
MASTER DE MATHÉMATIQUES DE POITIERS.
SPÉCIALITÉ :
MODÉLISATION MATHÉMATIQUE & ANALYSE STATISTIQUE

Responsables

- Marc ARNAUDON, professeur des universités, responsable des relations avec les entreprises.
`arnaudon@math.univ-poitiers.fr`
- Anthony PHAN, maître de conférences, responsable pédagogique.
`phan@math.univ-poitiers.fr`
- Alessandra SARTI, professeur des universités, responsable des relations internationales.
`sarti@math.univ-poitiers.fr`
- Pol VANHAECKE, professeur des universités, directeur du laboratoire de Mathématiques et Applications de l'université de Poitiers.
`vanhaeck@math.univ-poitiers.fr`

Laboratoire de Mathématiques et Applications, SP2MI,
Téléport 2,
Boulevard Marie et Pierre Curie,
BP 30 179 – 86 962 Futuroscope Chasseneuil cedex
Tél : 05.49.49.69.00
Fax : 05.49.49.69.01

Introduction

L'introduction d'une filière professionnelle dans le cadre du Master de Mathématiques de l'université de Poitiers est motivée, d'une part par les exigences de professionnalisation des formations universitaires au niveau national, et d'autre part, et surtout, par la nécessité de la présence de professionnels au niveau bac + 5 dans de nombreux secteurs de l'industrie, des services et des collectivités locales ayant des *compétences* sérieuses en Mathématiques, et en particulier en Probabilités et Statistiques.

Ces *compétences* sont celles d'un ingénieur mathématicien *polyvalent* ayant une forte culture en ce qui concerne les Probabilités, la Statistique et leurs principaux domaines d'application (Mathématiques Financières, Biostatistique, Gestion du Risque, Traitement du Signal et des Images), ainsi que du traitement pratique et de la synthèse de données. Un fort accent est mis sur les aspects numériques : programmation, simulation, utilisation de logiciels de Statistique, de bases de données.

Les *débouchés professionnels* sont ceux qui correspondent aux compétences sus-mentionnées, et — étant donnée la polyvalence attendue — ne sont pas uniquement dirigés vers les

Mathématiques Financières, la Biostatistique ou la Gestion du Risque, puisque des formations dédiées à chacun de ces thèmes existent déjà dans le pôle auquel appartient l'université de Poitiers, bien qu'elles ne s'inscrivent pas nécessairement dans le cadre d'une formation mathématique.

1. Objectifs

1.1. OBJECTIFS PÉDAGOGIQUES

Ce Master est destiné à former des ingénieurs mathématiciens polyvalents ayant, en particulier, une solide formation en Probabilités et Statistique. L'enseignement de Probabilités met l'accent sur :

- *la modélisation stochastique* en temps discret et continu (processus stochastiques, martingales, chaînes de Markov, chaînes de Markov cachées, chaînes semi-markoviennes, intégration et équations différentielles stochastiques) ;
- *la simulation aléatoire* (bases de la génération de nombres au hasard, algorithme de Metropolis) et l'utilisation de méthodes probabilistes pour le calcul scientifique et l'optimisation (entre autres, la méthode de Monte-Carlo, le recuit simulé, les algorithmes génétiques).

L'enseignement de Statistique met l'accent sur :

- *l'extraction d'informations* (statistique descriptive, data mining) ;
- *l'aide à la décision* (statistique inférentielle, minimisation des coûts, analyse de risque) ;

Ces dominantes sont complétées par :

- des enseignements de Mathématiques principalement orientés vers la compréhension, la réalisation et la mise en œuvre des technologies et modèles mathématiques ;
- des enseignements d'ouverture, en particulier à l'entreprise et à la vie professionnelle ;
- des enseignements de spécialisation approfondissant des thématiques abordées dans les cours antérieurs (Mathématiques financières, Biostatistiques, Gestion du Risque, Traitement du Signal et des Images).

L'utilisation de logiciels professionnels pour l'analyse statistique, la gestion de bases de données, et aussi la programmation, sont mis en avant.

1.2. OBJECTIFS PROFESSIONNELS

L'insertion professionnelle visée par cette formation concerne toutes les structures nécessitant l'expertise d'un ingénieur mathématicien, et de ses capacités à établir des modèles, à comprendre ceux qui existent et interpréter leurs prédictions, et à valoriser des données selon des méthodes statistiques, à savoir :

- les institutions publiques ;
- les bureaux d'études et les sociétés de consultants ;
- les banques ;
- les entreprises de haute technologie ;
- les laboratoires de Recherche ;
- les grandes entreprises ;
- la grande distribution ;
- les compagnies de télécommunications ;

Les métiers visés sont des « métiers d'interface » entre les différents acteurs d'une même entreprise ou d'une même administration, ainsi que les métiers d'ingénieurs en Recherche et Développement.

