

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS LICENCE

## Mention Mathématiques

### L3 math. appli. pour l'ingénierie, l'industrie et l'innovation

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>  
<http://departement-math.univ-tlse3.fr/licence-mention-mathematiques-620675.kjsp>

2018 / 2019

4 JUILLET 2019

# SOMMAIRE

---

SCHÉMA GÉNÉRAL . . . . .	3
SCHÉMA MENTION . . . . .	4
SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	5
PRÉSENTATION . . . . .	6
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	6
Mention Mathématiques . . . . .	6
Parcours . . . . .	6
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE L3 math. appli. pour l'ingénierie, l'industrie et l'innovation . . . . .	6
Liste des formations donnant accès de droit : . . . . .	6
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	7
CONTACTS PARCOURS . . . . .	7
CONTACTS MENTION . . . . .	7
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.Math . . . . .	7
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	8
LISTE DES UE . . . . .	9
GLOSSAIRE . . . . .	27
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	27
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	27
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	27

# SCHÉMA GÉNÉRAL

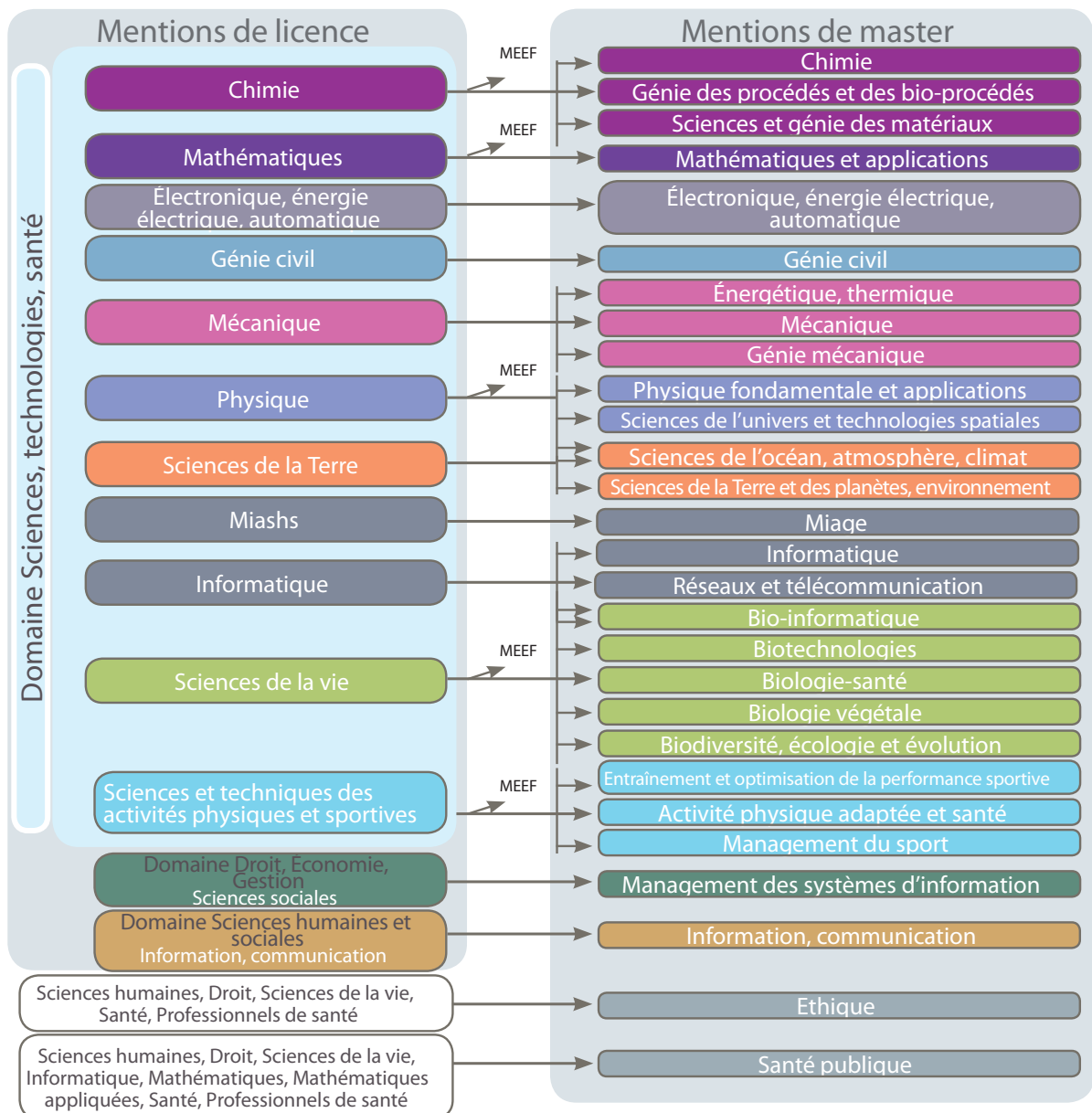


Les couleurs figurent la cohérence des disciplines entre elles.  
 \*inclut le cursus BioMip et la Prépa Agro-Véto.

