

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Mathématiques et applications

M2 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

3 JUIN 2021

# SOMMAIRE

---

PRÉSENTATION . . . . .	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	3
Mention Mathématiques et applications . . . . .	3
Parcours . . . . .	3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 math. appli. pour l'ingénierie, l'industrie et l'innovation . . . . .	3
Liste des formations donnant accès de droit : . . . . .	3
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	5
CONTACTS PARCOURS . . . . .	5
CONTACTS MENTION . . . . .	5
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Math . . . . .	5
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	6
LISTE DES UE . . . . .	7
GLOSSAIRE . . . . .	23
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	23
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	23
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	23

# 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 MAPI3, SID, RO, SE, RI), à la **recherche**(parcours RI, RO, MAPI3) 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

**Le parcours MAPI3 du Master Mathématiques et Application** a pour objectif de former des **ingénieurs mathématiciens polyvalents** maîtrisant les différents domaines des mathématiques appliquées. Les besoins actuels de l'industrie et des services amènent à utiliser les outils et les méthodes mathématiques à tous les niveaux de la conception, de la production et de la gestion des biens et des services. Le cursus MAPI3 vise donc à donner une vision aussi large et complète que possible sur les méthodes et les outils mathématiques fondamentaux utilisés dans le monde professionnel.

Se fondant sur une démarche de complémentarité, le cursus MAPI3 associe des compétences de **statistique, d'analyse, de calcul et d'algorithmique**.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 MATH. APPLI. POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE ET L'INNOVATION

Le M2 Mathématiques et Applications, parcours Mathématiques Appliquées pour l'Ingénierie, l'industrie et l'innovation, permet d'accéder aux métiers suivants :

1. Le métier d'ingénieur : Il s'agit généralement du débouché naturel de ces formations. Le cursus MAPI3 permet d'accéder à une carrière d'ingénieur mathématicien. C'est un domaine de compétences et d'aptitudes qui est largement reconnu et demandé dans de nombreux secteurs de l'industrie, des services et des administrations, comme en atteste les nombreuses offres de stages proposées aux étudiants en fin de Master 2.
2. Un métier de la recherche : En dehors des possibilités de carrière d'enseignant-chercheur à l'université, les besoins des centres de recherche et des entreprises en chercheurs en mathématiques appliquées, ayant une formation de haut niveau en modélisation, algorithmique numérique ou statistique sont importants. En milieu industriel, les étudiants chercheurs peuvent bénéficier d'une bourse de type CIFRE pour préparer un doctorat.

### LISTE DES FORMATIONS DONNANT ACCÈS DE DROIT :

## M1 MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE (EMMAIE)

Pour les étudiants ayant suivi une autre formation que l'année précédente du parcours, l'accès est sur dossier. Il est très fortement conseillé de se rapprocher du responsable de la formation envisagée pour en connaître les modalités d'accès.

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M2 MATH. APPLI. POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE ET L'INNOVATION

LOUBES Jean-Michel

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

Téléphone : 05 61 55 85 73

NARSKI Jacek

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

Téléphone : 05 61 55 86 25

### 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

9

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage
<b>Premier semestre</b>									
??	EIMAI3AM	FONDAMENTAUX DE LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE	5	O					
??	EIMAI3A1	Fondamentaux de la recherche opérationnelle			35		15		
??	EIMAI3A2	Fondamentaux de la recherche opérationnelle (projet)						25	
??	EIMAI3BM	MACHINE LEARNING	3	O					
??	EIMAI3B1	Machine Learning			18		12		
??	EIMAI3B2	Machine Learning (projet)						25	
??	EIMAI3CM	CALCUL SCIENTIFIQUE	4	O					
??	EIMAI3C1	Calcul scientifique			24		16		
??	EIMAI3C2	Calcul scientifique (projet)						25	
??	EIMAI3DM	IMAGE	4	O					
??	EIMAI3D1	Image			24		16		
??	EIMAI3D2	Image (projet)						25	
??	EIMAI3EM	BIG DATA	5	O					
??	EIMAI3E1	Big Data			30		20		
??	EIMAI3E2	Big Data (projet)						25	
18	EIMAI3FM	PLAN D'EXPÉRIENCE ET ANALYSE D'INCERTITUDE	3	O	18		12	25	
19	EIMAI3GM	INFORMATIQUE	3	O	12		18	25	
20	EIMAI3VM	ANGLAIS	3	O		24			
<b>Second semestre</b>									
21	EIMAI4AM	PROJET EN LABORATOIRE	6	O				150	
22	EIMAI4BM	STAGE EN ENTREPRISE	24	O					5

