

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Mathématiques et applications

M1 math. appli. pour l'ingénierie, l'industrie et  
l'innovation

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
[http://departement-math.univ-tlse3.fr/  
master-mention-mathematiques-et-applications-620690.kjsp](http://departement-math.univ-tlse3.fr/master-mention-mathematiques-et-applications-620690.kjsp)

2020 / 2021

11 JUIN 2021

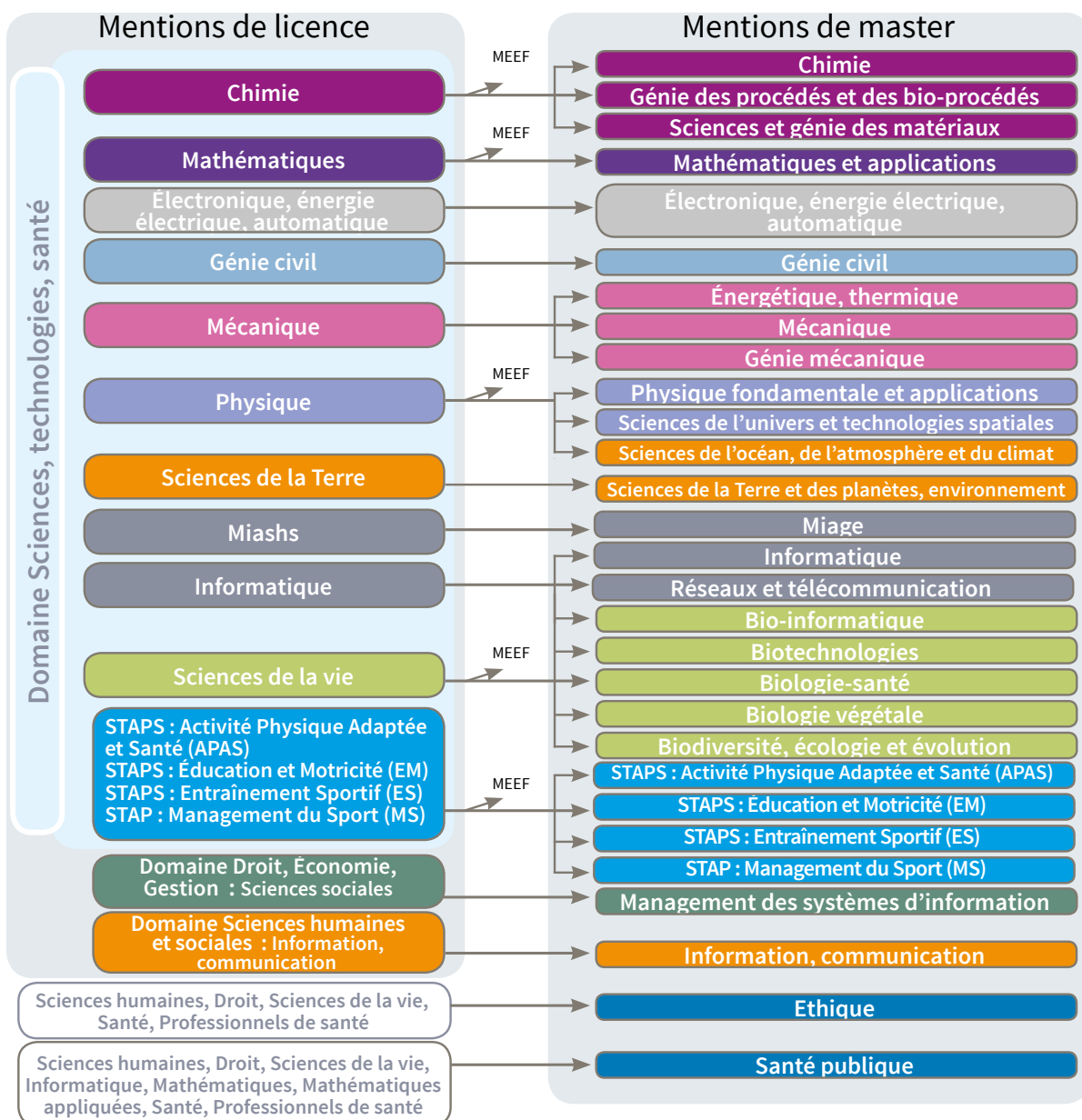
# SOMMAIRE

---

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	3
PRÉSENTATION . . . . .	4
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	4
Mention Mathématiques et applications . . . . .	4
Parcours . . . . .	4
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 math. appli. pour l'ingénierie, l'industrie et l'innovation . . . . .	4
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	6
CONTACTS PARCOURS . . . . .	6
CONTACTS MENTION . . . . .	6
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Math . . . . .	6
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	7
LISTE DES UE . . . . .	9
GLOSSAIRE . . . . .	24
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	24
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	24
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	24

# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER

## Articulation Licence - Master



# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS

L'objectif du master mention Mathématiques et Applications est de former des mathématiciens pouvant travailler dans les métiers liés à l'**ingénierie**(parcours MApl3, SID, RO, SE, RI), à la **recherche**(parcours RI, RO, MApl3) et à l'**enseignement**(parcours ES),

Les métiers de l'ingénierie sont typiquement chefs de projets, chargés d'études, ingénieurs et chercheurs dans des secteurs d'activités tels que l'industrie, les services, le marketing.

Les métiers de l'enseignement concernent des postes de professeur de mathématiques en lycée, à l'université en passant par les classes préparatoires.

La recherche peut-être de nature académique, théorique et/ou appliquée, ou être tournée vers l'innovation et le développement dans le secteur privé.

Que ce soit pour les métiers de l'ingénierie, de l'enseignement ou de la recherche le nombre d'étudiants formés aux mathématiques en France est très inférieur au nombre de postes à pourvoir. De ce fait, l'insertion des étudiants titulaires d'un master en Mathématiques est excellente

### PARCOURS

L'originalité du Master MApl3 est de former des experts mathématiciens polyvalents maîtrisant les différents domaines des mathématiques appliquées, allant des modèles déterministes aux modèles aléatoires.

Se fondant sur une démarche de complémentarité, il associe des connaissances de statistique, d'analyse, de calcul, d'optimisation et d'algorithmique.

Ceci pour répondre aux besoins actuels des industries et des services nécessitant d'utiliser les outils et méthodes mathématiques à tous les niveaux de la conception, la production et la gestion des biens et des services.

En effet, les techniques déterministes et aléatoires sont très présentes et intimement liées dans les modèles mathématiques complexes utilisés dans les différentes branches d'activités. La prise en compte et la gestion des incertitudes dans un modèle ou l'analyse de données d'échantillons de grande taille se conjuguent avec une connaissance approfondie des méthodes et algorithmes du calcul scientifique les plus performants.

Ce profil rare d'experts mathématiciens maîtrisant ces deux compétences est développé dans le parcours MApl3. Le parcours MApl3 bénéficie du label CMI du réseau Figure : <http://reseau-figure.fr/>

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 MATH. APPLI. POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE ET L'INNOVATION

Les enseignements se déroulent sur deux périodes de douze semaines, de la mi-septembre à la fin Avril. Le Master 1 MApl3 ne propose pas de choix d'options. Les enseignements académiques sont suivis d'un stage obligatoire en entreprise de 3 mois minimum qui se déroulera de la période de début mai à fin août. La structure de la formation est décrite dans les tableaux ci-dessous.

**Premier semestre** :12 semaines

- Informatique, 3 ECTS, 12h de cours, 18h de TD, 18h de TP.
- Optimisation, 6 ECTS, 24h de cours, 24h de TD, 12h de TP.
- Probabilités, 6 ECTS, 24h de cours, 24h de TD, 12h de TP.
- Statistiques, 6 ECTS, 24h de cours, 24h de TD, 12h de TP.
- Equations aux dérivées partielles, 6 ECTS, 24h de cours, 24h de TD, 12h de TP.
- Gestion de projet, 3 ECTS, 12h

**Deuxième semestre** :12 semaines

- Image, signal, simulations, 6 ECTS, 18h de cours, 12h de TD, 18h de TP, 24h de projet.
- Méthodes numériques pour les edp, 6 ECTS, 24h de cours, 36h de TD, 24h de TP, 10h de projet.
- Simulations aléatoires, 6 ECTS, 24h de cours, 24h de TD, 30h de TP, 10h de projet.
- Anglais, 3 ECTS, 24h.
- Stage, 9 ECTS, minimum 3 mois.

