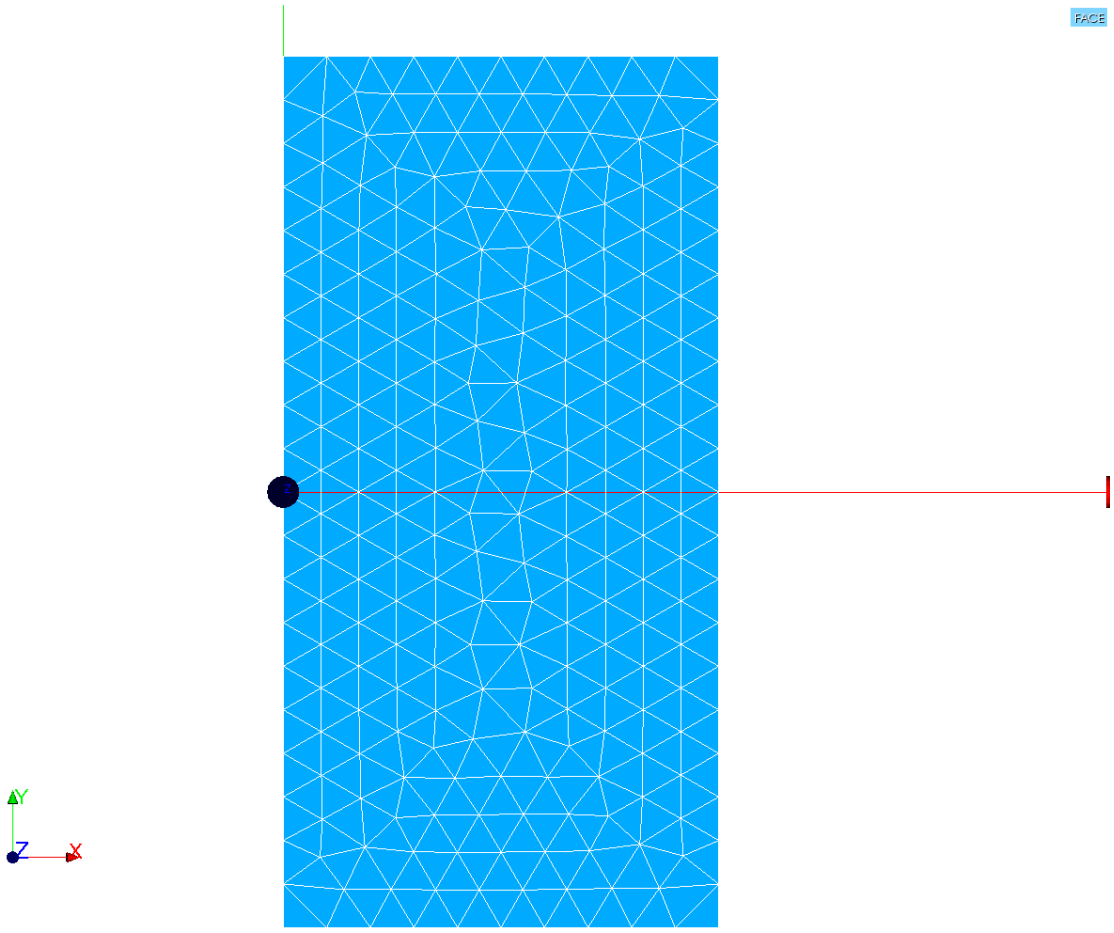


Figure 4.2-a: maillage 2d axi-symétrique initial

Nombre de nœuds : 250
Nombre de mailles et type : 438 TRIA3

Ce maillage sera raffiné de manière automatique avant la résolution mécanique grâce au logiciel Homard dans une zone autour du fond de fissure. La taille cible des mailles du maillage raffiné est $h_c = 0,15$. Cela implique 4 appels à Homard. Après raffinement, la taille des mailles est d'environ $h = 0,078$ et le maillage comporte :
Nombre de nœuds : 424
Nombre de mailles et type : 786 TRIA3
Le rayon de la zone raffinée est $R_{raff} = 6\mathrm{h}$.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