# SCHÉMA MENTION



# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



MEEF : cf. page 10, Projet métiers de l'enseignement

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION MATHÉMATIQUES

La licence de mathématiques fournit aux étudiants des connaissances et une pratique des mathématiques leur permettant de s'intégrer à la vie professionnelle, en général après des études en master.

La première année (L1) fournit une formation scientifique pluridisciplinaire en mathématiques, physique et chimie, avec un peu d'informatique. La deuxième année (L2) se concentre sur la culture mathématique de base. En troisième année (L3), on doit choisir entre les parcours correspondant aux grands types de débouchés : ingénierie mathématique, enseignement, recherche & innovation.

Différentes possibilités sont offertes aux étudiants, dont certaines impliquent un choix dès la première année : le parcours CUPGE prépare les étudiants à entrer sur dossier dans des écoles d'ingénieurs. Le Parcours Spécial est axé sur la formation par la recherche. Les étudiants se destinant à des L3 d'ingénierie peuvent demander le label Cursus Master Ingénierie (CMI), qui impose certaines obligations dès la première année. Enfin les départements de mathématique et d'informatique proposent un dispositif permettant de valider simultanément une licence de mathématiques et une licence d'informatique.

### PARCOURS

La L3 MApI3 (Mathématiques Appliquées pour l'Ingénierie, l'Industrie et l'Innovation) est conçue pour acquérir les bases théoriques et pratiques nécessaires pour l'utilisation des mathématiques dans l'industrie. L'objectif est de se concentrer sur les mathématiques nécessaires à cette orientation, de les maîtriser et d'amorcer l'apprentissage professionnel en vue d'intégrer le Master Mathématiques Appliquées pour l'Ingénierie, l'Industrie et l'Innovation. Le Master MApI3 a, quant à lui, pour objectif de former des ingénieurs mathématiciens polyvalents maîtrisant les différents domaines des mathématiques appliquées.

Le cursus MApI3 dans sa globalité vise 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, il associe des connaissances de statistique, d'analyse, de calcul, d'optimisation et d'algorithmique, afin de 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.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE L3 MATH. APPLI. POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE ET L'INNOVATION

YYY

### LISTE DES FORMATIONS DONNANT ACCÈS DE DROIT :

CPGE - L2 MATHÉMATIQUES (EDPMAE),  
L2 MATHÉMATIQUES (EDMAT1),  
L2 MATHÉMATIQUES (EDMAME)

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 L3 MATH. APPLI. POUR L'INGÉNIERIE, L'INDUSTRIE ET L'INNOVATION

DARDE Jérémi

Email : [Jeremi.Darde@math.univ-toulouse.fr](mailto:Jeremi.Darde@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 MATHEMATIQUES

THOMAS Pascal

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

Téléphone : +33(0)5 61 55 62 23

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.MATH

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

BUFF Xavier

Email :

Téléphone : 5 76 64

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

RODRIGUES Manuella

Email :