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M1 MATH. APPLI. POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE ET L'INNOVATION

AMODEI Luca

Email : [luca.amodei@math.univ-toulouse.fr](mailto:luca.amodei@math.univ-toulouse.fr)

Téléphone : bureau : 05 61 55 86 81

MALGOUYRES François

Email : [Francois.Malgouyres@math.univ-toulouse.fr](mailto:Francois.Malgouyres@math.univ-toulouse.fr)

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

NICOLAS Clement

Email : [clement.nicolas2@univ-tlse3.fr](mailto:clement.nicolas2@univ-tlse3.fr)

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS

COSTANTINO Francesco

Email : [Francesco.Costantino@math.univ-toulouse.fr](mailto:Francesco.Costantino@math.univ-toulouse.fr)

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.MATH

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

BUFF Xavier

Email : [xavier.buff@univ-tlse3.fr](mailto:xavier.buff@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 5 76 64

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

RODRIGUES Manuella

Email : [manuella.rodrigues@univ-tlse3.fr](mailto:manuella.rodrigues@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 73 54

Université Paul Sabatier

1TP1, bureau B13

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage	Stage ne
<b>Premier semestre</b>										
10	EMMAI1AM	INFORMATIQUE	3	O	12	18	18			
11	EMMAI1BM	OPTIMISATION	6	O	24	24	12			
12	EMMAI1CM	PROBABILITÉS	6	O	24	24	12			
13	EMMAI1DM	STATISTIQUES	6	O	24	24	12			
14	EMMAI1EM	ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES	6	O	24	24	12			
15	EMMAI1FM	GESTION DE PROJET	3	O	12					
16	EMMAI1TM	STAGE FACULTATIF	3	F						0,5
<b>Second semestre</b>										
??	EMMAI2AM	IMAGE, SIGNAL, SIMULATIONS EMMAI2A1 Image, signal, simulations (présentiel) EMMAI2A2 Image, signal, simulations (projet)	6	O	18	12	18	25		
??	EMMAI2BM	MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES EDP EMMAI2B1 Méthodes numériques pour les EDPs (présentiel) EMMAI2B2 Méthodes numériques pour les EDPs (projet)	6	O	24	36	24	10		
??	EMMAI2CM	SIMULATIONS ALÉATOIRES EMMAI2C1 Simulations aléatoires (présentiel) EMMAI2C2 Simulations aléatoires (projet)	6	O	24	24	30	10		
20	EMMAI2EM	STAGE	9	O					3	
<b>Choisir 1 UE parmi les 2 UE suivantes :</b>										
22	EMMAI2VM	ANGLAIS	3	O		24				
23	EMMAI2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	O		24				
21	EMMAI2TM	STAGE FACULTATIF	3	F					0,5	





---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>INFORMATIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1AM</b>	Cours : 12h , TD : 18h , TP : 18h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAMPS Valérie

Email : [camps@irit.fr](mailto:camps@irit.fr)

Téléphone : 0561557421

REGIS Christine

Email : [Christine.Regis@irit.fr](mailto:Christine.Regis@irit.fr)

Téléphone : 05 61 55 61 76

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours porte sur les éléments de la programmation des langages C/C++ et Fortran. L'objectif principal de ce cours est de familiariser les étudiants avec les concepts de base de la programmation de haut niveau. Les étudiants qui terminent ce cours doivent être en mesure de développer leur propre code, les algorithmes du programme, de gérer les entrées et sorties des données, ainsi que la compilation et le lien avec des bibliothèques scientifiques (ex LAPACK).

Les sujets suivants seront abordés : bases de la programmation et la programmation d'algorithmes. Les concepts de la programmation seront appliqués à des problèmes de base.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Notions abordées en C/C++ et en F90.

Introduction à la programmation, pseudo-code, logique de base pour la programmation. Concepts de variable et tableau. Notions de base de compilation.

Structures et modèles de programmation.

Opérateurs et expressions, variables et constantes.

Premier programme « Hello world ».

Contrôle des flux et des expressions logiques.

Déclarations et blocs, if-else , else-if, switch, boucles : while, for, do, break et continue.

Fonctions, variables de retour, variables externes, la portée, les variables statiques.

Pointeurs et tableaux (unidimensionnels vs multidimensionnels : vecteurs et matrices).

Structures de données et types (application aux nombres complexes, données structurées : tableaux, listes chaînées, arbres binaires, ... ).

Entrée/sortie en format ASCII et binaire. Traitement des fichiers.

Préprocesseur. Liens avec d'autres bibliothèques.

Outils de débogage. Gestion de projets à l'aide de Make.

Appel de sous-programmes. Liens vers les modules.

