

Objectifs de la formation

Le master Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique (MACS) est une formation de chercheurs scientifiques de haut niveau en mathématiques appliquées. L'objectif de la formation a été conçu de manière à ce que les étudiants acquièrent des compétences en modélisation, simulation, optimisation, image et fouille de données qui sont au cœur des besoins du monde actuel. Pour ce faire, les aspects théoriques et appliqués en équations aux dérivées partielles, en analyse numérique, en statistique, en probabilités, en algorithmique et en calcul scientifique sont abordés tout au long du parcours. Ainsi que la maîtrise de différents langages de programmation, de logiciels et de plateformes numériques.

Débouchés de la formation

Le master MACS a pour vocation de former des mathématiciens appliqués pouvant s'impliquer, au sortir de la formation, dans des secteurs d'activités variés :

- entreprendre et réussir une thèse dans la recherche académique ou industrielle provenant des problèmes appliqués variés tels que la physique, la chimie, les sciences de l'ingénieur, l'économie ou encore la santé ;
- tenant compte de son contenu riche et varié en mathématiques appliquées, en outils informatique et en calcul scientifique, les titulaires sont capables de faire une bonne carrière professionnelle;
- faire une carrière d'enseignement ;
- intégrer les grandes écoles.

Conditions d'accès

Admission La formation est ouverte aux étudiants titulaires : <ul style="list-style-type: none">○ d'une licence SMA○ d'une licence en Mathématiques ou équivalent	Dates importantes <ul style="list-style-type: none">○ 17 Juillet 2019: Date limite d'inscription en ligne*○ 17 Juillet 2019: Date limite des dépôts de dossier○ 23 Juillet 2019: Date du test écrit○ 26-27 Juillet 2019: Dates des entretiens
Dossier (A envoyer au responsable) <ul style="list-style-type: none">○ Demande manuscrite adressée au coordonnateur de la filière○ Curriculum vitae○ Copies légalisées des diplômes du baccalauréat et de la licence○ Copies légalisées des relevés de notes○ Copie de la carte nationale	Contact : Responsable : Prof. Otmane Souhar Faculté des Sciences Département de Mathématiques BP 20, 24000 El Jadida souhar.o@ucd.ac.ma

(*)L'inscription en ligne est obligatoire, veuillez remplir le formulaire au lien :

196.200.172.89/master

Pour plus d'information sur la formation, veuillez consulter les sites web :

www.ucd.ac.ma ou www.fs.ucd.ac.ma/fs/

**ARCHITECTURE ET CONTENU DES MODULES DE LA FILIERE DU MASTER :
 Mathématiques Appliquées et Calcul Scientifique**

Semestre	Numéro et intitulé du Module	
S1	M1	Distributions et analyse de Fourier
	M2	Mesures et probabilités
	M3	Statistique inférentielle avec applications sur le logiciel R
	M4	Analyse matricielle
	M5	Algorithmique et programmation
	M6	Langue et communication : Anglais scientifique
S2	M7	Analyse des données
	M8	Introduction aux EDP
	M9	Contrôle de modèles dynamiques
	M10	Optimisation numérique
	M11	Modélisation et simulation avec Matlab
	M12	Soft skills
S3	M13	Approximation numérique des EDP par la méthode des EF
	M14	Méthodes numériques des problèmes de l'ingénieur : méthodes des DF et VF et méthodes nodales
	M15	Analyse matricielle avancée
	M16	Apprentissage automatique
	M17	Semi-groupes et théorie des systèmes
	M18	Théorie d'identification et applications
S4	M19-M24	Projet de fin d'études

CONTENU DES MODULES DE LA FILIERE

MODULES DU SEMESTRE 1

M1 : Distributions et analyse de Fourier

1. Généralité sur les distributions
2. Convolution
3. Transformée de Laplace
4. Transformée de Fourier
5. Applications aux EDP

M2 : Mesures et probabilités

I/ Théorie de la mesure :

