

Résumé : Fractures, liquéfaction et avalanches : mécanique de mélanges solides et fluides

La géophysique, au sens de la physique d'objets et processus géologiques, est une formidable source de problèmes complexes, au sens de la physique de la matière complexe. Par exemple, des problèmes essentiels ont trait à la mécanique des failles, les avalanches, chargées de fluides ou non, de matière en grain ou plus pâteuse, les phases dynamiques de la sédimentation et les instabilités pendant celle-ci, la fracturation, sèche ou déclenchée par le transport des fluides parcourant les pores de la roche ou du sol, la liquéfaction durant les tremblements de terre, les écoulements d'une ou plusieurs phases fluides non miscibles dans des roches poreuses de géométrie irrégulière, la morphogénèse durant l'évolution des roches sédimentaires où évoluent composition chimique et équilibre mécanique entre les composants des roches, l'évolution dynamique de colloïdes aux interactions variables, les échanges de chaleur dans des écoulements chenalés, l'évolution de la température et son effet sur la mécanique du système en évolution... .

Ces systèmes présentent des interactions qui relèvent de la physique et la mécanique classique, mais avec la présence d'un désordre dans la structure, ou des non-linéarités dans les interactions fondamentales, qui peuvent générer à grande échelle un comportement complexe : notamment, ils peuvent fonctionner sur des échelles de temps et d'espace très étendus, avec coexistence de phases rapides et de phases extrêmement lente, ou avec des déformations diffuses alternant avec des fonctionnements où la déformation est très localisée. L'aspect polyphasique ou polydisperse de ces systèmes peut générer une telle complexité, sans que celle-ci reflète nécessairement la multiplicité des échelles déjà présentes dans la composition du système : dans des systèmes au fonctionnement critique, ou au voisinage de transitions de phases dites du second ordre, de nombreux systèmes dynamiques sont connus pour faire émerger, à partir de désordre présent à petite échelle et d'interaction simples, des organisations à grande échelle du processus en jeu.

On aborde dans ce mémoire des modèles analytiques, numériques et des expériences ayant trait à la mécanique de tels systèmes naturels : écoulements mono- ou multiphasiques en milieux poreux ou fracturés, déformables ou non, fractures, avalanches, fonctionnement mécanique des failles, déformation lente des roches avec couplage entre chimie et mécanique.