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

8

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	Projet	Stage	Projet ne
<b>Premier semestre</b>										
10	ELMAI5AM	TOPOLOGIE ET ESPACES DE HILBERT	6	O	24	36				
11	ELMAI5BM	INTÉGRATION, THÉORIE DE LA MESURE, PROBABILITÉS	6	O	24	36				
12	ELMAI5CM	PROGRAMMATION, ALGORITHMIQUE	6	O	12	18	30			
13	ELMAI5DM	SIGNAL, FOURIER, IMAGE	9	O						
	ELMAI5D1	Signal, Fourier, image (présentiel)			30	24	36			
14	ELMAI5D2	Signal, Fourier, image (projet)						17,5		
15	ELMAI5VM	ANGLAIS	3	O		24				
<b>Second semestre</b>										
16	ELMAI6AM	EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES	5	O	24	36				
17	ELMAI6BM	STATISTIQUES	5	O	24	60				
18	ELMAI6CM	MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES EDO	6	O						
	ELMAI6C1	Méthodes numériques pour les EDO (présentiel)			24	24	24			
19	ELMAI6C2	Méthodes numériques pour les EDO (projet)						12,5		
20	ELMAI6DM	SIMULATIONS STOCHASTIQUES	6	O						
	ELMAI6D1	Simulations stochastiques (présentiel)			24	24	24			
21	ELMAI6D2	Simulations stochastiques (projet)						12,5		
22	ELMAI6EM	PROJET INTÉGRATEUR	5	O						
	ELMAI6E1	Projet intégrateur				2				
23	ELMAI6E2	Projet intégrateur (projet)						120		
26	ELMAI6VM	ANGLAIS	3	O		24				
24	ELMAI6TM	STAGE FACULTATIF	3	F					0,5	
25	ELMAI6UM	ENGAGEMENT SOCIAL ET CITOYEN	3	F				25		25



---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>TOPOLOGIE ET ESPACES DE HILBERT</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>ELMAI5AM</b>	Cours : 24h , TD : 36h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VANCOSTENOBLE Judith

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

Téléphone : (poste) 88.55

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Maîtriser les notions de sous-espaces complets et compacts dans les Banach, comprendre la différence entre dimension finie et infinie.
- Mettre en œuvre le Théorème des applications contractantes sur des sous-ensembles d'espaces de fonctions continues.
- Savoir montrer qu'un opérateur linéaire entre deux espaces vectoriels normés est continu (ou non).
- Utiliser la décomposition orthogonale en somme directe (finie ou infinie) de sous-espaces de Hilbert pour résoudre des problèmes concrets  
(problèmes de moindres carrés, équations fonctionnelles associées à un opérateur symétrique  $\emptyset$ 'diagonalisable',...)

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Espaces métriques, espaces vectoriels normés.

Distance, voisinage. Convergence des suites. Suites de Cauchy. Ouverts, fermés, adhérence, intérieur.

Espaces séparables. Fonctions continues sur un espace métrique à valeurs dans  $\mathbb{R}$ . Fonctions linéaires continues.

Convergence des suites de fonctions continues.

#### Espaces complets, espaces de Banach.

Suites de Cauchy, espaces complets, espaces de Banach. Application linéaire bornée dans les Banach.

Noyau et Image d'un opérateur. Exemples de suites convergentes d'opérateurs. Exemples de dual d'un espace de Banach. Théorème de point fixe de Banach et applications aux équations différentielles.

#### Compacité

Notions de base. Fonction réelle continue sur un compact. Théorème d'Arzela-Ascoli. Approximation des fonctions continues.

#### Espaces de Hilbert.

Espaces de Hilbert réels et complexes. Produit scalaire, inégalité de Cauchy-Schwarz. Orthogonalité. Projection orthogonale sur un sous-espace fermé. Somme directe de sous-espaces. Adjoint d'un opérateur. Fermeture de l'image d'un opérateur, orthogonal de l'image d'un opérateur. Bases Hilbertiennes. Identité de Parseval. Bases Hilbertiennes de fonctions propres d'opérateurs, en particulier séries de Fourier.

<b>UE</b>	<b>INTÉGRATION, THÉORIE DE LA MESURE, PROBABILITÉS</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>ELMAI5BM</b>	Cours : 24h , TD : 36h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FOUGERES Pierre

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif principal de cette U.E. est de se familiariser avec l'intégrale de Lebesgue et son utilisation aussi bien en analyse qu'en probabilité. On ne s'appesantira pas sur la construction des mesures (théorèmes d'extension), ni de la mesure de Lebesgue (extérieure). On mettra plutôt en avant le côté pratique de la formalisation en termes de mesure et d'intégrale, on fera le lien entre mesure de comptage et de Lebesgue, on manipulera les théorèmes de base (transport et domination), et les lois à densité sur  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{R}^2$ . On illustrera par beaucoup d'exemples.

Ce cours n'abordera ni la transformée de Fourier, ni le conditionnement vus dans d'autres cours.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Espaces mesurables, mesures et probabilités. Tribus. Exemples de tribus et de mesures (discrètes, Lebesgue admise, à densité, image, lois usuelles). Continuité inférieure et supérieure. Ensembles négligeables, propriété vraie p.p. Propriété de domination.