1. Clans et Tribus de parties d'un ensemble
2. Mesures positives
3. Espaces mesurables et Fonctions mesurables
4. Mesures produits. Mesures Images. Mesures Induites
5. Mesures définies par des densités

II/ Théorie des probabilités :

1. Introduction générale
2. Variables aléatoires
3. Dépendance et Indépendance de variables
4. Fonctions caractéristiques :

M3 : Statistique inférentielle avec applications sur le logiciel R

1. Estimation statistique
2. Estimation ponctuelle
3. Estimation par intervalle de confiance
4. Méthodes d'estimation
5. Tests d'hypothèse
6. Analyse de la variance (ANOVA)

Travaux pratiques :

L'accroissement des données disponibles dans toutes les disciplines (sciences expérimentales, sciences humaines et sociales, données issues de calculs numériques) rend parfois complexe l'analyse des phénomènes étudiés. Il est alors essentiel de pouvoir extraire de l'information de ces bases de données, à l'aide d'outils statistiques.

Ce module est destiné aux scientifiques souhaitant s'appropriier les bases de la statistique inférentielle. Les concepts d'analyse des données, d'estimation et tests, d'analyse de la variance seront abordés d'un point de vue pratique. L'application de ces méthodes se fera à l'aide du logiciel gratuit R (<http://cran.r-project.org/>) et de son environnement R Studio (<http://www.rstudio.com/>).

Objectif 1: simulation des variables aléatoires avec le logiciel R:

R possède plusieurs distributions de probabilité en mémoire, sous forme de fonctions. Nous verrons comment utiliser ces fonctions pour la loi normale, puis nous indiquerons les autres fonctions disponibles pour les autres lois, leur fonctionnement étant très similaire.

Objectif 2: implémentation des tests d'hypothèses

Grâce à ses fonctions de calcul numérique avancé telles que les fonctions de distributions de probabilité, R permet d'effectuer à peu près n'importe quel test statistique. Néanmoins la procédure peut être laborieuse lorsque l'on effectue certains tests très utilisés (dits 'classiques'). C'est pourquoi R possède un certain nombre de tests tout prêts sous forme de fonctions. Nous allons en voir quelques uns: estimation et tests, problèmes à un échantillon • tests adéquatation (notion de test) à une valeur ou à une loi • intervalle de confiance • test d'indépendance – test de comparaison de moyenne.

M4 : Analyse matricielle

1. Rappels et compléments d'analyse linéaire
2. Propriétés de matrices : Matrices symétriques et hermitiennes - Matrices définies positives et semi-définies positives, Matrices monotones - Matrice réductible ou irréductible, ...
3. Méthodes de décomposition
4. Matrices creuses

M5 : Algorithmique et programmation

1. Introduction
2. Les bases du langage Python
3. Les structures
4. Introduction à la programmation orientée objet :
5. Manipuler des fichiers

M6 : Langue et communication : Anglais scientifique

1. Anglais Technique et Scientifique
2. Expressions écrite et orale
3. Rédaction d'un rapport
4. Mise en situation

MODULES DU SEMESTRE 2

M7 : Analyse des données

1. Introduction générale
2. Analyse en composantes principales
3. Analyse factorielle des correspondances
4. Analyse discriminante
5. Analyse en composantes principales par rapport à des variables instrumentales
6. Classification automatique et taxinomie

Travaux pratiques :

L'accroissement des données disponibles dans toutes les disciplines (sciences expérimentales, sciences humaines et sociales, données issues de calculs numériques) rend parfois complexe l'analyse des phénomènes étudiés. Il est alors essentiel de pouvoir extraire de l'information de ces bases de données, à l'aide d'outils statistiques.

Les étudiants seront tenus de présenter une étude exploratoire des données recueillies sur le terrain ou sur internet, selon leur nature, en utilisant l'une des méthodes apprises dans ce module. L'application de ces méthodes se fera à l'aide du logiciel gratuit R (<http://cran.r-project.org/>) et de son environnement R Studio (<http://www.rstudio.com/>).