### PRÉ-REQUIS

Notions d'algorithmique, Python (L3).

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

J. Courtin, I. Kowarski, Initiation à l'algorithmique et aux structures de données, T1 et T2.

C. Delannoy : Programmer en langage C. Programmer en Fortran, Fortran 90 et ses évolutions.

A. Guidet, Programmation objet en langage C++.

### MOTS-CLÉS

Algorithmes, Programmation, Programmes, Sous-programmes, Gestion mémoire, Fichiers, Bibliothèques, C/C++, Fortran 90.

<b>UE</b>	<b>OPTIMISATION</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1BM</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MARECHAL Pierre

Email : [pr.marechal@gmail.com](mailto:pr.marechal@gmail.com)

Téléphone : (poste) 76.60

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- L'optimisation joue un rôle fondamental dans la conception, la production et la gestion des biens et des services. Les domaines d'application de l'optimisation sont extrêmement variés. On peut citer comme exemples : la forme d'un objet, le rendement d'un appareil, le fonctionnement d'un moteur, le contrôle de l'espace aérien, le choix des investissements économiques, etc.
- Cet enseignement a pour objectif d'introduire les principaux algorithmes d'optimisation (sans contraintes ou avec contraintes) en se basant sur l'étude mathématique des conditions d'optimalité.
- Les méthodes décrites en cours seront illustrées par des TP en Matlab.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Structure générale d'un problème d'optimisation. Exemples. Contraintes fonctionnelles de type égalités et inégalités. Classification des problèmes d'optimisation. Définition de minimum local, global. Structure générale des algorithmes d'optimisation. Optimisation sans contraintes : conditions nécessaires d'optimalité du premier ordre, du second ordre. Conditions suffisantes d'optimalité. Cas convexe. Notion de cône des directions admissibles et cône tangent.
- Contraintes de type égalités : conditions nécessaires d'optimalité du premier ordre et du second ordre.
- Algorithmes fondamentaux d'optimisation sans contraintes : méthodes de descente, méthodes de gradient (pas constant, pas optimal), méthodes de recherche linéaire inexactes, critères de Wolfe, d'Armijo, méthode du gradient conjugué, méthode de Newton, méthodes de quasi-Newton, formules de mise à jour de DPF et BFGS, méthode de Gauss-Newton.
- Contraintes générales (égalités et inégalités) : théorème KKT, conditions suffisantes du second ordre, notion de dualité lagrangienne.
- Algorithmes d'optimisation avec contraintes : méthode du gradient projeté, méthode duale d'Uzawa, méthode SQP, méthodes de pénalisation.

### PRÉ-REQUIS

Calcul différentiel sur  $\mathbb{R}^n$  : calcul de gradients, matrices jacobiniennes et hessiennes, développements de Taylor.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- M. Bierlaire, Introduction à l'optimisation différentiable.
- J. Nocedal & S. J. Wright, Numerical optimization.
- D. G. Luenberger & Y. Ye, Linear and nonlinear programming.

### MOTS-CLÉS

Conditions d'optimalité, méthode de gradient, algorithme d'optimisation, vitesse de convergence, dualité.

<b>UE</b>	<b>PROBABILITÉS</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1CM</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CATTIAUX Patrick

Email : [cattiaux@math.univ-toulouse.fr](mailto:cattiaux@math.univ-toulouse.fr)

Téléphone : 05 61 55 69 33

PETIT Pierre

Email : [pierre.petit@math.univ-toulouse.fr](mailto:pierre.petit@math.univ-toulouse.fr)

Téléphone : 86 69

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'étude de phénomènes complexes issus de la biologie, l'économie, l'industrie, la physique requiert de plus en plus souvent l'utilisation de familles de variables aléatoires dépendant du temps, ou plus exactement de processus stochastiques.

Cet enseignement a pour objectif principal d'introduire et d'étudier, à partir d'exemples, les processus stochastiques les plus classiques :

- les martingales, i.e. la dynamique de base dans le cadre dépendant ;
- les chaînes de Markov à espace d'états fini ou dénombrable, i.e. la dynamique markovienne de base, qui servira dans divers algorithmes et modèles ;
- le processus de Poisson, i.e. la dynamique à temps continu de base.