2. Admission

L'admission se fait sur la base d'une Licence de Mathématiques Générales, qu'elle soit orientée vers la préparation aux concours de recrutement dans le second degré, ou vers les applications informatiques ou physiques. L'obtention d'un module de probabilités correspondant au programme du CAPES est une *close nécessaire* à cette admission.

Les modalités de cette admission sont la présentation d'un dossier détaillant le cursus universitaire et l'exposé des motivations du candidat. *Voir*

<http://sfa.univ-poitiers.fr/Inscriptions/index.html>

3. Organisation de la formation

3.1. PREMIER SEMESTRE

MATH 1M02 : *Probabilités Générales.*

Présence : 60h [c24, td24, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Marc Arnaudon, Julien Michel, Anthony Phan. (UE mutualisée avec la spécialité *Mathématiques Fondamentales et Applications* du Master de Mathématiques de Poitiers).

Cadre probabiliste, tribus et conditionnement, vecteurs gaussiens et lois dérivées, convergences en loi, en probabilité, presque-sûre, théorèmes limite. Générateurs aléatoires, simulations, méthode de Monte-Carlo avec Maple et Scilab.

MATH 1M09 : *Statistique Descriptive.*

Présence : 60h [c20, td28, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Pierre-Yves Louis.

Problématique des études statistiques ; échantillonnage, sondages ; réduction des données, représentations graphiques ; statistiques numériques, régression, analyse en composantes principales, analyse factorielle des correspondances, analyse factorielle discriminante. Travaux pratiques : statistiques descriptives de données avec SAS et R.

MATH 1M10 : *Analyse Hilbertienne.*

Présence : 60h [c20, td28, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Frédéric Bosio, Julien Dambrine.

Espaces de Hilbert ; fonction d'une variable complexe ; calcul symbolique (distributions), théorie de Fourier, transformation de Laplace, ondelettes ; liens avec la théorie des probabilités. Travaux pratiques : illustrations numériques avec MATLAB/SCILAB.

MATH 1M11 : *Algorithmique et Bases de Données.*

Présence : 60h [c18, td24, tp18], 6 crédits. CC_1 = projet d'Algorithmique, CC_2 = projet de Bases de Données, $E = 2/3E_{\text{Algo}} + 1/3E_{\text{BD}} =$ examens d'Algorithmique (2/3) et de Bases de Données (1/3) (total 4h), $N = \sup(E, (3E + 2CC_1 + 1CC_2)/6)$ ($[4, 2, 6] = 12$). La seconde session porte sur les deux parties de cette UE.

Algorithmique.

Présence : 40h [c12, td16, tp12]. $CC_1 =$ projet, $2/3E = 2/3$ examen.

Intervenants : Patrice Naudin, Claude Quitté.

Représentations des nombres et leurs arithmétiques, algorithmes fondamentaux (calcul, tri, rangement) et complexité, codage, information, entropie. Travaux pratiques en langage C/C++.

Bases de données.

Présence : 20h [c6, td8, tp6]. $CC_2 =$ projet, $1/3E = 1/3$ examen.

Intervenants : Serge Sabourin.¹

Introduction aux bases de données, apparition et rôle dans le monde professionnel, principaux logiciels de gestion de base de données (ACCESS, ORACLE, MYSQL), systèmes experts, data mining, question des données manquantes.

PMCL (60h, 6 crédits).

- *Anglais (20h).*

- MATH 1Modan : *Méthodologie, modélisation et analyse numérique.*

Présence : 24h [c18, td0, tp6]. $CC_1 =$ écrit sur table (1h), $CC_2 =$ écrit sur table (1h), $CC_3 =$ compte rendu, $N = (CC_1 + CC_2 + CC_3)/3$ ([4, 4, 4] = 12).

Intervenants : Alain Miranville, Morgan Pierre.

Résolution de systèmes linéaires, décomposition LU, recherche de valeurs propres ; systèmes d'équations non linéaires. Travaux pratiques avec SCILAB.

- *Préparation à la vie professionnelle (16h).*

Conférences Scientifiques organisées par le laboratoire de Mathématiques et Applications et le SP2MI.²

3.2. SECOND SEMESTRE

MATH 2M12 : *Processus à temps discret.*

Présence : 60h [c20, td28, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Anthony Phan.

Chaînes de Markov à espace d'états dénombrable, chaînes de Markov cachées, martingales dans \mathbf{R}^n , files d'attente, optimisation stochastique. Travaux pratiques : simulations en langage Scilab.