- Intégration. Fonctions mesurables, opérations, approximation par fonctions étagées. Intégrale des fonctions mesurables positives. Fonctions intégrables, propriétés de l'intégrale, cas de  $\mathbb{R}$  avec la mesure de Lebesgue, inégalité de Markov. Lien avec l'intégrale de Riemann, avec les séries. Théorèmes de convergence : monotone, dominée, Fatou. Intégrales dépendant d'un paramètre (continuité, dérivabilité). Espaces  $L_p$ , inégalités de Hölder et Minkowski.

- Variables aléatoires. Loi, densité (comptage et Lebesgue), Radon Nikodym admis. Moments, fonction génératrice. Fonction de répartition, liens avec densité, fonction caractéristique, transformée de Laplace. Théorème de transport, changement de variable, calculs de lois.

Vecteurs aléatoires, lois et densités jointes, marginales. Indépendance. Tribus produit, mesures produit, Fubini sans démonstration. Somme de variables indépendantes, convolution. Vecteurs gaussiens.

### PRÉ-REQUIS

Analyse de  $L_1$  et  $L_2$ .

### MOTS-CLÉS

Intégration de Lebesgue. Probabilités.

<b>UE</b>	<b>PROGRAMMATION, ALGORITHMIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>ELMAI5CM</b>	Cours : 12h , TD : 18h , TP : 30h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DOMELEVO Komla

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

Téléphone : (poste) 76.33

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours est une introduction à l'algorithmique et à la programmation sous Python. Son objectif principal est double : familiariser l'étudiant avec les notions essentielles de l'algorithmique, afin de le sensibiliser à la nécessité de *réfléchir au code avant de programmer*, et apprendre à programmer efficacement en Python.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### Contenu des cours/Tds

1. Introduction à l'algorithmique : *terminaison, correction et complexité* d'un algorithme.
2. Algorithmes récursifs : stratégie *diviser pour régner*, algorithmes de tri
3. Quelques notions sur les structures de données : *pires, files, arbres*
4. Algorithmique pour l'algèbre linéaire numérique : décompositions matricielles (QR, LU, Choleski).

#### En travaux pratiques, les étudiants

- apprendrons à coder en Python (notions de variables, boucles, tracés, matrices, vecteurs, classes, etc.)
- testerons (efficacité, facilité d'implémentation, occupation de l'espace mémoire...) les différents algorithmes proposées en cours
- appliquerons les notions étudiées en cours/Td à de nouveaux problèmes.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction à l'algorithmique, Cours et exercices, Cormen, Leiserson, Rivest, Stein  
 Éléments d'algorithmique, Beauquier, Berstel, Chrétienne.

### MOTS-CLÉS

Algorithmique, programmation, Python

<b>UE</b>	<b>SIGNAL, FOURIER, IMAGE</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Signal, Fourier, image (présentiel)		
<b>ELMAI5D1</b>	Cours : 30h , TD : 24h , TP : 36h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BESSE Christophe

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

Téléphone : 7587

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le cours présente différentes bases permettant de représenter les signaux et les images. Nous verrons notamment les transformées de Fourier, en cosinus, en ondelettes et paquets d'ondelettes. Les propriétés de ces représentations sont illustrées lors de TD et par des TP (en Python) sur des problèmes de traitement d'images et de signaux.

En complément de ce contenu viendront les éléments d'analyse complexe.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Introductions : Introduction au traitement d'images et des signaux, la périodicité, la convolution, le sous-échantillonnage, le bruit.

La transformée de Fourier :

Définition et premières propriétés, transformée de Fourier inverse, algorithme de la FFT, convolution et transformée de Fourier, formule de Parseval, Formule de Poisson, transformée de Fourier d'un peigne de Diracs, Théorème de Shannon, effets de Gibbs, principe d'incertitude de Heisenberg.

Les ondelettes discrètes :

Ondelettes de Haar, Bancs de filtres à reconstruction exacte, ondelettes biorthogonales 1D, ondelettes orthogonales 1D, décomposition en ondelettes 1D, localisation en espace et en fréquence des ondelettes 1D, choix d'une ondelette (moments nuls vs taille du support), ondelettes 2D, localisation en espace et en fréquence des ondelettes 2D.

Holomorphie ou dérivabilité au sens complexe ; Intégration complexe ; Théorème de Cauchy et existence de primitive des fonctions holomorphes ; Formule de Cauchy et régularité des fonctions holomorphes ; Théorème des résidus

### PRÉ-REQUIS

sommes, algèbre linéaire

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Une exploration des signaux en ondelettes, Stéphane Mallat, Ecole Polytechnique.