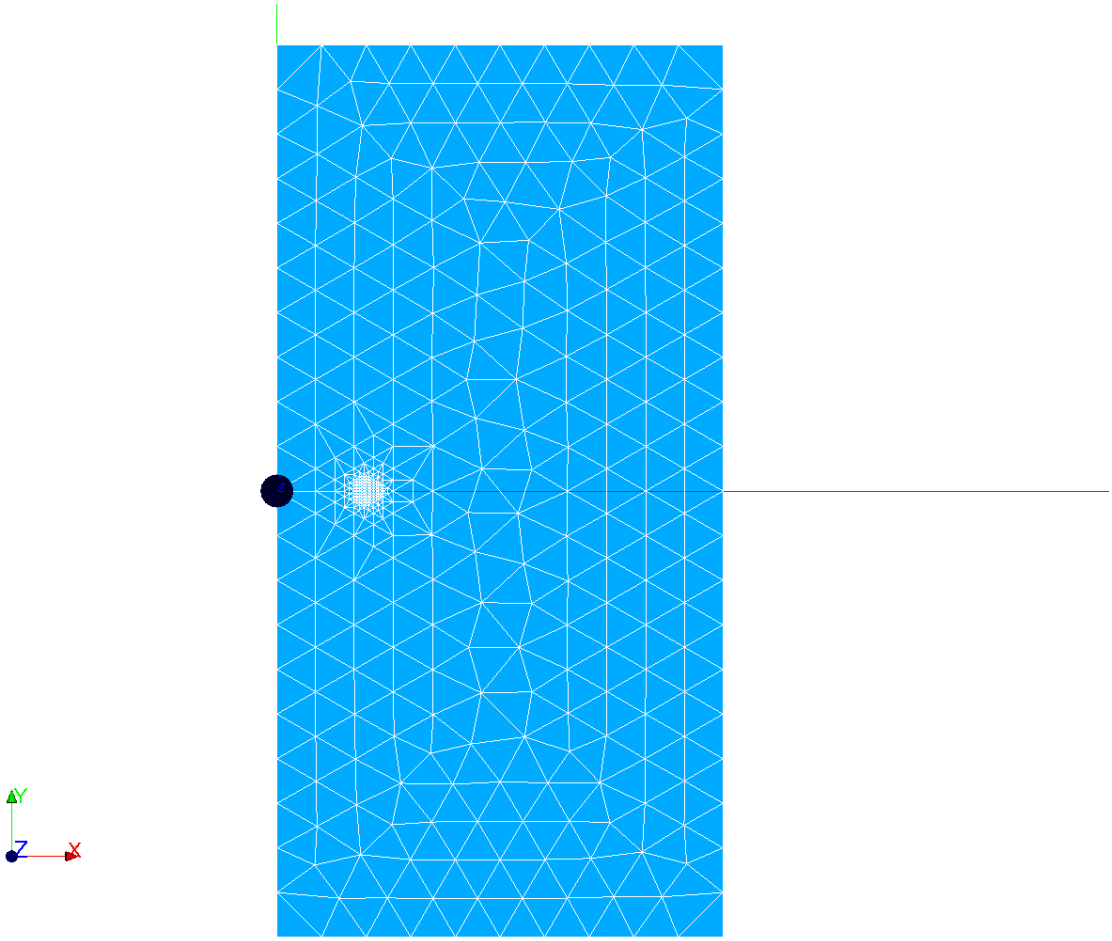


Figure 4.2-b: maillage 2d axi-symétrique après raffinement automatique

4.3 Grandeurs testées et résultats

On teste les valeurs de G et K_I calculées par la commande CALC_G option 'CALC_K_G', ainsi que la .valeur de G calculée par la commande CALC_G (option 'CALC_G'). Puisque la modélisation est axisymétrique, la relation entre les taux de restitution d'énergie global et local est [R7.02.01] : $G_{réf}(\theta)=G(s)\cdot a$, soit ici $G_{réf}=23.172 J/m$ pour la valeur de G calculée avec l'option 'CALC_G'.

La couronne d'intégration est : $2\mathrm{h}-5\mathrm{h}$.

Identification	Référence	*Type de référence*	% tolérance
G (option 'CALC_K_G')	11,586	ANALYTIQUE	3.0
K_I	1,595 10^6	ANALYTIQUE	3.0
G (option 'CALC_G')	23.172	ANALYTIQUE	3,0

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)

5 Synthèses des résultats

Ce test montre que le fichier de commandes Aster obtenu grâce au Wizard (assistant) *Crack-Analysis* du module Aster de Salome-meca permet de mener à bien un calcul de nocivité de fissure en 3D et 2D axi-symétrique car les résultats obtenus (taux de restitution d'énergie et facteur d'intensité de contraintes) sont en conformité avec la solution analytique.

Copyright 2015 EDF R&D - Document diffusé sous licence GNU FDL (http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html)