

## Introduction aux fluides complexes

Niveau L3 - Semestre S6 - Crédits 3 ECTS - Code LU3ME109 - Mention Licence mécanique

### Présentation pédagogique :

Cette unité d'enseignement a pour but de confronter les étudiants au comportement mécanique "complexe" (non idéal) des fluides qui jouent un rôle essentiel dans notre environnement quotidien et dans le domaine industriel et technique. Les objectifs pédagogiques sont les suivants : décrire les propriétés mécaniques de ces fluides, en soulignant leur originalité par rapport aux comportements idéaux (illustrations à l'aide de films et description d'expériences) ; modéliser leur comportement mécanique à l'aide de lois de comportements ; comprendre ces propriétés en relation avec la structure microscopique de ces fluides.

### Contenu de l'Unité d'Enseignement :

- Rappels sur les sollicitations élémentaires (cisaillement et élongation), et les lois de comportement idéales (solide élastique, fluide visqueux).
- Origine microscopique et ordre de grandeur du module de Young d'un réseau cristallin (métal) et de la viscosité des gaz et des liquides simples (théorie cinétique des gaz, modèle de Eyring).
- Viscoélasticité :
  - Evolution au cours du temps du comportement mécanique : fluage et relaxation. Temps caractéristique de relaxation.
  - Origine microscopique du comportement viscoélastique des matériaux mous (élastomères, mousses, solutions de polymères...)
  - Modèles viscoélastiques macroscopiques (Maxwell, Kelvin-Voigt).
  - Applications : fluage du pétrole brut, de mousses aqueuses ...
- Fluides non-Newtoniens :
  - Fluides à seuil d'écoulement. Fluides rhéofluidifiants. Modélisation macroscopique.
  - Origine microscopique (polymères, suspensions, émulsions ...).
  - Applications : écoulements en conduite, écoulements par gravité.

**Travaux pratiques** : Mesure de la contrainte seuil de matériaux mous (dentifrice, gels, mousses) par la méthode du mini-cône, dérivée du "slump test" pour l'ouvrabilité du béton frais. Interprétation en termes de régime d'affaissement/d'étalement.

**Pré-requis** : Mécanique des milieux continus, notions de contrainte, déformation et taux de déformation, lois de comportements simples (fluide visqueux et solide élastique).

### Références bibliographiques:

- *"Hydrodynamique physique"*, M. Fermigier, Dunod (1999).
- *"Initiation à la rhéologie"*, G. Couarraze et J.L. Grossiord, Tech & Doc, Lavoisier (2000).
- *"La mise en forme des matières plastiques"*, J.F. Agassant et al., Tech & Doc, Lavoisier (1996).
- *"An introduction to rheology"*, Barnes H.A., Hutton J.F., Walters K., Elsevier (1989).
- *"Dynamics of polymeric liquids"*, Bird R.B., Armstrong R.C., Hassager O., Wiley, New-York (1987).
- *"Gouttes, Bulles, Perles et Ondes"*, D. Quéré, F. Brochart-Wyart, P-G De Gennes, Belin (2005).

**Ressources mises à disposition des étudiants** : Diapos du cours, fascicule de TD, liens vers des vidéos pédagogiques.

**Connaissances scientifiques développées dans l'unité** : Modélisation mathématique (Résolution d'équation différentielles, comportements asymptotiques d'une fonction). Exploitation de données expérimentales (graphes, tableaux).

**Compétences développées dans l'unité :**

- Connaître les ordres de grandeurs des modules de Young et de la viscosité des différentes classes de matériaux.
- Comprendre la relation entre le comportement mécanique macroscopique et la structure microscopique d'un fluide complexe.
- Décrire des observations expérimentales à l'aide d'un modèle mécanique.
- Choisir les propriétés mécaniques optimales d'un fluide complexe en vue d'une application (cahier des charges).

**Volumes horaires présentiel et hors présentiel :**

Heures présentiellees totales : 27 h réparties en 12 h de CM, 12 h de TD, 3h de TP expérimentaux.

Travail personnel attendu : 20 h.

**Évaluation :**

- Deux examens écrits de 1h30 chacun.
- Travaux pratiques expérimentaux : 1 séance de 3h, travail préparatoire et compte rendu.

**Responsable : Anne Mongruel ([anne.mongruel@sorbonne-universite.fr](mailto:anne.mongruel@sorbonne-universite.fr))**