

Présentation du module de ténacité de PERFECT

A. Zeghadi, S. Bugat (EDF R&DIMMC)

Introduction

Cet exposé est une présentation de la seconde version du *ToughnessModule* développé dans le cadre du projet Européen PERFECT.

Le *ToughnessModule* permet de déterminer la ténacité de l'acier de cuve irradié au moyen de différentes approches.

Il se décompose en deux sous-modules chaînés (cf. Figure 1) :

- *FlowBehaviour* qui permet d'évaluer le comportement macroscopique de l'acier de cuve irradié à partir d'informations à l'échelle microscopique,

- *FractureBehaviour* qui permet d'évaluer la ténacité à rupture due à l'augmentation de l'écroutissage.

Chaque sous-module possède plusieurs possibilités de calcul, qui correspondent aux différentes colonnes de la matrice de la Figure 1.

Les sous-modules qui nécessitent un calcul par éléments finis utilisent Code_Aster.

Ces sous-modules peuvent être chaînés, certains modules de *FractureBehaviour* pouvant utiliser la sortie des modules de *FlowBehaviour*, en particulier le comportement irradié.

Nous détaillerons par la suite un exemple de chaînage utilisant le module *FlowBehaviour.Homogenisation* suivi du module *FractureBehaviour.LocalApproach*.

Outil-métier

Du point de vue de l'utilisateur, PERFECT propose un outil-métier pour la définition, le lancement et le suivi des études, doté d'une interface graphique *perspyspace* (cf. Figure 2).

La définition des caractéristiques générales d'une étude (nom, description, auteur, ...) se fait au premier onglet. Le 2^e onglet permet de choisir les modules qui vont être chaînés. La saisie des données d'entrée nécessaires au fonctionnement des modules s'effectue au 3^e onglet. Enfin, le lancement et le suivi des études se fait via l'onglet run.

L'outil permet de lancer et de contrôler des processus Code_Aster. Les fichiers de commande Aster sont générés dynamiquement à partir de fichiers modèles (templates) où les variables d'entrée nommées sont remplacées par les valeurs numériques choisies par l'utilisateur via l'interface graphique.

