

Titre

Effets des gradients de deformation induits par la microstructure sur le comportement mecanique d'aciers multiphases

Directeur de thèse

Samuel FOREST
Anne-Françoise GOURGES

Résumé

Afin de prevoir l'impact de la morphologie de microstructures complexes sur le comportement mecanique, les methodes classiques de la mecanique des milieux heterogenes, comme les modeles d'homogenisation dits auto-coherents ou la simulation par elements finis classique, ne sont pas suffisantes. En effet, elles ne sont pas capables aujourd'hui de prendre en compte "naturellement" la dimension absolue de ces microstructures (ou facteur d'echelle interne). La mecanique des milieux continus generalises qui introduit des degres de liberte supplementaires ou des gradients du deplacement d'ordre superieur (milieu de Cosserat, micromorphe, du second gradient...) est un cadre seduisant pour modeliser des proprietes dependant de la taille absolue des constituants (taille de grain, d'inclusion, epaisseur de lamelle...). Les lois de comportement elastoplastique correspondantes doivent etre construites a partir de notions de metallurgie physique telle que la densite de dislocations dites d'accommodation geometrique.



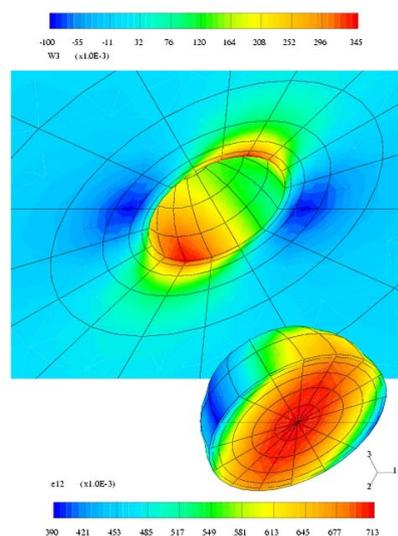
microstructure lamellaire d'un acier perlitique

Le developpement des aciers a haute resistance passe par une utilisation de plus en plus pousse des possibilites metallurgiques offertes par les alliages de fer. Pour optimiser les performances de ces nouveaux materiaux, on aboutit actuellement a des microstructures de plus en plus complexes, comportant des constituantes de petite taille et de nature tres diverses (ferrite, bainite, carbures, austenite, martensite...). La prevision du comportement de ces nouveaux materiaux passe par la prise en compte du comportement des differentes phases ainsi que de leur confinement les unes par les autres. Les microstructures typiques interessent cette etude sont les structures multiphasees comme les aciers Dual-Phase ou les structures lamellaires comme les aciers bainitiques ou perlitiques et enfin les microstructures regroupant ces differents aspects comme les aciers TRIP. De nombreuses donnees experimentales sont disponibles sur la caracterisation microstructurale et mecanique de ces alliages.

La these proposee est a dominante theorique et numerique (milieux continus generalises, metallurgie physique, methodes d'homogenisation, applications aux elements finis) mais s'appuiera sur une caracterisation et des observations experimentales abondantes. Les outils, methodes et resultats disponibles a l'IRSID et au Centre des Materiaux seront mis a contribution et la these s'effectuera donc sur les deux sites selon les besoins. La demarche pourrait etre la suivante:

- Choix d'une modelisation continue des effets d'echelle en plasticite cristalline et implantation numerique d'algorithmes efficaces.
- Application a des morphologies biphasées de type polycristal ; on pourra developper un modele d'homogenisation de la famille auto-coherente prenant en compte un comportement local de type Cosserat ou second gradient.
- Application a la morphologie lamellaire. Dans ce cas particulier on s'interrogera en particulier sur la nature, cinematique ou isotrope, de l'ecrouissage introduit.
- Caracterisation experimentale des modes de deformation : identification des systemes actifs au sein d'une latte en particulier et comparaison avec les systemes attendus pour la phase massive.

Profil recherche: Mecanique des Milieux Continus, Elements Finis, Mecanique des Materiaux.



Calcul d'inclusion de Cosserat dans une matrice infinie

Relations contractuelles

IRSID, Groupe USINOR