### MOTS-CLÉS

Fourier, Ondelettes, Signaux, images

<b>UE</b>	<b>SIGNAL, FOURIER, IMAGE</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Signal, Fourier, image (projet)		
<b>ELMAI5D2</b>	Projet : 17,5h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BESSE Christophe

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

Téléphone : 7587

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Implémenter sur machine et illustrer sur des exemples concrets les méthodes et concepts abordés dans le cours "Signal, Fourier, Image".

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Initiation à l'utilisation de LaTeX pour la rédaction de rapports scientifiques.

Manipulation basique d'images digitales : lecture/écriture depuis/vers un fichier, affichage à l'écran. Fenêtrage, filtrage, échantillonnage, bruitage. Quantification à pas constant, à pas variable, égalisation d'histogramme.

Lecture/écriture de fichiers audio. Premières expérimentations avec la transformation de Fourier dimension 1 sur des signaux audio : génération de sons sinusoïdaux, affichage du spectre, détermination automatique de la hauteur d'une note de musique enregistrée. Passage dimension 2 avec des images.

Implémentation de la FFT. Utilisation en pratique : simulation d'un effet de réverbération acoustique par convolution, rotation sans perte d'une image.

Échantillonnage d'une image. Étude de différents filtres : filtre en moyenne, filtre de Shannon, filtre asymptotique réalisant un excellent compromis temps/fréquence. Zoom numérique. Tomographie : implémentation de la transformée de Radon et reconstruction basée sur une transformée de Fourier inverse.

Implémentation d'une transformée en ondelettes (db2 & db4), affichage des décompositions. Utilisation en pratique : débruitage, compression d'images.

### PRÉ-REQUIS

Initiation au langage Python et notions d'algorithmique traitées dans le module d'algorithmique.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Une courte (?) introduction à LaTeX. Disponible sur <http://tex.loria.fr/general/flshort-3.3.pdf>

G. Peyré. L'algèbre discrète de la transformée de Fourier. Ellipse, 2004.

A. Cohen. Ondelettes et traitement numérique du signal. Masson, 1992.

### MOTS-CLÉS

Signal, Fourier, image, audio, ondelettes

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>ELMAI5VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JASANI Isabelle

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

Téléphone : 65.29

KHADAROO Rashard

Email : [rashard.khadaroo@univ-tlse3.fr](mailto:rashard.khadaroo@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561558752

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Langue dans le secteur LANSAD : LANGue pour Spécialistes d'Autres Disciplines.

- Maîtriser au moins une langue étrangère et ses techniques d'expression en vue d'atteindre le niveau européen B2.
- consolider et approfondir les connaissances grammaticales et lexicales ;
- développer des compétences linguistiques et transversales permettant aux étudiants scientifiques de communiquer avec aisance dans les situations professionnelles et quotidiennes, de poursuivre des études scientifiques, d'obtenir un stage et un emploi, de faire face aux situations quotidiennes lors de voyages ou de séjours ;
- favoriser l'autonomie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Pratique des quatre compétences linguistiques.

- Compréhension de textes et documents oraux scientifiques. Repérage des caractéristiques de l'écrit et de l'oral, style et registre ;
- Pratique de la prise de parole en public sur un sujet spécialisé : faire une présentation professionnelle, donner un point de vue personnel, commenter et participer à une conversation sur des sujets d'actualité ou scientifiques ;
- Développement des compétences transversales : techniques d'analyse et de synthèse de documents spécialisés, stratégies de communication, prise de risque, esprit critique, autonomie, esprit d'équipe

### PRÉ-REQUIS

Les débutants dans la langue cible sont invités à suivre le cours « grands-débutants » en complément du cours classique

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[howjsay.com](http://howjsay.com), [granddictionnaire.com](http://granddictionnaire.com), [linguee.fr](http://linguee.fr), [iate.europa.eu](http://iate.europa.eu).

### MOTS-CLÉS

Langue scientifique et technique, langue à objectif professionnel, techniques de communication.