---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>FONDAMENTAUX DE LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3AM</b>	Cours : 35h , TP : 15h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NOLL Dominikus

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

Téléphone : 05.61.55.86.22

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Acquérir une méthodologie de modélisation d'un problème d'optimisation
- Reconnaître les différents types de problèmes d'optimisation
- Comprendre les principales méthodes d'optimisation et leur théorie sous-jacente (ex : dualité) pour les problèmes de programmation linéaire (PL), de programmation linéaire en nombres entiers (PLNE)
- Être capable de proposer un couple formulation / méthode de résolution à un problème d'optimisation donné. PL / simplexe, PL / méthode de points intérieurs, PLNE / branch and bound, problèmes de plus court de chemin problème boîte noire d'optimisation globale / krigeage, ...

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Généralités, modélisation Programmation linéaire : méthode du simplexe dualité analyse de sensibilité écarts complémentaires modélisation : régression moindres valeurs absolues, rendements d'échelle décroissants Introduction à la programmation linéaire en nombres entiers (PLNE) : introduction exemple du problème du voyageur de commerce relaxation continue problèmes de graphes modélisation survol des méthodes

### PRÉ-REQUIS

Analyse matricielle de base

### MOTS-CLÉS

programmation linéaire, dualité, simplexe, programmation linéaire en nombres entiers, graphes



<b>UE</b>	<b>FONDAMENTAUX DE LA RECHERCHE OPÉRATIONNELLE</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3AM</b>	Projet : 25h		

<b>UE</b>	<b>MACHINE LEARNING</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3BM</b>	Cours : 18h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LOUBES Jean-Michel

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

Téléphone : 05 61 55 85 73

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours a pour vocation d'introduire le concept d'apprentissage statistique et de proposer des méthodes classiques de résolution de problèmes en estimation (régression) ou classification. Une importance spécifique sera donnée aux phases de codage des méthodes statistiques.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

B-A-BA de l'apprentissage statistique

1. Apprentissage Supervisé. Décomposition biais/variance. Complexité et bornes de Vapnik-Chervonenkis. Sur-apprentissage.
2. Présentation de problèmes concrets de différents domaines.
3. Training Set, Test Set. Erreur de validation croisée. Méthode bootstrap. Classification Classification CART. Etude de la méthode des K plus proches voisins. Algorithme de réseaux de neurones. Régression Estimation non paramétrique. Approximation par Fourier. Extension aux ondelettes. Régression CART. Extension à Random Forest. Régression Ridge. Critères AIC/BIC.

Apprentissage non supervisé

Présentation de situations typiques.

Méthodes de mélanges gaussien.

Classification Ascendante Hiérarchique. Algorithmes de K-means.

<b>UE</b>	<b>MACHINE LEARNING</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3BM</b>	Projet : 25h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

LOUBES Jean-Michel

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

Téléphone : 05 61 55 85 73

<b>UE</b>	<b>CALCUL SCIENTIFIQUE</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3CM</b>	Cours : 24h , TP : 16h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Donner un aperçu sur quelques problèmes de calcul de structures non linéaire et leur résolution par des méthodes numériques. Un second volet du module concerne l'apprentissage d'un code de calcul industriel. Présenter une introduction à la modélisation mathématique des écoulements de gaz, ainsi que présenter quelques méthodes simples de simulation numérique de ces écoulements.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Calcul des structures : Base de l'élasticité linéaire , Résolution par éléments finis d'un problème d'élasticité.
- Simulation numérique des écoulements : Introduction à la théorie des équations et systèmes hyperboliques non-linéaires
- Méthodes de discrétisation Introduction à l'analyse numérique : méthodes de différences finies, stabilité, consistance et précision des schémas, schémas conservatifs, théorème de Lax-Wendroff.
- Schémas numériques pour les équations scalaires

<b>UE</b>	<b>CALCUL SCIENTIFIQUE</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3CM</b>	Projet : 25h		

<b>UE</b>	<b>IMAGE</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3DM</b>	Cours : 24h , TP : 16h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif du cours est de donner un panorama des méthodes utilisées en traitement d'image d'un point de vue numérique et statistique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Principaux modèles d'optimisation en traitement d'images : décomposition sur des bases de fonctions (Fourier, ondelettes, curvelets) ,
- Approximations parcimonieuses dans des bases avec des pénalités l1
- Algorithmes bayésiens,
- Méthodes de maximum d'entropie pour la restauration d'images
- Méthodes de déformations d'images et recalage et applications aux données médicales