Différents modèles et processus présentés seront mis en œuvre lors de TP sur Scilab, Matlab, R ou Python.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- **Conditionnement**  
Espérance conditionnelle dans L2.
- **Introduction aux Martingales**  
Surmartingales, sousmartingales. Théorème d'arrêt. Exemple ruine du joueur.
- **Chaînes de Markov**  
Propriété de Markov. Classification des états. Mesures invariantes pour espace d'états finis, convergence. Ergodicité (LGN et TLC) admise.  
Exemples : modèle de Wright-Fisher, marches aléatoires sur  $Z$ ,  $Z_2$ , processus de Galton-Watson...
- **Processus de Poisson**  
Processus de Bernoulli. Processus de Poisson homogène sur  $R$ .

### PRÉ-REQUIS

Notions de base en théorie de la mesure, intégration, probabilités, théorèmes-limites.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

P. Barbe, M. Ledoux **Probabilité**, EDP sciences

B. Bercu, D. Chafaï **Modélisation stochastique et simulation : cours et applications**, Dunod

D. Foata, A. Fuchs **Processus stochastiques, Processus de Poisson, chaînes de Markov et martingales**, Dunod

### MOTS-CLÉS

Conditionnement. Martingales. Chaînes de Markov. Processus de Poisson.

<b>UE</b>	<b>STATISTIQUES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1DM</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GAMBOA Fabrice

Email : [fabrice.gamboa@math.univ-toulouse.fr](mailto:fabrice.gamboa@math.univ-toulouse.fr)

Téléphone : +33 6 60 74 14 36

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif principal est d'acquérir les notions et propriétés essentielles dans les modèles déjà anciens de la statistique paramétrique ou non paramétrique.

Les incontournables sont :

- le modèle linéaire, le modèle de base pour la dépendance multivariée, qui sera généralisé en Master 2 par les méthodes récentes par pénalisation d'une classe de fonctions.
- les tests non-paramétriques basés sur les rangs, qui ne nécessitent que des hypothèses minimales sur la loi des données.
- l'étude des séries chronologiques, le modèle de base dans la recherche de tendances temporelles, avec un aperçu des modèles non stationnaires.

Les différentes modélisations et méthodes présentées seront mises en oeuvre lors de TP sur R, Scilab, Matlab ou Python.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Plan du cours

- **Modèle linéaire, généralisations - 5 semaines.**  
Vecteurs gaussiens, transformations linéaires, théorème de Cochran. Modèle linéaire gaussien, estimation par moindres carrés, par maximum de vraisemblance. Coefficient de corrélations multiples. Tests de significativité (Student), test de comparaison de modèles emboîtés (Fisher), intervalles de prédiction. Analyse de la variance à un ou deux facteurs.
- **Tests non-paramétrique - 3 semaines.**  
Rappels de dénombrement et probabilités discrètes, loi des rangs d'un échantillon, test de la somme des rangs de Wilcoxon.
- **Séries temporelles - 4 semaines.**  
Tendance et composantes saisonnières d'une série chronologique. Stationnarité, estimation de la fonction d'auto-corrélation, tests du Portemanteau. Bruit blanc, élimination de la tendance, détection de ruptures. Séries stationnaires, auto-corrélation partielle (AR, ARMA).

### PRÉ-REQUIS

cours d'estimation et test en statistique mathématique, cours d'intégration et probabilités, algèbre linéaire, vecteurs aléatoires.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

"Probabilités, analyse des données et statistique", Gilbert Saporta.

"Le modèle linéaire par l'exemple", Jean-Marc Azais et Jean-Marc Bardet.

### MOTS-CLÉS

vecteurs gaussiens, modèle linéaire, intervalles de confiance, tests, statistiques des rangs, séries temporelles.

<b>UE</b>	<b>ÉQUATIONS AUX DÉRIVÉES PARTIELLES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1EM</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 12h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AMODEI Luca

Email : [luca.amodei@math.univ-toulouse.fr](mailto:luca.amodei@math.univ-toulouse.fr)

Téléphone : bureau : 05 61 55 86 81

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Etude des propriétés qualitatives simples des équations aux dérivées partielles (EDP) ainsi que des méthodes numériques pour leur résolution dans le cas linéaire.
- Provenance des équations.
- Notions fondamentales de consistance, stabilité et convergence.
- Schémas numériques de type différences ou volumes finies

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant sera capable de concevoir un algorithme d'approximation de la solution d'une équation aux dérivées partielles linéaire.