<b>UE</b>	<b>EQUATIONS DIFFÉRENTIELLES ORDINAIRES</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELMAI6AM</b>	Cours : 24h , TD : 36h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NEGULESCU Claudia

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

1. Propriétés des EDOs : existence et unicité, utilisation de méthodes de calcul de solutions pour les équations scalaires d'ordre 1 et 2. Application des théorèmes d'existence aux systèmes d'EDO d'ordre 1. Analyse qualitative de solutions grâce aux portraits de phase.
2. Savoir calculer des dérivées partielles de fonctions composées, utiliser le théorème des accroissements finis, les formules de Taylor.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Equations Différentielles : 8 semaines de cours/TD
  - Position du problème pour les edo d'ordre 1 : résoudre c'est trouver une fonction ET un intervalle. Notion de problème de Cauchy, passage d'une EDO d'ordre n à un système de n EDOs d'ordre 1.
  - Théorème de Cauchy-Lipschitz, lemme de Gronwall
  - Exemples : equations à variables séparables, homogènes, de Bernouilli, systèmes linéaires à coefficients constants (exponentielle de matrice, variation des constante)
2. Calcul Différentiel : 4 semaines de cours/TD
  - Rappels sur les ouvert de  $\mathbb{R}^n$  et les fonctions continues d'un ouvert de  $\mathbb{R}^n$  dans un ouvert de  $\mathbb{R}^p$ .
  - Dérivées partielles, définition d'une application  $C^1$ . Matrices jacobiniennes.
  - Définition de la différentielle (sur  $\mathbb{R}^n$ ), lien avec les dérivées partielles. Équivalence entre  $C^1$  (comme au dessus) et la continuité de la différentielle.
  - Théorème des accroissements finis à plusieurs variables pour les applications  $C^1$ . Applications et illustrations.
  - Définition d'une application  $C^2$  par le fait que les dérivées partielles sont  $C^1$ , lemme de Schwarz, Hessienne, développement de Taylor à l'ordre 2.
  - Notion de  $C^1$  difféomorphismes, applications aux changements de variables.

### PRÉ-REQUIS

Aucun

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

"Analyse numérique et équations différentielles", Jean-Pierre Demailly, Presses universitaires de Grenoble

"Les mathématiques en licence, 2ème année, Tome 1", Elie Azoulay, Jean Avignant, Guy Auliac, EdiScience

### MOTS-CLÉS

Fonctions de plusieurs variables, Equations différentielles ordinaires (edo)



<b>UE</b>	<b>STATISTIQUES</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELMAI6BM</b>	Cours : 24h , TD : 60h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DELMOTTE Thierry

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

Téléphone : (poste) 61.42, (dom)  
09.51.92.89.33, 06.01.98.68.93

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est double. D'une part, il s'agit de compléter le cours du semestre d'intégration et de probabilités en abordant les notions de convergences de variables aléatoires et en présentant les deux théorèmes fondamentaux de convergence la loi forte des grands nombres et le théorème central limite. D'autre part, en présentant de façon rigoureuse les premières notions de statistique mathématique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### 1. Probabilités.

- Convergences des variables aléatoires (presque sûre, en probabilité,  $L^p$  et en loi)
- Borell-Cantelli et loi forte des grands nombres
- Théorème de Paul Levy et théorème central limite
- Vecteurs Gaussiens et le théorème central limite multi-dimensionnel.

#### 2. Statistique

- Notion de modèle statistique
- Estimation paramétrique (méthode des moments et maximum de vraisemblance)
- Intervalle de confiance
- Tests paramétriques
- Exemples de tests non paramétriques

<b>UE</b>	<b>MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES EDO</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Méthodes numériques pour les EDO (présentiel)		
<b>ELMAI6C1</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DOMELEVO Komla

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

Téléphone : (poste) 76.33

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Connaissance des méthodes d'interpolation et de calcul approché d'intégrales et les erreurs d'approximation correspondantes, implémentation en Python
- Notions de modélisation de problèmes issus de la mécanique, biologie, chimie par exemple.
- Connaissance des schémas de résolution d'EDOs classiques : Euler explicite et implicite, Heun, Crank Nicolson, Méthodes multi-pas, Runge Kutta et leur implémentation en Python
- Ordre de consistance par les formules de Taylor, stabilité (lemme de Gronwall discret), ordre de convergence

