



RHÉOLOGIE DES SOLIDES

22 octobre 2019, salle des Actes, bât 7, Campus Triolet, Université de Montpellier

Chaque session comporte 50 minutes de présentation, suivies de 10 minutes de discussion

ACCUEIL café 9H30, hall 1^{er} étage bât 7 devant la salle des actes

10h00 Introduction à la rhéologie des solides

Serge Mora LMGC, Université de Montpellier/CNRS

Les notions de base permettant de comprendre et de modéliser les déformations de matériaux solides tels que les élastomères, les systèmes colloïdaux concentrés, la matière granulaire, ou les métaux, sont présentées dans ce cours introductif à la rhéologie des solides. Les modèles rhéologiques classiques décrivant différents comportements dans le domaine des déformations réversibles seront d'abord présentés. Viendront ensuite les aspects liés aux limites d'élasticité, avec une présentation des principaux modes de déformation (rupture, déformation plastique, fluage) et de différents critères de plasticité (critères de Tresca, de von Mises, de Mohr-Coulomb), qui seront illustrés par des exemples.

11h00 Modéliser les propriétés rhéologiques de la matière molle

Kirsten Martens LiPhy, Université Grenoble Alpes/CNRS

La modélisation des propriétés rhéologiques de la matière molle est un problème très complexe. De nombreux matériaux de cette classe montrent une réponse élastique à de petites déformations, puis commencent à se déformer plastiquement comme un solide amorphe, avant d'entrer dans un régime d'écoulement permanent avec une viscosité qui dépend fortement du taux de déformation. De plus, la dynamique au cours de la déformation et de l'écoulement n'est souvent pas homogène (même sous un forçage homogène), mais présente de fortes hétérogénéités à différentes échelles de temps et de longueur. Ces hétérogénéités, par exemple sous la forme d'événements de glissement (slip) ou de bandes de cisaillement macroscopiquement persistantes, peuvent être de nature transitoire mais également de nature permanente. La modélisation de ces différents phénomènes est un défi car il faut relier les différentes échelles de longueurs et de temps impliquées dans la dynamique. Des simulations au niveau des particules, confirmées ultérieurement par des expériences, ont montré que la déformation plastique et la fluidisation de ces matériaux mous désordonnés sont induites par des transformations de cisaillement locales. Ces événements plastiques locaux correspondent à des réarrangements irréversibles d'un petit nombre de bulles, de grains ou de particules, selon le système considéré. Dans ce cours, j'expliquerai comment on peut dériver des modèles mésoscopiques pour relier cette dynamique locale observée à l'échelle microscopique aux phénomènes observés macroscopiquement dans la rhéologie de la matière molle.

12h00 Plasticité et dynamique microscopique dans les solides mous élastiques

Luca Cipelletti L2C, Université de Montpellier/CNRS

Dans ce mini-cours, je discuterai de la dynamique microscopique des solides mous sollicités mécaniquement, en mettant l'accent sur la relation entre la dynamique microscopique et la réponse mécanique dans le régime non linéaire. Je présenterai d'abord plusieurs techniques utilisées pour sonder la dynamique microscopique couplée à la rhéologie (microscopie, dynamic differential microscopy, diffusion de la lumière). Ensuite, je décrirai une série d'expériences montrant que la dynamique microscopique peut révéler le destin ultime d'un matériau sous contrainte, bien avant l'apparition de signes macroscopiques de défaillance.

14H30 Plasticité à petite échelle dans les métaux et alliages

Marc Legros CEMES, CNRS, Toulouse

La résistance théorique d'un métal cristallin est généralement beaucoup plus grande que celle observée expérimentalement. Cet effet est dû à la l'omniprésence des dislocations qui sont le vecteur principal de la déformation plastique dans les métaux et alliages. Lorsqu'on diminue la dimension d'un échantillon à une échelle micrométrique ou inférieure, on peut cependant recouvrer une partie de cette résistance mécanique. Les effets de taille, qui résultent de l'interaction entre microstructure initiale, forces images et nucléation ou multiplication de défauts seront posés ici en termes physiques. Les différents moyens expérimentaux (essais micromécaniques, microscopie) ainsi que leur développements récents seront abordés dans ce cours. Nous verrons également que cette échelle est propice à la convergence entre objets expérimentaux et simulations numériques.

15h30 Grandes déformations élastiques

Serge Mora LMGC, Université de Montpellier/CNRS

Les solides mous, tels que la jelly de la cuisine anglo-américaine, des tissus biologiques ou des élastomères, peuvent supporter de grandes, voire de très grandes déformations réversibles. Ces solides permettent ainsi d'étudier le comportement de la matière élastique soumise à de fortes sollicitations mécaniques. La description de Hooke de l'élasticité, qui suppose une contrainte proportionnelle à la déformation, n'est alors plus suffisante et une description plus fine de la déformation de la matière devient nécessaire. Ce cours explique comment décrire et comprendre ces grandes déformations, et donne un aperçu de phénomènes rencontrés lorsque ces solides sont placés dans des conditions mettant en évidence leur extraordinaire souplesse.

16h30 Fractures dans les solides mous et dissipatifs

Matteo Ciccotti SIMM, ESPCI & CNRS, Paris

Après avoir posé les bases de la mécanique de la fracture classique, visant essentiellement des solides rigides et plutôt fragiles, on analysera les limites de son application à des solides mous, voir aussi dissipatifs. L'accent sera mis sur la séparation des comportements non linéaires dus aux changements de forme, de ceux liés à la rhéologie non-linéaire des matériaux. On terminera sur quelques exemples et pistes de recherche dans ce domaine.