Il aura de plus un oeil critique sur les résultats donnés par de tels programmes et maîtrisera les différents paramètres de la simulation.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Introduction à la modélisation.
  - Définition d'une équation aux dérivées partielles. Classification (EDP elliptiques, paraboliques, hyperboliques) avec présentation des équations prototypes : Poisson, Chaleur, Transport, Ondes.
  - Solutions explicites en une dimension d'espace et en domaine borné.
  - Effet régularisant ou non des EDP
  - Conditions aux limites
  - Continuité par rapport aux données
  - Non réversibilité des équations paraboliques.
2. Méthode des différences ou volumes finies
  - Principe des méthodes finies.
  - Consistance, stabilité, ordre et convergence.
  - Analyse de plusieurs schémas numériques pour les EDP linéaires usuelles.
  - Mise en oeuvre en TP
3. Vers des modèles plus complexes
  - Modèle de la mécanique des fluides : hiérarchie des différents modèles (Navier-Stokes, Stokes, Euler, compressibles et incompressibles).
  - Modèle de l'élasticité linéaire

## PRÉ-REQUIS

Cours d'edo et de Méthodes numériques pour les edo.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. P.A. Raviart & J.M. Thomas, Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Masson, 1988.

## MOTS-CLÉS

EDP elliptiques, paraboliques, hyperboliques

Méthode des différences ou volumes finies (stabilité, consistance, convergence)

<b>UE</b>	<b>GESTION DE PROJET</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1FM</b>	Cours : 12h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour objectif de donner des éléments de base à la compréhension de la gestion de projet en entreprise. Une première partie sera consacrée à la présentation de l'environnement de l'entreprise (les types d'organisations, les fonctions de l'entreprise, les enjeux pour les fonctions ingénierie mathématique).

Dans un deuxième temps, un ensemble d'outils méthodologiques standards et couramment utilisés dans l'industrie seront présentés. Les grands principes et les outils de la gestion de projet en entreprise seront ensuite expliqués. Une dernière partie sera consacrée à la culture d'entreprise et la place du stagiaire ou de l'étudiant diplômé dans ce nouvel environnement.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'ensemble des notions sera illustré par des retours d'expérience issus du monde industriel. La place des mathématiques appliquées dans les grandes fonctions de l'entreprise sera passée en revue. Des études de cas sont également prévues.

A l'issue du cours, l'étudiant aura acquis les grands fondamentaux des organisations et de la gestion de projet en entreprise. Il aura enrichi son vocabulaire dans le domaine afin de pouvoir décoder des annonces de stages ou d'emplois, préparer des entretiens professionnels et ainsi que ses premiers pas en entreprise.

Contenu détaillé du cours :

- Les différents types d'entreprises
- Les différentes organisations
- Les grandes fonctions de l'entreprise
- Les outils standards du management des flux, de l'information et des ressources
- Les mathématiques dans l'entreprise
- La gestion de projet
- La culture, les enjeux
- Retours d'expérience
- Études de cas

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMMAI1TM</b>	Stage ne : 0,5h		



<b>UE</b>	<b>IMAGE, SIGNAL, SIMULATIONS</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2AM</b>	Cours : 18h , TD : 12h , TP : 18h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MALGOUYRES François

Email : [Francois.Malgouyres@math.univ-toulouse.fr](mailto:Francois.Malgouyres@math.univ-toulouse.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

The course presents an overview of the main image processing problems : restoration, segmentation, repackaging. We will also see the main models aiming at solving them, as well as the numerical strategies allowing to calculate a solution. The methods presented in the course will be illustrated by tutorials in Python.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### Introduction and reminders

- Reminders on imaging : convolution, windowing, sampling
- Optimization tools for imaging : gradient and proximal gradient algorithm
- Inverse problems and ill-posedness

### Image restoration

- Introduction to image restoration : Bayes law and MAP estimators in imaging.
- The total variation in the continuous and discrete domains.
- Image denoising, operator inversion (deconvolution, inpainting, zoom), dequantification of images, restoration of compressed images.

### Sparse representations in a dictionary of atoms

- Minimization of the L0-norm, non-linear approximation, compressed sampling (case of the L0-minimization), numerical resolution in the orthonormal case.
- Minimization of the L1-norm, the compressed sampling (case of the L1-minimization), numerical resolution by the proximal gradient algorithm. Greedy algorithm.

### Image segmentation

- Stochastic model of a form : perimeter of a discrete form.
- Object models : estimation of the laws of colors or characteristics of an object.
- The models of Mumford-Shah, Chan-Vese and Boykov-Jolly.