MATH 2M13 : *Statistique Inférentielle.*

Présence : 60h [c20, td28, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Julien Michel.

Estimation ponctuelle et par intervalles (fiabilité, risques) ; théorie des tests, lemme de Neyman–Pearson, maximum de vraisemblance, tests pour des lois gaussiennes, tests paramétriques, non paramétriques, univariés et multivariés. Travaux pratiques : estimation et tests avec le logiciel SAS ou R, applications à la Biostatistique et aux statistiques industrielles.

MATH 2M14 : *Équations aux Dérivées Partielles et Méthodes Numériques.*

Présence : 60h [c20, td28, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Jean-Michel Rakotoson, Julien Dambrine.

Équations différentielles et aux dérivées partielles, équations classiques issues de la Physique et de la Biologie, méthodes numériques. Travaux pratiques : mise en œuvre en C/C++, puis avec MATLAB/SCILAB.

1. Enseignement assuré par un intervenant extérieur.

2. Sciences Physiques, Mécanique, Mathématiques et Informatique.

MATH 2M15 : *Optimisation et Théorie des Graphes.*

Présence : 60h [c20, td34, tp6], 6 crédits. $CC_1 = (CC_{O1} + CC_{O2})/2$, $CC_2 = CC_{TG}$, $E = (E_O + E_{TG})/2$, $N = \sup(E, (2E + CC_1 + CC_2)/4)$ ($[3, 3, 6] = 12$). La seconde session porte sur les deux parties de cette UE.

- *Optimisation.*

Présence : 30h [c10, td14, tp6]. CC_{O1} = compte rendu, CC_{O2} = écrit sur table (2h), E_O = examen (2h).

Intervenants : Morgan Pierre.

Optimisation sans contrainte, avec contrainte ; programmation linéaire et applications en finance.

- *Théorie des Graphes et Optimisation Combinatoire.*

Présence : 30h [c10, td20, tp0]. CC_{TG} = écrit sur table (2h), E_{TG} = examen (2h).

Intervenants : Patrice Naudin, Claude Quitté.

– langage de la thorie des graphes, propriéts et concepts de base ; modélisations base de graphes.

– quelques problmes d’optimisation discrte : arbres recouvrants de poids minimum, plus courts chemins.

– cycles et cocycles, flots et tensions ; mthode de Ford-Fulkerson et quelques applications (flots canaliss, couplages, affectation, etc.).

Cet enseignement pourra être remplacé par l’étudiant par un, ou des, cours de M1 de volume horaire comparable (en Mathématiques, Informatique, Physique, Biologie, Économie, etc.) après agrément des responsables des études.

PMCL (60h, 6 crédits).

- *Anglais (20h)*

- MATH 2Modin : *Méthodologie, modélisation mathématique d’un problème industriel.*

Présence : 24h [c12, td0, tp12]. CC_1 = écrit sur table (2h), CC_2 = écrit sur table (2h), CC_3 = compte rendu, $N = (CC_1 + CC_2 + CC_3)/3$ ($[4, 4, 4] = 12$).

Intervenants : Morgan Pierre.

Interpolation, courbes et surfaces de Bézier, splines ; interventions extérieures sur la conception assistée par ordinateur.

- *Préparation à la vie professionnelle*

Démarche Qualité spécifique au domaine (16h), Portefeuille Expérience-Compétences (4h), Valorisation, Stage de 1 à 3 mois en entreprise.

3.3. TROISIÈME SEMESTRE

MATH 3M21 : *Processus à temps continu.*

Présence : 48h [c18, td18, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Marc Arnaudon, Anthony Phan.

Processus de Markov, martingales, mouvement brownien, calcul stochastique, mouvement brownien fractionnaire. Travaux pratiques : simulations de processus de Lévy, principes d’invariance. Calcul approché d’intégrales de Itô et de Stratonovitch.

MATH 3M22 : *Filtrage et Séries Temporelles.*

Présence : 48h [c18, td18, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Marc Arnaudon, Christian Olivier.

Filtrage des signaux aléatoires stationnaires, formule des interférences, filtrage de Wiener, filtrage de Kalman ; séries temporelles, modèles (AR, MA, ARMA, ARIMA, ARMAIX), modélisation ; applications à la prévision, la gestion du risque, au contrôle de qualité, à la fiabilité, à la commande optimale et à la compression de signaux.

MATH 3M23 : *Statistique Avancée*.

Présence : 48h [c18, td18, tp12], 6 crédits.

Intervenants : Jean-Fraçois Dupuy, Mohamed Ibazizen.