M8 : Introduction aux EDP

1. Rappels et compléments
2. Espaces de Sobolev
3. Généralités sur les équations aux dérivées partielles
4. Etude des problèmes elliptiques
5. Etude des problèmes paraboliques

M9 : Contrôle de modèles dynamiques

1. Rappels
2. Modélisation d'un système de contrôle
3. Contrôlabilité
4. Stabilisation
5. Observabilité

M10 : Optimisation numérique

1. Formulation et analyse d'un problème d'optimisation
2. Optimisation numérique sans contraintes
3. Optimisation numérique avec contraintes

Travaux pratiques :

TP1 : Algorithme du Gradient à pas optimal :

L'idée de cet algorithme est d'essayer de calculer à chaque itération le paramètre ρ_k qui minimise la fonction dans la direction de la descente donnée par le gradient.

TP2 : Algorithme du gradient à pas fixe avec projection

TP3 : Algorithme d'UZAWA

M11 : Modélisation et simulation avec Matlab

1. Présentation et introduction à Matlab
2. Commandes Matlab
3. Exemples élémentaires de mathématiques
4. Instructions de base de l'algorithme: structures de données et structures de contrôle
5. Environnement, gestion des variables, fonctions et scripts, graphique
6. Analyse des données
7. Techniques de simulations aléatoires
8. Outils de statistique

Travaux pratiques :

TP1 : Exercices d'initiation à Matlab (manipulation de matrices, systèmes linéaires, étude de fonctions ...)

TP2 : Méthode de Monte-Carlo (calcul d'intégral, évaluation de la fonction d'erreur)

TP3 : simulation de la diffusion thermique dans un matériau

TP4 : simulation de la propagation d'une onde monodimensionnelle

M12 : Soft skills

- 1- **Action tripartites Company program INJAZ Al maghre-Hors cadres OCP-Professeur Universitaires UCD.** Les étudiants seront encadrés par des Hors Cadres de l'OCP et les enseignants tuteurs de l'équipe pédagogique du module dans le cadre du Company program offert généreusement par la fondation INJAZ Al Maghreb pour la promotion de l'esprit entrepreneurial chez les étudiants. Le projet d'entreprise est réalisé en groupes. L'équipe formatrice assure le suivi, le conseil, le contrôle de la progression du groupe et l'évaluation des résultats. Chaque groupe d'étudiants doit présenter un rapport écrit précisant le cahier des charges du projet, les méthodes et outils choisis pour le mener à terme, ainsi que les résultats obtenus.
- 2- **Action menée généreusement par la fondation EFFE Maroc.** Cette formation offre des programmes adaptés au marché du travail. Les compétences acquises à l'issue de cette action :
 - ✓ Développement personnel et maîtrise des techniques de recherche d'emploi
 - ✓ Rédaction d'un CV
 - ✓ Entretien d'embauche

MODULES DU SEMESTRE 3

M13 : Approximation numérique des EDP par la méthode des EF

1. Motivations : exemple de l'équation de la Chaleur et l'équation de Navier-Stokes
2. Approximation par la méthode des éléments finis
3. Éléments finis : théorie et exemples
4. Méthode des éléments finis mixtes pour le problème de Dirichlet

Travaux pratiques :

TP1 : Implémenter la méthode des éléments finis triangulaires P_1 en dimension 1

TP2 : Implémenter la méthode des éléments finis triangulaires P_2 en dimension 1

TP3 : Implémenter la méthode des éléments finis triangulaires P_1 en dimension 2

TP4 : Implémenter la méthode des éléments finis triangulaires Q_1 en dimension 2

TP5 : Comparaisons des résultats numériques

M14 : Méthodes numériques des problèmes de l'ingénieur : méthodes des DF et VF et méthodes nodales

1. Cadre fonctionnel et modèles
2. Rappels et compléments de la méthode des différences finies
3. Méthode des Volumes Finis (MVF)
4. Méthodes nodales

Travaux Pratiques :

TP 1 : (Rappel) Approximation d'un problème elliptique linéaire 1D par la méthode des différences.