## PRÉ-REQUIS

Basic Fourier analysis, optimization, differential calculus, basics in Statistics.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

color=black O. Scherzer, M. Grasmair, H Grossauer, M. Haltmeier & F. Lenzen, *Variational Methods in Imaging*. [/color]Vol. 167. Springer Science & Business Media, 2008

## MOTS-CLÉS

[color=black]Imaging, deblurring, ill-posed problems, L1-minimization, total variation, compressive sensing, image segmentation, shape optimization.[/color]

<b>UE</b>	<b>MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES EDP</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2BM</b>	Cours : 24h , TD : 36h , TP : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LE COZ Stefan

Email : [slecoz@math.univ-toulouse.fr](mailto:slecoz@math.univ-toulouse.fr)

NARSKI Jacek

Email : [narski@math.ups-tlse.fr](mailto:narski@math.ups-tlse.fr)

Téléphone : 05 61 55 86 25

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Non stationary linear PDEs

- Classification of the partial differential equations and study of their basic qualitative properties of each type of equations
- Classical finite volumes or finite differences schemes for linear scalar equations.
- Numerical analysis of these schemes : stability, consistency and convergence

At the end of this teaching, the student will know how to

- recognize the nature of a PDE,
- show the well-posedness of a problem
- design an algorithm to approach the solution
- implement this algorithm and will also have a critical eye on the results obtained.

Labs in Python

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### 1. **Heat equation, 5 weeks** :

introduction with complex systems. Ex : Navier-Stokes

Resolution with Fourier in multi-D

Approximation by Finite difference or finite volumes

#### Transport equation, 5 weeks :

Introduction with complex systems (ex : Euler)

Resolution of the linear transport equation, with the characteristic curves, problem of boundary conditions (specific of hyperbolic problems)

Approximation by finite difference or finite volume methods, only in 1-D, explicit and implicit schemes, stability Linf and L2, consistency, convergence.

#### 2. **Wave equation. 2 weeks** :

Introduction with complex systems (ex : Helmotz, Maxwell)

Approximation by finite difference or finite volume methods,

### PRÉ-REQUIS

PDE course of the 1st semester, ODE.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- L. C. Evans, Partial Differential Equations, American Math. Soc., 1999.
- P.A. Raviart and JM Thomas. Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles

### MOTS-CLÉS

**P**arabolic, hyperbolic, linear partial differential equations. Finite differences or finite volumes

<b>UE</b>	<b>SIMULATIONS ALÉATOIRES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2CM</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 30h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CEBRON Guillaume

Email : [guillaume.cebron@math.univ-toulouse.fr](mailto:guillaume.cebron@math.univ-toulouse.fr)

PELLEGRINI Clément

Email : [pellegrini@math.univ-tlse.fr](mailto:pellegrini@math.univ-tlse.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE propose différentes situations concrètes mêlant dynamique randomisée, estimation, étude théorique et mise en pratique informatique dans le but d'apprendre des méthodes et algorithmes modernes dans différents cadres stochastiques, probabilistes ou statistiques.

L'organisation se fait au travers de séances où se mêlent du cours, du travail de préparation par des groupes d'étudiants, des travaux dirigés et des travaux pratiques.

Le séquençage des séances dépend des choix de modèles faits, les sujets sont adaptés chaque année tout en restant dans les domaines suivants :

- modèles markoviens,
- algorithmes stochastiques,
- complexité et grande dimension.

Le contenu du cours donne une liste non exhaustive d'exemples parmi lesquels les thèmes d'étude seront choisis.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### - Modélisation markovienne, 2 semaines

- Compléments en Chaînes de Markov. Equations de Chapman-Kolmogorov. Mesures invariantes et algorithmes de simulation. Chaînes linéaires et gaussiennes. Chaînes renforcées.
- Exemples : milieux absorbants, algorithmes génétiques, modèles d'arbres généalogiques.

#### - Algorithmes stochastiques, 4 semaines

- Protocole Aloha. Filtre de Kalman-Bucy.
- Algorithmes de Robbins-Monro, gradient stochastique. Quantiles. Méthodes de bandits stochastiques.
- Plus court chemin. Transition de metropolis-Hastings. Algorithme de Metropolis. Recuit simulé. Echantillonneur de Gibbs, échantillonnage préférentiel.
- Mesures de Feynman-Kac et algorithmes de simulation. Description des modèles. Méthodes particulières.