<b>UE</b>	<b>IMAGE</b>	<b>4 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3DM</b>	Projet : 25h		

<b>UE</b>	<b>BIG DATA</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3EM</b>	Cours : 30h , TP : 20h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours vise à présenter les principaux défis liés au traitement et à l'extraction d'information dans les big data. A partir des notions vues en cours de machine learning, on introduit les concepts et les méthodes permettant de gérer des volumes importants de données, les flux de données, et les sources de données hétérogènes. Ce cours nécessite une bonne maîtrise des concepts fondamentaux d'apprentissage statistique et de solides connaissances algorithmiques.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Outils mathématiques pour le traitement de données massives :

- méthodes parcimonieuses
- méthodes de factorisation de matrices : NMF, SVD, ..
- utilisation des graphes et clustering de graphes : application pour les réseaux sociaux et en génomique
- gradient stochastique ou minimisation en grande dimension

Outils informatiques pour le traitement de données massives :

- Map Reduce
- Hadopp
- Spark



<b>UE</b>	<b>BIG DATA</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3EM</b>	Projet : 25h		

<b>UE</b>	<b>PLAN D'EXPÉRIENCE ET ANALYSE D'INCERTITUDE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3FM</b>	Cours : 18h , TP : 12h , Projet : 25h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BACHOC François

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

PAUWELS Edouard

Email : [edouard.pauwels@irit.fr](mailto:edouard.pauwels@irit.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Pour approcher la réalité des phénomènes physiques, les codes numériques nécessitent un grand nombre de variables d'entrée et délivrent de nombreuses variables en sortie. Pour mesurer la variabilité des sorties et connaître l'influence des diverses variables d'entrée, il est nécessaire d'explorer l'espace des variables d'entrée. Pour passer outre cette impossibilité, l'utilisation de modèles stochastiques permet de rendre compte des dépendances à divers niveaux de complexité et autorise la mise en oeuvre de plans d'expériences. Ces modèles sont aussi bien adaptés à des études plus locales comme l'analyse de sensibilité.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Modélisation d'expériences numériques

- polynomes de chaos
- méthodes de régularisation
- métamodèles

Analyse de la variance

- Décomposition de Sobol
- Estimateurs Pick & Freeze
- Estimateurs par décomposition dans des base

Processus Gaussien et Krigeage.

<b>UE</b>	<b>INFORMATIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3GM</b>	Cours : 12h , TP : 18h , Projet : 25h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

REGIS Christine

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

Téléphone : 05 61 55 61 76

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

C++ et HPC

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Programmation orientée objet en C++
- Calcul haute Performance
- Programmation parallèle

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EIMAI3VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau C1 du CECRL (Cadre Européen de Certification en Langues)

Développer les compétences indispensables aux étudiant/es en vue de leur intégration dans la vie professionnelle.

Perfectionner les outils de communication permettant de s'exprimer dans le contexte international d'aujourd'hui et acquérir l'autonomie linguistique nécessaire à cette intégration

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Contenu linguistique de la discipline :

Enseignement axé sur le travail de l'expression orale

Documents du domaine de spécialité pouvant faire l'objet de collaboration entre enseignants de science et enseignants de langue

Nécessité d'un parcours individualisé répondant aux attentes de chaque étudiant.

Compétences

CO - EE - EO - EE

- Savoir communiquer en anglais scientifique
- Savoir repérer les éléments constitutifs d'une communication écrite ou orale dans le domaine de spécialité
- Savoir prendre la parole en public (conférence ou réunion) dans le cadre d'un colloque, projet de recherche, projet professionnel

### PRÉ-REQUIS

N/A

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

N/A

### MOTS-CLÉS

Projet - Repérer - Rédaction anglais scientifique - style - registre - critique - professionnel - commenter

<b>UE</b>	<b>PROJET EN LABORATOIRE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIMAI4AM</b>	Projet : 150h		

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Il s'agit d'un travail de mise en œuvre de problèmes ; mes réalisations ; à partir de travaux de recherche réalisés ; tant dans le domaine de l'atome que de la terminologie.

<b>UE</b>	<b>STAGE EN ENTREPRISE</b>	<b>24 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EIMAI4BM</b>	Stage : 5 mois minimum		

# 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.