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Semaine 1 : Interpolation de Lagrange : existence et unicité du polynôme d'interpolation, écriture dans la base de Lagrange, erreur d'interpolation.
- Semaines 2-3 : Intégration numérique : À partir des polynômes d'interpolation de Lagrange mise en place des méthodes d'intégration standard. Notion d'ordre et d'erreur d'approximation. Formules de quadrature d'ordre supérieur (Gauss).
- Semaine 4 : Notion de modélisation par équations différentielles ordinaires
- Semaines 5-6 : Mise en place des méthodes d'approximation des solutions EDOs à partir des méthodes d'intégration numérique : méthodes d'Euler explicite et implicite et autres schémas à un pas. Analyse des méthodes (consistance, stabilité, convergence), ordre des schémas.
- Semaines 7-8 : Méthodes multi-pas classiques, critère de Dahlquist, Heun, Crank-Nicolson.
- Semaines 10-11 : Notions de stabilité absolue, région de stabilité, A-stabilité, conditions de Jury
- Semaines 11-12 : Méthodes de Runge-Kutta explicites et implicites définies à partir des formules de quadrature de Gauss. Consistance, stabilité, ordre, stabilité absolue

Toutes les méthodes vues en cours font l'objet d'une mise en oeuvre pratique en TP avec le langage Python.

### PRÉ-REQUIS

Connaissances d'algèbre linéaire et d'intégration. Notions d'analyse et d'algèbre de base

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Numerical Methods for Ordinary Differential Equations, D. Griffiths, D. Higham, Springer

### MOTS-CLÉS

Méthodes numériques pour les équations différentielles ordinaires, méthodes de Runge-Kutta

<b>UE</b>	<b>MÉTHODES NUMÉRIQUES POUR LES EDO</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Méthodes numériques pour les EDO (projet)		
<b>ELMAI6C2</b>	Projet : 12,5h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BESSE Christophe

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

Téléphone : 7587

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Implémenter sur machine et illustrer sur des exemples concrets les méthodes et concepts abordés dans le cours "Méthodes numériques pour les EDO".

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Interpolation polynomiale : algorithme des différences divisées et de Hörner ; phénomène de Runge et abscisses de Chebyshev. Intégration numérique : méthodes des rectangles, des trapèzes, de Simpson ; visualisation de l'erreur et mise en évidence de l'ordre. Formules de Newton-Cotes.

Méthode de Monte-Carlo pour l'intégration à plusieurs variables. Contrôle de l'erreur, comparaison avec les méthodes déterministes. Introduction à la résolution numérique des EDO, utilisation d'un solveur intégré pour visualiser les portraits de phase de quelques équations : à une dimension (exemples classiques), à plusieurs dimensions (modèle proie-prédateur, chute d'une météorite).

Implémentation de quelques méthodes classiques : Euler explicite, Heun, Adams-Bashforth, Dahlquist, Runge-Kutta. Affichage de l'erreur, mise en évidence de l'ordre. Application au cas du pendule simple et à la trajectoire d'un projectile avec rebond.

Implémentation d'une méthode à pas variable, comparaison avec les méthodes à pas fixe. Simulation d'un mouvement brownien, exemples d'équations différentielles stochastiques. Méthode de résolution de Picard.

### PRÉ-REQUIS

Initiation au langage Python et notions d'algorithmique traitées au premier semestre.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Une courte (?) introduction à LaTeX. Disponible sur <http://tex.loria.fr/general/flshort-3.3.pdf>  
Jean-Pierre Demailly. Analyse numérique et équations différentielles. EDP Sciences, 2006.

### MOTS-CLÉS

EDO, méthodes numériques, intégration numérique, analyse numérique

<b>UE</b>	<b>SIMULATIONS STOCHASTIQUES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Simulations stochastiques (présentiel)		
<b>ELMAI6D1</b>	Cours : 24h , TD : 24h , TP : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PELLEGRINI Clément

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce cours se place à l'intermédiaire entre celui de probabilité et celui de statistique. L'objectif est d'approfondir quelques notions probabilistes très utiles pour les simulations numériques stochastiques et les applications statistiques. Ces notions sont illustrées concrètement par simulation sur Scilab, Python ou R.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### 1. Simulations de variables aléatoires

- quelques mots sur les générateurs à congruence
- simulation de lois discrètes, méthode d'inversion, quelques exemples (lois uniforme, exponentielle, Poisson, gaussienne : algorithme de Box-Müller, introduction aux vecteurs gaussiens), changement de variables, mélanges, méthode du rejet

#### 2. Illustration des théorèmes limites

- méthode de Monte-Carlo pour calculer des intégrales
- processus de Bernoulli et convergence de la proportion empirique vers la proportion inconnue
- introduction aux chaînes de Markov (avec énoncé d'un théorème de convergence vers la mesure stationnaire)

#### 3. Tests statistiques

- modèle de Bernoulli : modélisation (modèle hypergéométrique également abordé), inégalités de concentration simples et intervalles de confiance, tests d'hypothèses simples et composites sur une proportion, calcul et représentation de courbes de puissance
- tests non-paramétriques : test du chi-deux d'adéquation à une loi discrète (théorie et pratique ; avec un rappel sur les vecteurs gaussiens) ; visualisation numérique d'autres tests comme celui de Kolmogorov-Smirnov.