#### - Algorithmes en statistique, 3 semaines

- Algorithme EM, algorithme SA EM.
- Méthodes MCMC, consistance bayésienne. Calculs d'estimateurs bayésiens.

#### - Complexité et grande dimension, 3 semaines

- Représentation des données en grande dimension, analyse de variabilité.
- Statistique spatiale, structures de relation entre données, graphes et communautés.
- Apprentissage statistique : classification, régression, débruitage. Fiabilité des modèles complexes.

### PRÉ-REQUIS

Bases sur l'intégration, les probabilités et statistiques, les chaînes de Markov et martingales, les théorèmes limites  
 Programmation en R, Python, Scilab.

<b>UE</b>	<b>STAGE</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2EM</b>	Stage : 3 mois minimum		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AMODEI Luca

Email : [luca.amodei@math.univ-toulouse.fr](mailto:luca.amodei@math.univ-toulouse.fr)

Téléphone : bureau : 05 61 55 86 81

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le stage est d'une durée minimum de trois mois entre le début du mois de mai et la fin du mois d'août.

Il a pour objectif de donner une première expérience professionnelle aux étudiants dans un cadre en liaison avec leurs études en Master MApI3.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### **Le rapport**

Un rapport de stage réalisé avec Word ou LaTeX, doit être rendu aux responsables de la formation à la fin du stage. Il doit être suffisamment détaillé pour que le jury puisse évaluer le travail sans pour autant être trop long. Une longueur standard est une trentaine de pages (hors annexes). Le rapport doit situer rapidement le "service" dans lequel s'est déroulé le stage, décrire la problématique, les objectifs, les principales étapes du travail, et enfin indiquer les résultats obtenus (tout en précisant la méthodologie utilisée).

#### **La soutenance**

Une soutenance de stage a lieu début septembre. Chaque étudiant(e) dispose de 30 mn : 20 mn d'exposé, 5 mn de questions et commentaires, 5mn de délibération.

Un support de type "Power-Point" ou "Beamer" sera utilisé, le jury disposant d'un ordinateur et d'un vidéo-projecteur.

#### **Le jury et la note**

Le jury est constitué d'au moins deux enseignants et du responsable entreprise du stage qui est cordialement invité à participer à votre soutenance. La note tient compte du travail réalisé (qualité, quantité et difficulté), de la qualité du rapport de stage et de la qualité de la soutenance (qualité du support et qualité de l'expression orale).

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2TM</b>	Stage : 0,5 mois minimum		

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire

Email : [claire.chaplier@univ-tlse3.fr](mailto:claire.chaplier@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce cours est de développer les compétences orales et écrites indispensables aux étudiants en vue de leur intégration dans la vie professionnelle. Pour cela, les étudiants effectueront une simulation de tâche professionnelle (projet), de sa préparation à son aboutissement en adoptant une démarche cohérente et en utilisant les outils linguistiques vus en cours. Il s'agit de concevoir et de mener le travail de A à Z ainsi que de prendre la parole en public pour la présenter et de répondre aux questions.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les outils de communication permettant de s'exprimer dans le contexte international d'aujourd'hui seront fournis afin d'acquérir l'autonomie linguistique nécessaire à l'intégration dans le monde professionnel :

- la recherche d'informations et compréhension de documents portant sur le domaine de spécialité ;
- l'acquisition du vocabulaire propre à une conversation téléphonique, un entretien d'emploi, la rédaction d'un courrier...

Les étudiants seront entraînés à l'expression écrite dans leur domaine de spécialité. Ils apprendront notamment à rédiger un rapport écrit de 4 ou 5 pages, mais aussi à accomplir d'autres tâches écrites tels que préparer un CV et lettre de motivation, rédiger un résumé du rapport écrit/d'article, rapporter le contenu d'un document oral, rédiger un commentaire détaillé à partir de figures ou de tableaux, étude de cas, résolution de problème...

### MOTS-CLÉS

Anglais Communication Professionnelle. Anglais Publication et Communication Scientifique

<b>UE</b>	<b>FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMMAI2YM</b>	TD : 24h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

JASANI Isabelle

Email : [leena.jasani@wanadoo.fr](mailto:leena.jasani@wanadoo.fr)

Téléphone : 65.29

# GLOSSAIRE

---

## TERMES GÉNÉRAUX

### DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

## TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

### DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant au cours de son cursus.

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.



## TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

## TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre étudiants).

## PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition des compétences.

## TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

## STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