Cet enseignement vise l'approfondissement des connaissances de Statistique Inférentielle et de Statistique Descriptive dans une ou plusieurs directions : modèles paramétriques, non-paramétriques, semi-paramétriques, géométrie de l'Information, théorie statistique de l'apprentissage.

MATH 3M24 : *Cours de spécialisation*.

Présence : 48h [c18, td18, tp12], 6 crédits.

Un enseignement choisi parmi ceux qui suivent.

- *Imagerie Avancée*.³

Les signaux et images multisources et multicomposantes, les images multi-spectrales, spécificités des images couleur ; éléments de reconnaissance des formes ; segmentation et fusion de données pour les images multispectrales ; segmentation 3D et suivi du mouvement ; application à l'indexation par le contenu de bases de signaux et images ; les descripteurs invariants, topologiques, géométriques, moments de Hu et Zernicke, descripteurs de Fourier et Mellin–Fourier ; transformée de Hough, la transformée de Radon discrète.

- *Algorithmes stochastiques*.

Intervenants : Pierre-Yves Louis, Olivier Alata.

Algorithmes markoviens, mesures invariantes et régimes stationnaires, méthodes particulières stochastiques, fonctions itérées stochastiques, algorithmes pas décroissants, filtre de Kalman-Bucy, algorithmes génétiques. Analyse de la convergence. Algorithmes et applications liés à l'imagerie.

PMCL (48h).

- *Anglais*.

Présence : 16h [c16, td0, tp0].

Intervenants : Andrew King.

Préparation au TOEIC. L'évaluation est obtenue avec le maximum entre le TOEIC blanc, le TOEIC réel, et bonification éventuelle si la préparation a donné lieu à une présentation orale (présentation du stage de première année par exemple).

- *Méthodologie pour l'ingénieur mathématicien*.

Présence : 24h [c24, td0, tp0].

Intervenants : Abdellah Qannari.

Montrer à l'aide de situations concrètes comment s'exerce le métier d'ingénieur mathématicien en entreprise.

- *Préparation à la vie professionnelle*.

Présence : 16h [c16, td0, tp0].

Création d'entreprise, finalisation du PEC, Conférences Scientifiques organisées par le laboratoire de Mathématiques et Applications.

3. Enseignement mutualisé avec le Master IT TMR/ME (STIC).

3.4. QUATRIÈME SEMESTRE

Stage de 4 à 6 mois en entreprise (24 crédits).

Préparation à la vie professionnelle.

Présence : 30h [c30, td0, tp0], 3 crédits.

Préparation à la vie professionnelle disciplinaire. Pratique des tests statistiques et plans d'expérience. Bases de Données Avancées.

Présence : 30h [c30, td0, tp0], 3 crédits.

Intervenants : Mohamed Ibazizen, Serge Sabourin.

Méthodologie et pratique des tests statistiques usuels. Analyse de la variance ; plans carrés latins, plans gréco-latins ; plans factoriels, plans fractionnaires, plans composites centrés ; méthode des surfaces de réponse ; plans orthogonaux, plans pivotables, plans optimaux ; plans de mélange.

Administration de bases de données sous ORACLE.

4. Modalités d'évaluation

L'ensemble des crédits est de 120. Leur répartition est indiquée dans la section *Organisation de la formation*. Une unité d'enseignement hors PMCL (Méthodologie, Préparation à la Vie Professionnelle, Anglais) comporte 6 crédits et donne lieu à une évaluation basée sur un examen terminal et deux contrôles continus prenant généralement la forme d'une épreuve sur table et d'un compte rendu. Ces modalités s'appliquent aussi bien en première année de Master qu'en seconde année.

À l'issue de l'année universitaire, le jury émet un avis provisoire quant à l'obtention de la première année de Master : la soutenance de stage de première année n'ayant lieu qu'à la rentrée suivante, une première estimation des notes de l'étudiant est donnée sur la base de l'obtention de 10 pour ce stage. Ces notes sont revues à l'issue des soutenances et le jury rend alors son avis définitif.

Le diplôme de Master de Mathématiques mention « Modélisation Mathématique et Analyse Statistique » est délivrable quand :

- l'étudiant a obtenu au moins la moyenne imposée à chacune des unités d'enseignement ;
- il a satisfait à l'obligation de stages professionnels (de 1 à 3 mois en première année et de 4 à 6 mois à temps plein en seconde année) ;
- il a rédigé et soutenu son mémoire.

Remarque. — Le passage en 2^{ème} année de master MMAS est automatique dès lors que les semestres S1 et S2 ont été validés. Si une note strictement inférieure à 7 a été obtenue à une UE, le semestre correspondant n'est pas validé, et ce quelle que soit la moyenne obtenue sur ce semestre.