

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

# **Canevas d'amendement**

## **OFFRE DE FORMATION MASTER**

### **ACADEMIQUE**

**2021/2022**

<b>Etablissement</b>	<b>Faculté / Institut</b>	<b>Département</b>
<b>Université Med. Boudiaf de M'sila</b>	<b>Faculté de Mathématiques et de l'informatique</b>	<b>Mathématiques</b>

**Domaine : Mathématique et Informatique**

**Filière : Mathématiques**

**Spécialité : Analyse Fonctionnelle**

**Responsable de l'équipe du domaine de la formation :  
Mr. NOURI Brahim (MCA)**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج تعديل

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

2022/2021

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الرياضيات	كلية الرياضيات والإعلام الآلي	جامعة محمد بوضياف بالمسيلة

الميدان: رياضيات وإعلام آلي

الشعبة: رياضيات

التخصص: تحليل دالي

مسؤول فرقة ميدان التكوين: الأستاذ نويري إبراهيم

# SOMMAIRE

I - Fiche d'identité du Master	-----
1 - Localisation de la formation	-----
2 - Partenaires de la formation	-----
3 - Contexte et objectifs de la formation	-----
A - Conditions d'accès	-----
B - Objectifs de la formation	-----
C - Profils et compétences visées	-----
D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité	-----
E - Passerelles vers les autres spécialités	-----
F - Indicateurs de suivi de la formation	-----
G - Capacités d'encadrement	-----
4 - Moyens humains disponibles	-----
A - Enseignants intervenant dans la spécialité	-----
B - Encadrement Externe	-----
5 - Moyens matériels spécifiques disponibles	-----
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements	-----
B- Terrains de stage et formations en entreprise	-----
C - Laboratoires de recherche de soutien au master	-----
D - Projets de recherche de soutien au master	-----
E - Espaces de travaux personnels et TIC	-----
II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignements	-----
1- Semestre 1	-----
2- Semestre 2	-----
3- Semestre 3	-----
4- Semestre 4	-----
5- Récapitulatif global de la formation	-----
III - Programme détaillé par matière	-----
IV – Accords / conventions	-----

**I – Fiche d'identité du Master**  
**(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)**

## 1 - Localisation de la formation :

Etablissement : Université de M'Sila

Faculté (ou Institut) : Faculté des  
Mathématiques et de l'informatique

Département : Département Mathématiques

## 2- Partenaires de la formation \*:

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

- Partenaires internationaux :

\* = Présenter les conventions

## 3 – Contexte et objectifs de la formation

**A - Conditions d'accès** (*indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master*)

- Licence LMD de Mathématiques fondamentales

- Licence LMD de Mathématiques appliquée ou professionnelle

**B - Objectifs de la formation** (*compétences visées, connaissances pédagogiques acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes*)

**Il s'agit de la continuité d'un Master en Analyse Fonctionnelle créé depuis quelques années dans le but de la création d'un pôle en mathématiques pures à l'université de M'Sila.**

Les objectifs pédagogiques sont alors doubles : apporter aux étudiants une vue d'ensemble des outils mathématiques de haut niveau et une maîtrise technique et conceptuelle pour une entrée dans la vie professionnelle, et aussi offrir aux étudiants intéressés par une formation doctorale un avant-goût des mathématiques contemporaines et des problèmes actuels de la recherche.

**C – Profils et compétences métiers visés** (*en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes*) :

L'existence de plusieurs départements et laboratoires de recherches au niveau national demande un large besoin d'utilisateurs de techniques mathématiques où l'activité de recherche va de pair avec le développement de la recherche en mathématiques.

**D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité**

Au niveau nationales : Enseignement secondaire, Enseignement universitaire (après une formation en doctorat)

Au niveau régionales : Enseignement secondaire, Enseignement universitaire (après une formation en doctorat), université Med Boudiaf à M'Sila et ENS à Bousadaa.

**E – Passerelles vers d'autres spécialités**

## **F – Indicateurs de suivi de la formation**

L'équipe pédagogique composée par l'ensemble des enseignants responsables des unités d'enseignement, effectue le suivi des enseignements en organisant périodiquement des comités pédagogiques et établit un rapport d'évaluation semestriel.

