

Modélisation et simulation numérique de structures avec interfaces

Patrick Massin
EDF R&D / LaMSID

Résumé :

Les travaux de recherche présentés sont principalement motivés par la modélisation et la simulation de mécanismes de dégradation en 3D, de type analyse ou propagation de défauts, pour lesquels un certain nombre d'ingrédients doivent être pris en compte, comme la re-fermeture possible des défauts, ou l'indépendance de la propagation du défaut par rapport à son maillage. L'objectif affiché est donc la prédiction de l'évolution de défauts, préexistants ou non, à l'échelle macroscopique de la structure, sous chargements quasi-statiques non cycliques ou cycliques sous sollicitations répétées (fatigue).

L'exposé adresse principalement la thématique « méthodes numériques » au service de la modélisation mécanique, même si on identifie clairement le besoin de validations expérimentales, par rapport aux choix numériques qui sont faits. Ces activités de développement s'inscrivent au sein de la troisième opération de recherche « Méthodes Numériques » du Laboratoire de Mécanique des Structures Industrielles Durables, au service de la première opération de recherche du laboratoire « Endommagement et Rupture des Structures ».

L'exposé montre comment deux études industrielles emblématiques portant sur des problèmes de fatigue pour des structures industrielles complexes sont devenues le fil conducteur des recherches qui ont été engagées à leur suite, et ce, depuis une dizaine d'années maintenant. Suite à leur analyse, 4 grands thèmes sont proposés qui assurent la cohérence de la démarche scientifique poursuivie :

- **la représentation des fissures** : la présentation de la méthode X-FEM dans sa généralité, pour la représentation de fissures, répond aux études industrielles emblématiques comme un écho, dans la mesure où la mise à disposition de cet outil nous apparaît comme un véritable progrès par rapport aux pratiques d'il y a de cela quelques années, pour ceux qui ne disposaient pas d'outils de remaillage adaptatifs évolués ;
- **le calcul des grandeurs de mécanique de la rupture ou de la fatigue** : soit encore la manière d'obtenir les informations en pointe de fissure afin de pouvoir déterminer la nocivité de cette dernière. Les paramètres obtenus permettront de savoir si la fissure se propage, et si oui, dans quelle direction ;
- **la propagation géométrique** des fissures en utilisant les informations précédentes. La présentation y allie des aspects mathématiques et numériques, ainsi que des validations expérimentales reprises de la littérature ;
- **la prise en compte des conditions d'interfaces** sur les lèvres des fissures : on décrit plus particulièrement la modélisation des interfaces, de nouveau en écho aux deux études emblématiques initiales. Y sont détaillées des modélisations du contact, de l'usure, de la cohésion, dans un cadre unifié, utilisable à la fois en statique, en dynamique et aussi pour les éléments finis de type X-FEM.

Enfin, les travaux de recherche ayant été définis à partir des besoins identifiés pour la réalisation d'études industrielles, les développements ont été conçus et capitalisés au sein de *Code_Aster* pour une diffusion rapide vers l'ingénierie d'EDF et de *Code_Aster libre* pour une diffusion rapide vers nos partenaires industriels ou académiques.