

La spécialité **Ingénierie de la modélisation et simulation numérique** est une formation professionnelle de niveau Ingénieur (Bac+5). Elle est centrée sur l'apprentissage et l'utilisation des techniques mathématiques et numériques intervenant dans la modélisation des phénomènes complexes. On vise à former des spécialistes du calcul scientifique, capables de prendre en main et de développer des codes de simulation, et de dialoguer avec les spécialistes des disciplines d'application.

[1. Poursuite d'études et débouchés](#)

[2. Conditions de recrutement](#)

[3. Organisation de l'année](#)

[4. Programme des cours](#)

[5. Exemples de sujets de stages récents](#)

1. Poursuite d'études et débouchés

Il s'agit d'un diplôme terminal, la poursuite d'études est exceptionnelle.

Débouchés : Ingénieur d'étude, Ingénieur de développement, Chef de projet dans les bureaux d'études et services recherche-développement des secteurs industriels.

2. Conditions de recrutement

Cadre général : Le recrutement en M2 s'effectue sur dossier. Le parcours de l'étudiant devra faire apparaître une formation solide en Mathématiques Appliquées ou Mathématiques et contenir en M1 un minimum de 18 ECTS dans les matières suivantes : méthodes numériques pour les EDP, méthodes variationnelles, calcul scientifique.

Localement: S'agissant du site grenoblois, on s'appuiera essentiellement sur les étudiants titulaires du M1 du Master Mathématiques, Informatique, ayant choisi la majeure mathématiques ou la majeure mathématiques appliquées et industrielles. Il leur sera demandé d'avoir suivi les UE liées aux méthodes numériques pour les EDP.

3. Organisation de l'année

Deux trimestres (T1 : septembre-décembre et T2 : janvier-mars), avec examens à la fin de chacun d'eux, puis **Stage** (30 ECTS) d'au moins 4 mois (souvent 6) d'avril à septembre

4. Programme des cours

Calcul scientifique 1

Objectif : présenter dans un cadre mathématique les principales équations et les principaux modèles rencontrés dans les applications physiques usuelles. Techniques de résolution adaptées.

Contenu : mécanique des milieux continus, mécanique des fluides, élasticité linéaire, électromagnétisme... TPs avec logiciels de simulation.

Méthodes inverses

Objectif : donner les bases des méthodes mathématiques permettant de combiner de façon optimale les informations de type modèles mathématiques et numériques et les données d'observation

Contenu :

Rappels d'optimisation, conditions d'optimalité, équation d'Euler-Lagrange
Problèmes de contrôle, modèle adjoint, système d'optimalité
Problèmes discret et continu, algorithmes numériques
Régularisation, pénalisation
Approche statistique : estimation statistique linéaire, filtrage
Exemples de problèmes physiques

Méthodes numériques avancées pour les EDP

Objectif : apporter des compléments sur des méthodes numériques plus spécialisées, et/ou non encore vues dans le cursus

Contenu :

Méthodes de volumes finis pour les lois de conservation
Méthodes de décomposition de domaine
Couplage de systèmes d'équations

Visualisation scientifique

Objectif : introduction aux techniques de représentation et visualisation (et analyse) de (grands) ensembles de données issus de nombreux domaines d'application (géométrie, médecine, mécanique des fluides, biologie...). Module commun avec la spécialité Ingénierie de l'Image et de la CAO.

Contenu :

Représentation de grands ensembles de données 3D
Visualisation de données volumiques : iso-surfaces, rendu volumique, applications à l'imagerie médicale
Visualisation de données de type surface-on-surface ...
Modélisation de scattered data 2D et 3D
Représentations hiérarchiques
Visualisation de champs de vecteurs et de tenseurs, application en dynamique des fluides

Calcul scientifique 2 et logiciels de simulation

Objectif : Problèmes et méthodes usuels en calcul scientifique. Initiation à des logiciels de simulation numérique

Contenu :

Calcul scientifique et intégration d'outils

Introduction au calcul réparti
Introduction à Fluent

Projet de modélisation

Réalisation, en groupe, d'un projet de modélisation. Apprentissage de la gestion de projet.

Outils informatiques

Objectif : module de mise à niveau et de perfectionnement en informatique.
(module commun aux trois spécialités professionnalisantes de type maths appliqués)

Contenu :

Environnements scriptés de base : R, SAS, Scilab/Octave/Matlab, Python

Environnements de programmation avancé :

Forge, Cmake, validation, profiling, librairies C++

Format de données (XML, HDF5, netcdf)

Python avancé

Visualisation de données (VTK, paraview)

Connaissance de l'entreprise

Communication, CV et entretiens, conférences industrielles

Anglais

5. Exemples de sujets de stages récents

Institut Pierre Fabre : Modélisation mécanique du tissu cutané

INRIA : Simulation de circuits électroniques

Cegelec : Simulation numérique pour le dimensionnement d'antennes télécom

Mexique : Méthodes inverses pour la modélisation d'eaux souterraines

CNES : Calcul d'orbites de satellites

Bull : Optimisation du logiciel Fluent sur architecture NovaScale

CEA : Couplage transport - chimie

Vietnam : Modélisation d'inondations

Air Liquide : Modélisation des réservoirs cryogéniques d'Ariane 5

INRA : méthodes inverses pour modélisation de la végétation

INRIA : simulateur de dynamique moléculaire

CSTB : algorithmes pour le rendu sonore réaliste

EDF : Calcul d'un barrage en enrochement

IMEC : procédé de fabrication de cellules photo-voltaïque

RC-LUX : optimisation d'un dispositif de stérilisation

Dassault : couplage multi-physiques

EuroCopter : gestion de la jauge carburant d'un hélicoptère

Brésil : calcul scientifique en météorologie