

Arlequin et X-FEM ouvrent de nouvelles frontières pour les éléments finis

La simulation numérique par éléments finis est très répandue dans l'industrie mais elle ne résout pas de manière simple ou satisfaisante certains problèmes à géométrie complexe ou évoluant dans le temps (suivi de fissure, d'excavation, raffinement, jonction de modélisations ou de maillages...). Ceux-ci nécessitent alors des remaillages localisés (figure 3), laborieux voire impossibles à gérer avec l'existant. Pour y remédier, différentes approches ont été proposées, parmi lesquelles :

- La méthode Arlequin (thèse de G. Rateau en collaboration avec H. Ben Dhia de l'ECP, interlocuteur : C. Durand, figure 2) propose une stratégie multi-échelles pour raccorder des modèles numériques de natures différentes. Par une technique de superposition, elle réalise facilement des zooms locaux, des jonctions de modélisations ou de maillages et des substitutions (rajout dans un maillage sain d'un maillage de défaut, de trou, d'inclusion, de sous-épaisseur...). En cours d'industrialisation, cette fonctionnalité est disponible via `AFFE_CHAR_MECA` (mot-clé `ARLEQUIN`).
- L'extension X-FEM (pour 'eXtended Finite Element Method') qui affranchit le maillage de la contrainte du respect des surfaces physiques en modélisant des surfaces libres ou des discontinuités de champs. Un élément fini peut ainsi être traversé par une fissure rendant le remaillage moins systématique. L'idée est d'enrichir la base éléments finis par des fonctions simples représentant ces entités géométriques implicites. Progressivement, cette méthode fait son entrée dans `Code_Aster`. Pour le moment, il s'agit de traiter la propagation non plane de fissures avec prise en compte de refermetures (thèse de S. Géniaut en collaboration avec N. Moës de l'ECN, interlocuteur : P. Massin). ■

C. Durand & P. Massin (Dépt. AMA)

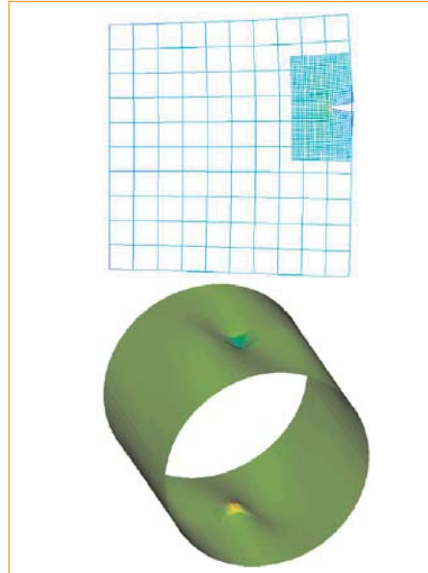


Figure 2 : Arlequin, bloc fissure dans un modèle de plaque et cylindre pincé avec raccord 3D-coque.

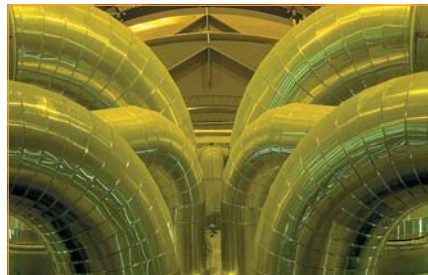


Figure 3 : Réseau de tuyauterie et maillage multi-échelles d'un coude fissuré.

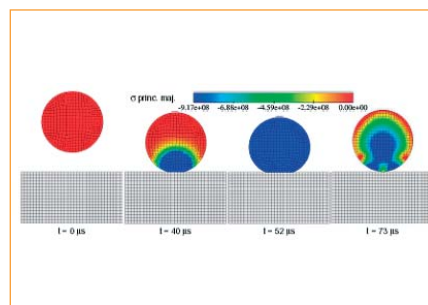
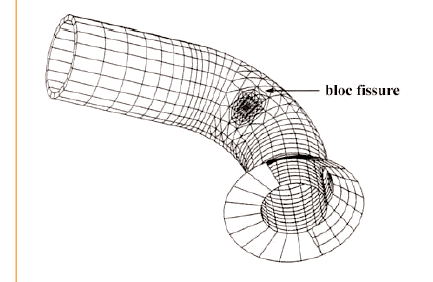


Figure 4 : Isocontraintes lors du choc d'un cylindre infini sur un plan rigide.

Les éléments finis stochastiques...

.. vont bientôt compléter la panoplie des outils mécano-fiabilistes de `Code_Aster`. Il s'agit d'étudier la propagation des incertitudes affectant les paramètres d'entrée d'un modèle, qu'ils soient géométriques, matériaux ou de chargement. Ces paramètres sont représentés par des variables aléatoires, dont les densités de probabilité sont quantifiées à partir d'une analyse statistique des données disponibles ou d'un jugement d'expert.

La méthode des éléments finis stochastiques nouvellement développée au département MMC en collaboration avec l'Institut Français de Mécanique Avancée (thèse de M. Berveiller en collaboration avec M. Lemaire de l'IFMA) donne une représentation intrinsèque de la réponse mécanique aléatoire. Chaque degré de liberté devient alors une variable aléatoire que l'on développe sur une base polynomiale de gaussiennes : les coefficients de ce développement sont les véritables inconnues du problème. On en déduit ensuite les moments statistiques de la réponse (moyenne, écart-type...) ou encore la densité de probabilité de n'importe quelle quantité calculée.

Les travaux menés dans ce contexte depuis une dizaine d'années conduisaient à des formulations couplées très difficiles à implanter dans un grand code généraliste. Pour la nouvelle formulation ce n'est plus le cas. Les coefficients recherchés s'obtiennent en effectuant une série de calculs déterministes judicieusement choisis. Elle pourra donc être insérée comme une surcouche des opérateurs `Code_Aster` bénéficiant ainsi de leurs fonctionnalités.
B. Sudret (Dépt. MMC)

Un contact plus dynamique !

La méthode continue de contact/frottement développée par l'ECP et intégrée dans `Code_Aster` vient d'être étendue à la dynamique (thèses de M. Zarroug et C. Zammali en collaboration avec H. Ben Dhia, figure 4). Elle repose sur une formulation éléments finis faisant intervenir des degrés de liberté de pression normale et tangentielle. En dynamique non linéaire, pour éviter des oscillations non physiques des champs de pression, de vitesse et d'accélération, une formulation en vitesse du problème de contact a été proposée. Disponible dans `Code_Aster` via `DYNA_NON_LINE`, elle utilise un nouveau schéma d'intégration en temps similaire à ceux de la thermique non linéaire ou de la THM.

S. Lamarche & P. Massin (Dépt. AMA)