

Transitions de phase en sollicitations intenses : apport de la représentation infimale des potentiels de Landau

Christophe Denoual et Nicolas Bruzy (CEA)

Les transitions de phases displacives (ou « martensitiques ») interviennent lors de sollicitations où les conditions de pression – température évoluent très rapidement, par exemple lors de chocs intenses. Deux difficultés majeures ont longtemps limité la justesse des modélisations réalisées : la grande complexité du potentiel (plusieurs dizaines d'états, ou « variants », métastables peuvent être considérées) et l'obligation de représenter correctement l'élasticité, souvent très anisotrope et dépendante de l'orientation du variant local.

Une amélioration importante de ces modélisations a été obtenue dans le cadre des théories de Landau en séparant l'énergie en un potentiel élastique, et un potentiel transformationnel. Cette opération, présentée sur un exemple simple et monodimensionnel, est au cœur de la méthode dite de représentation de potentiel de Landau par convolution infimale.

Une des conséquences de cette séparation est l'apparition d'une nouvelle variable – la déformation transformationnelle – dont le statut doit être discuté. Grâce à cette séparation, des représentations différentes pour le potentiel élastique et transformationnel peuvent être choisies et ainsi garantir une représentation précise de l'élasticité pour les déformations proches des phases stables, tout en ayant la bonne énergétique pour certaines déformations regroupées en « chemins de transitions ». Ces chemins sont les éléments de base de la construction d'un « graphe de réaction » contenant toute l'information sur les phases stables, leur orientation, les raideurs des phases impliquées et les transitions permettant leur création. Nous terminerons ensuite en donnant quelques exemples de l'utilisation de cette méthode sur le fer en sollicitation par choc, ou en hautes pressions.