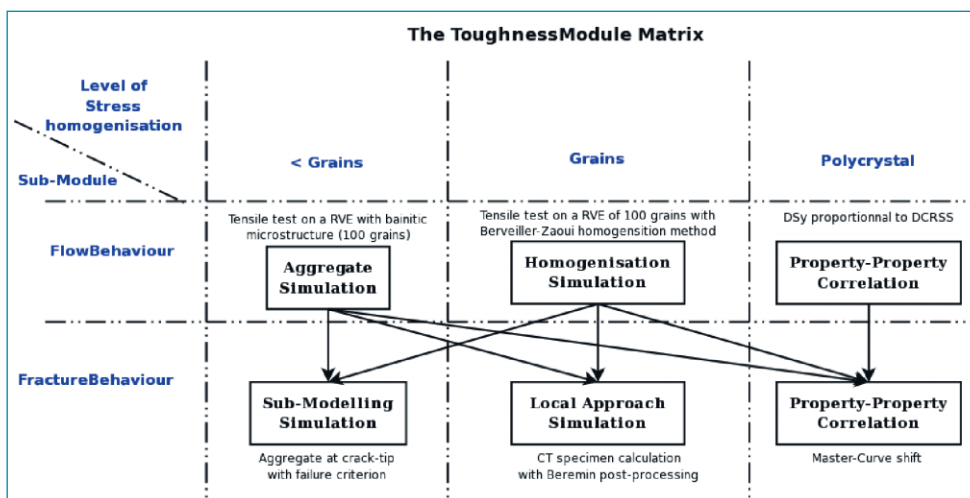


Figure 1 : Matrice de spécification du ToughnessModule

Présentation du module de ténacité de PERFECT

A. Zeghadi, S. Bugat (EDF R&D/IMMC)

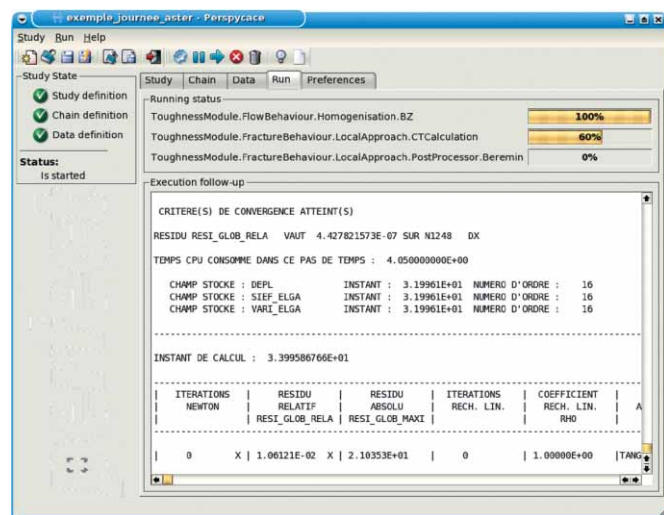


Figure 2 : Fenêtre principale de l'interface graphique perspyspace. La zone définie en haut à gauche affiche l'état courant de l'étude PERFECT. L'espace définit à droite comporte 6 onglets (Study, Chain, Data, Run et Preferences) à partir desquels on définit, lance et post-traite une étude PERFECT

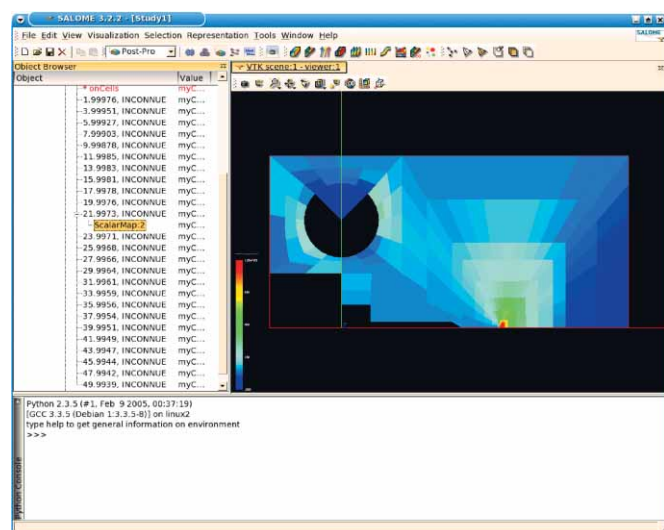


Figure 3 : Visualisation du champ de contrainte SIYY dans le calcul d'éprouvette CT, via le module POST-PRO de SALOME

Description du chaînage choisi

Module FlowBehaviour.Homogenisation

Le premier sous-module consiste en un calcul par éléments finis dans Code_Aster sur un VER (volume élémentaire représentatif) d'un polycristal isotrope de 30 grains. Il s'agit d'une simulation d'un essai de traction, pour laquelle le comportement homogène de chaque grain correspond à une loi de comportement de monocristal de type Caillaud-Méric. La loi d'interaction entre les grains (ou règle de localisation) correspond au schéma d'homogénéisation de Berveiller-Zaoui. L'effet de l'irradiation est introduit en augmentant la valeur de la cission critique résolue sur chaque système de glissement.

La sortie de ce module est constituée par la courbe de traction macroscopique correspondant au matériau irradié.

Module FractureBehaviour.LocalApproach

Le second module va effectuer un calcul d'éprouvette CT standardisée (1T-CT) en 2D déformations planes. Le comportement du matériau en chaque point de Gauss correspond à la courbe de traction élasto-plastique irradiée, évaluée au module précédent.

Une fois le calcul de CT effectué, un post-processeur de type approche locale de la rupture est effectué (modèle de Beremin pour la rupture fragile). Les paramètres du modèle sont à renseigner par l'utilisateur. La sortie de ce sous-module est constituée de la courbe de probabilité de rupture de l'éprouvette en fonction du chargement, calculé selon la norme ASTM. Les calculs mécaniques sont enregistrés au format MED et peuvent être post-traités dans SALOME, comme l'illustre la Figure 3.

Conclusion

Le module de ténacité va donc permettre de prévoir la chute de ténacité due à l'irradiation des aciers de cuve, à partir d'une série d'informations à l'échelle microstructurale (microstructure d'irradiation et loi de comportement du matériau irradié à l'échelle bainitique, morphologie, texture, etc...) Son enrichissement progressif, que ce soit terme de modèles physiques possibles (ajout de diverses lois de comportement monocristallines, ou d'autres familles de système de glissement), ou dans l'ajout de nouveaux modules (calcul des paramètres de Beremin sur agrégat, cf. thèse de J-P Mathieu, par exemple) devrait en faire l'outil idéal pour comparer les différents approches et mener à bien des études de sensibilité pour l'ingénierie. A terme, ce module devrait devenir un véritable outil prédictif.