### PRÉ-REQUIS

cours de probabilité niveau licence : variable aléatoire, loi, moments, indépendance, types de convergence, lois usuelles, introduction aux vecteurs gaussiens.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bercu et Chafaï. Modélisation stochastique et simulation. Ed. Dunod, 2007.

Rivoirard et Stoltz. Statistique mathématique en action. Ed. Vuibert, 2012.

### MOTS-CLÉS

simulation de variables aléatoires, méthode de Monte-Carlo, intervalles de confiance, tests.

<b>UE</b>	<b>SIMULATIONS STOCHASTIQUES</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Simulations stochastiques (projet)		
<b>ELMAI6D2</b>	Projet : 12,5h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GERCHINOVITZ Sebastien

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Complément au module Simulations stochastiques (présentiel)

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le projet consiste à rendre un compte rendu des TP qui sont réalisés en partie pendant les TP et en partie chez soi.

### MOTS-CLÉS

Logiciels Scilab et R

<b>UE</b>	<b>PROJET INTÉGRATEUR</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Projet intégrateur		
<b>ELMAI6E1</b>	TD : 2h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

MALGOUYRES François

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Il s'agit d'un projet tutoré de mathématiques appliquées. Il a pour but d'approfondir et d'évaluer au travers d'un travail concret une compilation des connaissances acquises dans l'année, dont notamment les méthodes numériques pour les modèles déterministes et aléatoires, et leur mise en œuvre avec un langage de programmation.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les étudiants travaillent en groupe de 4 ou 5. Ils sont suivis par des enseignants intervenant dans la formation. Ces projets donnent lieu à la rédaction d'un rapport et à une soutenance orale.

<b>UE</b>	<b>PROJET INTÉGRATEUR</b>	<b>5 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Projet intégrateur (projet)		
<b>ELMAI6E2</b>	Projet : 120h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

DARDE Jérémi

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

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELMAI6TM</b>	Stage : 0,5 mois minimum		



<b>UE</b>	<b>ENGAGEMENT SOCIAL ET CITOYEN</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELMAI6UM</b>	Projet : 25h , Projet ne : 25h		

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>ELMAI6VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JASANI Isabelle

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

Téléphone : 65.29

KHADAROO Rashard

Email : [rashard.khadaroo@univ-tlse3.fr](mailto:rashard.khadaroo@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561558752

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Langue dans le secteur LANSAD : LANGue pour Spécialistes d'Autres Disciplines.

- Maîtriser au moins une langue étrangère et ses techniques d'expression en vue d'atteindre le niveau européen B2.
- consolider et approfondir les connaissances grammaticales et lexicales ;
- développer des compétences linguistiques et transversales permettant aux étudiants scientifiques de communiquer avec aisance dans les situations professionnelles et quotidiennes, de poursuivre des études scientifiques, d'obtenir un stage et un emploi, de faire face aux situations quotidiennes lors de voyages ou de séjours ;
- favoriser l'autonomie.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Pratique des quatre compétences linguistiques.

- Compréhension de textes et documents oraux scientifiques. Repérage des caractéristiques de l'écrit et de l'oral, style et registre ;
- Pratique de la prise de parole en public sur un sujet spécialisé : faire une présentation professionnelle, donner un point de vue personnel, commenter et participer à une conversation sur des sujets d'actualité ou scientifiques ;
- Développement des compétences transversales : techniques d'analyse et de synthèse de documents spécialisés, stratégies de communication, prise de risque, esprit critique, autonomie, esprit d'équipe.

### PRÉ-REQUIS

Les débutants dans la langue cible sont invités à suivre le cours « grands-débutants » en complément du cours classique.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[howjsay.com](http://howjsay.com), [granddictionnaire.com](http://granddictionnaire.com), [linguee.fr](http://linguee.fr), [iate.europa.eu](http://iate.europa.eu).

### MOTS-CLÉS

Langue scientifique et technique, langue à objectif professionnel, techniques de communication.

# 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.



