

Mécanique des Fluides 1



Composante
École Nationale
Supérieure
d'Électrotechnique
d'Électronique
d'Informatique
d'Hydraulique
et des
Télécommunications

En bref

- **Volume horaire texte (reprise v3):** 52.5
- **Code:** N6AM02A

Présentation

Objectifs

L'objet de ce cours est de décrire les phénomènes hydrodynamiques particuliers que l'on rencontre à petit nombre de Reynolds. Les équations de base sont commentées, analysées et résolues dans des géométries simples.

Description

Ce cours est divisé en trois parties: une introduction à la mécanique des fluides suivi de l'étude des écoulements laminaires d'une part (Bas Reynolds) et des écoulements potentiels d'autre part (Reynolds infini).

Introduction à la mécanique des fluides

Écoulement à bas Reynolds

Introduction : $Re \ll 1$ qu'est ce que l'inertie ? et applications

Équations de base et différentes formulations

Propriétés spécifiques (linéarité, réversibilité, réciprocity) et conséquences.

Solutions fondamentales des équations de Stokes

Cellule de Hele-Shaw

Lubrification (palier hydraulique)

Écoulements dans les couches minces

Calcul de la force de Stokes

Écoulement potentiels (haut Reynolds)

Ce cours traite des écoulements potentiels, c'est à dire des écoulements à nombre de Reynolds infini pour lesquels la dissipation visqueuse est négligeable. Ceci représente un des rares cas où la résolution des équations de Navier-Stokes est possible analytiquement. Malgré l'absence de prise en compte de la turbulence, la résolution des écoulements potentiels permet de donner une bonne estimation des écoulements à haut Reynolds loin d'objets ou de parois (à l'extérieur de la couche limite), et de se familiariser avec la physique sous-jacente aux équations. Les écoulements potentiels correspondent historiquement aux premiers écoulements résolus analytiquement, et sont encore aujourd'hui à la base des principes de l'aérodynamique qui représente une des sources principale d'application.

En partant des équations de Navier-Stokes, nous simplifierons les équations pour arriver aux équations de conservations de la masse et de la quantité de mouvement dans l'hypothèse d'un écoulement potentiel (Equations de Stokes et de Bernoulli). Après avoir détaillé les principales caractéristiques de ces équations, nous verrons comment des écoulements potentiels peuvent être formés à partir de la superposition d'écoulement de base. Ces écoulements seront appliqués à des cas simples. Par la suite, le problème sera traité à partir de l'analyse complexe, qui sera introduite. Nous verrons ensuite comment déterminer la portance qui s'applique à un objet de forme quelconque à partir des transformations conformes.

Pré-requis obligatoires

Le cours de mécanique des milieux continus

+ Outils mathématiques:

- Savoir dériver et intégrer des fonctions de bases (polynôme, $1/r$, $\log(r)$, $\exp(i\theta)$,...)
- Savoir appliquer les opérateurs div, rot et grad en coordonnées cartésiennes et en coordonnées polaire/cylindrique
- Connaître et appliquer le théorème de Green-Ostrogradsky et de Stokes.

Infos pratiques