Approximation de l'équation de poisson en 2D par un schéma aux différences. Approximation de l'équation de la chaleur 1D par la méthode des différences finies : Maillage, discrétisation espace-temps, schémas aux différences finies : (explicite et implicite), représentation graphique des résultats.

TP2: Approximation d'un problème elliptique linéaire 1D et 2D par une méthode de volumes finis : Maillage, discrétisation, assemblage et résolution du système discret final, comparaison et représentation graphique des résultats.

TP3: Approximation d'un problème elliptique 2D par une méthode nodale: Maillage, discrétisation, numérotation et résolution du système discret final, représentation graphiques des résultats.

TP4: Approximation d'un problème parabolique 1D par une méthode nodale: Maillage, discrétisation, numérotation et résolution du système discret final, représentation graphiques des résultats.

M15 : Analyse matricielle avancée

1. Architectures des calculateurs
2. Rappel des méthodes directes pour la résolution des systèmes linéaires
3. Méthodes itératives de type Krylov
4. Préconditionnement des grands systèmes linéaires creux

Travaux pratiques :

TP1 : Implémentation des méthodes itératives basiques (Jacobi, Gauss-Seidel, Relaxation)

TP2 : Implémentation de la méthode du gradient conjugué pour des matrices symétriques définies positives

TP3 : Implémentation de la méthode du GMRES pour des matrices quelconques

TP4 : Implémentation de la méthode ILU et IC

TP5 (Facultatif) : Implémentation des méthodes du gradient conjugué et GMRES préconditionnées

M16 : Apprentissage automatique

1. Vue introductive au machine Learning
2. Faisabilité de l'apprentissage
3. Modèles linéaires
4. Problème de l'overfitting
5. Réseaux de neurones

Travaux pratiques :

TP1 : Initiation au ML

- ✓ Découverte des bibliothèques Python pour la data Science
- ✓ Manipuler les données numpy, matplotlib et pandas
- ✓ Possibilités du ML
- ✓ Entraînement d'un premier exemple
- ✓ TP régression linéaire, Knn utilisation de Scipy

TP2 : Difficultés du ML

- ✓ Compromis biais variance
- ✓ Généralisation du modèle
- ✓ Malédiction de la dimension

TP3 : Algorithmes non supervisés

TP4 : Evaluer et améliorer les performances d'un modèle

M17 : Semi-groupes et théorie des systèmes

1. Opérateurs linéaires non bornés sur un espace de Banach
2. Co-Semi-groupes : définitions et Propriétés
3. Théorème de Hille –Yosida
4. Théorème de Lumer-philips
5. Semi-groupes diagonaux (spectraux de Riesz)

M18 : Théorie d'identification et applications

1. Introduction Définitions, Objectifs d'identification, Procédure d'identification
2. Structure de modèle
3. Identification non paramétrique
4. Identification paramétrique
5. Mise en œuvre et validation

Travaux pratiques :

- ✓ Rappel : Initiation à Matlab
- ✓ initiation à SIMULINK : Création d'un modèle Simulink, Application des régulateurs de type PI, PID, Simulation de modèles type ARMA.
- ✓ Identification de système : Prétraitement des données expérimentales, choix du modèle, Validation.
- ✓ Utilisation de la « toolboxident » sous Matlab pour l'identification de système
- ✓ Désignation de commande pour des systèmes identifiés : commande PI, PID, feedback d'état.

Applications :

- ✓ Procédé de fabrication de tube en verre
- ✓ Dynamique de véhicule.
- ✓ Mini-projets sur ordinateurs.

MODULES DU SEMESTRE 4

M19-24 : Projet de fin d'études