

**Objectifs de l'UE****Au terme de cette UE, les étudiants seront capables de :**

- Expliquer le principe de discrétisation spatiale et temporelle
- Utiliser la méthode des différences finies pour discrétiser des EDP linéaires du second ordre et analyser les propriétés des schémas
- Résoudre numériquement un problème de mécanique des fluides lié à des EDP linéaires d'ordre 2 en développant un code de calcul
- Analyser la solution numérique afin de choisir le schéma de discrétisation le plus approprié
- Expliquer la notion de couche limite
- Expliquer et prendre en compte les hypothèses permettant de résoudre un problème d'écoulement laminaire au voisinage de parois
- Nommer et comprendre le sens physique de grandeurs caractéristiques
- Résoudre le problème de l'écoulement laminaire sur plaque plane
- Proposer des solutions approchées pour les couches limites laminaires avec ou sans gradient de pression
- Analyser des résultats de calculs de couches limites
- Travailler en groupe pour proposer une solution à un problème de couche limite laminaire (étude de cas) et la restituer à l'oral et par écrit
- Distinguer un fluide Newtonien d'un fluide non-Newtonien
- Savoir utiliser les lois de comportement de la plupart des fluides non newtoniens
- Rédiger un rapport scientifique décrivant la démarche mise en œuvre, justifiant les choix faits et analysant les résultats obtenus

**Description des ECUE****MECANIQUE DES FLUIDES NUMERIQUE**

Principe de discrétisation, propriétés des méthodes numériques; Méthodes des volumes finis, stabilité des schémas numériques; Application aux équations paraboliques, hyperboliques et elliptiques; Application aux équations de Navier-Stokes; Mise en pratique de la méthode des volumes finis pour résoudre un problème de convection diffusion en 1D puis 2D: développement d'un code de calcul en Python. Création de documents scientifiques interactifs avec JupyterLab.

**COUCHE LIMITE LAMINAIRE**

Exemples d'écoulements avec couches limites et/ou sillages; Notion de couche limite; Premier problème de Stokes; Développement asymptotique et équations de Prandtl; Couche limite laminaire sur plaque plane : solution exacte de Blasius; Solutions de Falkner Skan; Couche limite laminaire avec gradients de pression : méthode

de Polhausen, méthodes itératives, méthode de Walz.

## **FLUIDES A RHEOLOGIE COMPLEXE**

Généralités sur la rhéologie; Introduction aux fluides non newtoniens ou fluides complexe; Effet de la température sur la viscosité dynamique, gradient pariétal de vitesse et contrainte de cisaillement; Lois de comportement des fluides complexe : Viscosité apparente, indice de consistance et indice de comportement, Fluides à seuils : loi de comportement de Bingham, Fluides d'Ostwald : fluides rhéofluidifiants et fluides rhéoépaississants; Les rhéomètres.

### **Pré-requis**

EDP du 2nd ordre, Résolution de système d'équations linéaires, Nombres complexes, Série de Fourier, Valeurs et vecteurs propres, Notions d'utilisation d'un langage de programmation, Mécanique des fluides, Thermodynamique.

### **Bibliographie**

D. Euvrard, Résolution Numérique des équations aux dérivées partielles, Masson, 1994 -- J.H. Ferziger et M. Peric, Computational Methods for Fluid Dynamics, Springer, 2002 -- J.Cousteix, Couche limite laminaire, Cépaduès, 1989. -- H. Schlichting, Boundary Layer theory, Springer, 2000. -- Comprendre la rhéologie : De la circulation du sang à la prise du béton, P. Coussot et J.L Grossiord, EDP Sciences, 2001 -- Rhéophysique des pâtes et des suspensions, P. Coussot et J.L Grossiord, EDP Sciences, 1999.