

PARCOURS STREAM

Simulation and Tools for numerical Resolution
in Energy and Advanced Mechanics

5ème année

Département Mécanique Énergétique
Polytech Marseille

amu Aix
Marseille
Université



Une spécialisation pour répondre aux problèmes industriels de demain

Face à la **complexification des systèmes industriels**, la simulation numérique est devenue un outil incontournable pour **concevoir, analyser et optimiser les systèmes en mécanique et en énergétique**. Les problématiques actuelles et futures – qu’elles concernent les transports, les énergies, le bâtiment, les risques, l’environnement ou encore la médecine – mettent en jeu des écoulements souvent instationnaires, des géométries complexes et des phénomènes couplés (compressibilité, turbulence, transferts thermiques, changements de phase). Dans ce contexte, les essais expérimentaux, bien que essentiels, restent coûteux, longs à mettre en œuvre et parfois limités dans leur capacité d’exploration. La simulation numérique permet ainsi :

- d’étudier des **phénomènes complexes** dans des conditions contrôlées,
- de **tester rapidement** différentes configurations ou scénarios,
- de **réduire les coûts** de développement et d’expérimentation,
- d’**accéder à des grandeurs difficilement mesurables** expérimentalement.

Ce parcours forme des **ingénieurs spécialisés dans la modélisation, la simulation numérique et l’analyse critique de systèmes fluides faisant intervenir des transferts énergétiques**. Les ingénieurs issus de ce parcours sont capables d’intervenir sur l’ensemble de la chaîne de simulation. Il prépare aux métiers d’ingénieur calculs, études et simulations, au cœur des activités de R&D et d’ingénierie.

Une formation alliant physique, modélisation et outils numériques

Ce parcours propose une formation approfondie couvrant l’**ensemble des étapes du calcul scientifique** appliqué aux écoulements et aux transferts :

- l’identification des **phénomènes physiques prépondérants** (écoulements compressibles et incompressibles, milieux diphasiques, transferts thermiques, changement de phase),
- le choix et l’analyse des **modèles mathématiques** adaptés,
- le développement et l’implémentation de **méthodes numériques**,
- la mise en œuvre des **simulations** sur différents environnements de calcul,
- le post-traitement, l’**analyse et l’interprétation** des résultats.

Les étudiants acquièrent également une solide maîtrise des outils numériques à leur disposition (programmation en Python, C/C++, travail sous environnement Linux, outils de visualisation et de post-traitement, recours à l’IA), ainsi qu’une capacité à mobiliser des logiciels open source pour chaque étape du processus de simulation.

La formation s’appuie sur des mini-projets et des études de cas appliquées, permettant de mettre en pratique les compétences sur des problématiques concrètes issues de l’ingénierie.

Organisation du parcours

5ème année – Semestre 9

206 heures d'enseignement, 16 ECTS, 2 Unités d'Enseignement

Écoulements monophasiques et couplages thermo-mécaniques

- Écoulements de fluides incompressibles
- Volumes finis du 1D au multiD
- Simulations d'écoulements en eau peu profonde
- Thermo-mécanique
- Méthodes numériques pour les instabilités
- Modélisation mathématique : principe variationnel
- Phénomènes transitoires rapides avec interactions fluides-structures (intervenant EDF R&D)

Écoulements diphasiques et transferts

- Écoulements hétérogènes
- Méthodes et algorithmes de suivi d'interface
- Écoulements gaz-particules
- L'importance de la simulation numérique dans la propulsion spatiale (intervenant CNES)
- Simulation continue des milieux granulaires
- Simulations diphasiques liquide-gaz (intervenant Inria)
- Simulations avec changement de phase

Ces enseignements permettent d'aborder des problématiques variées telles que la cavitation, les couplages fluides/thermique/structure, les écoulements compressibles ou encore les phénomènes multiphasiques complexes.

Une formation orientée vers les applications industrielles

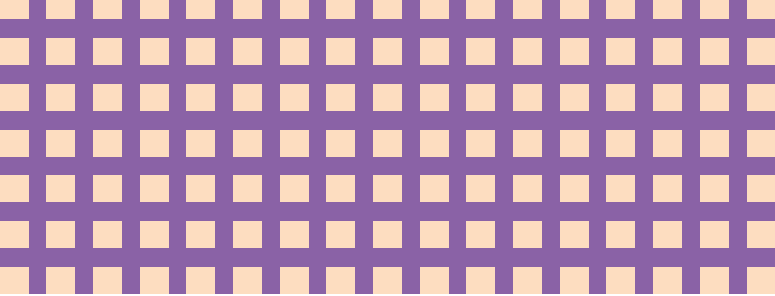
Les compétences développées trouvent des applications directes dans de nombreux domaines :

- **Transport** (aéronautique, automobile, spatial) : aérodynamique, propulsion, combustion
- **Énergie** (renouvelable et conventionnelle) : turbines, échangeurs, écoulements complexes
- **Bâtiment** : thermique, ventilation, confort
- **Environnement et risques** : inondations, pollution, avalanches, incendies, explosions
- **Électronique** : refroidissement de composants
- **Santé** : écoulements biologiques, traitements curatifs par ondes de choc

Le parcours ouvre ainsi sur des métiers en ingénierie, R&D et calcul scientifique, dans tous les secteurs où la simulation joue un rôle stratégique.

Pour qui ?

- Élèves Polytech Marseille – Département Mécanique Énergétique FISE
- Élèves Réseau Polytech en mobilité interne (S9)
- Élèves étrangers en mobilité internationale



CONTACTS

Polytech Marseille – Département Mécanique Énergétique

Responsable du Parcours

Fabien Petitpas

fabien.petitpas@univ-amu.fr

Directeur de la filière

Georges Jourdan

georges.jourdan@univ-amu.fr



polytech.univ-amu.fr