### **Coordonnateurs :**

#### **- Responsable de l'équipe du domaine de formation :**

Nom & prénom : **NOURI Brahim**

Grade : Professeur

**Tel:** 0771856227 E - mail : **brahim.nouiri@univ-msila.dz**

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

#### **- Responsable de l'équipe de la filière de formation :**

Nom & prénom : **DJERIOU Aissa**

Grade : MCA

**Tel:** 0667841419 E - mail : **aissa.djeriou@univ-msila.dz**

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

#### **- Responsable de l'équipe de spécialité :**

Nom & prénom : **MOUSSAI Madani**

Grade : Professeur

**Tel:** 0661463934 E - mail : **madani.moussai@univ-msila.dz**

Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum 3 pages)

**G – Capacité d'encadrement** (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

**15 étudiants**

## **II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements**

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

## 1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>						<b>6</b>	<b>18</b>		
<b>UEF1(O/P)</b>									
Matière 1 Analyse fonctionnelle fondamentale 1	225h	3h	1h30		10h30	3	9	40%	60%
Matière 2 Distributions	225h	3h	1h30		10h30	3	9	40%	60%
<b>UE méthodologie</b>						<b>3</b>	<b>9</b>		
<b>UEM1(O/P)</b>									
Matière 1 Algèbre multilinéaire	127h30	3h	1h30		4h	2	5	40%	60%
Matière 2 Equations différentielles ordinaires	105h	1h30	1h30		4h	1	4	40%	60%
<b>UE transversales</b>						<b>1</b>	<b>3</b>		
<b>UET1(O/P)</b>									
Matière 1 Anglais scientifique	75h		1h30		3h30	1	3	100%	
<b>Total Semestre 1</b>	<b>750h</b>	<b>10h30</b>	<b>7h30</b>		<b>32h30</b>	<b>10</b>	<b>30</b>		

## 2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>						<b>6</b>	<b>18</b>		
<b>UEF1(O/P)</b>									
Matière 1Analyse fonctionnelle fondamentale 2	150h	3h	1h30		5h30	2	6	40%	60%
Matière2Interpolation des espaces I	150h	3h	1h30		5h30	2	6	40%	60%
Matière3Analyse de Fourier	150h	3h			7h	2	6	40%	60%
<b>UE méthodologie</b>						<b>3</b>	<b>9</b>		
<b>UEM1(O/P)</b>									
Matière 1Formulations variationnelles des EDPs	105h	1h30	1h30		4h	1	4	40%	60%
Matière2Théorie de la mesure	120h	1h30	1h30		5h	2	5	40%	60%
<b>UE transversales</b>						<b>1</b>	<b>3</b>		
<b>UET1(O/P)</b>									
Matière 1 Langage Latex	75h	1h30			3h30	1	3	40%	60%
<b>Total Semestre 2</b>	<b>750h</b>	<b>13h30</b>	<b>6h</b>		<b>30h30</b>	<b>10</b>	<b>30</b>		

### 3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>						<b>6</b>	<b>18</b>		
<b>UEF1(O/P)</b>									
Matière 1 Espaces de suites et leurs opérateurs	225h	3h	1h30		10h30	3	9	40%	60%
Matière 2 Espaces fonctionnels de type de Sobolev	225h	3h	1h30		10h30	3	9	40%	60%
<b>UE méthodologie</b>						<b>3</b>	<b>9</b>		
<b>UEM1(O/P)</b>									
Matière 1 Analyse non linéaire sur les espaces métriques	127h30	3h	1h30		4h	2	5	40%	60%
Matière 2 Interpolation des espaces II	127h30	3h	1h30		4h	1	4	40%	60%
<b>UE transversales</b>						<b>1</b>	<b>3</b>		
<b>UET1(O/P)</b>									
Matière 1 Méthodologie de recherche scientifique	75h	1h30			3h30	1	3	40%	60%
<b>Total Semestre 3</b>	<b>750h</b>	<b>13h30</b>	<b>6h</b>		<b>32h30</b>	<b>10</b>	<b>30</b>		

#### 4- Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques et Informatiques  
Filière : Mathématiques  
Spécialité : Analyse Fonctionnelle

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel			
Stage en entreprise			
Séminaires			
Autre (préciser) Mémoire	250h	10	30
<b>Total Semestre 4</b>	<b>250h</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

**5- Récapitulatif global de la formation** :(indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	315h	202h30	0	45h	562h30
TD	135h	135h	0	22h30	292h30
TP	0	0	0	0	0
Travail personnel	900h	375h	0	157h30	1432h30
Autre (préciser) Mémoire 250h	250h				250h
<b>Total</b>	<b>1600h</b>	<b>712h30</b>	<b>0</b>	<b>225h</b>	<b>2573h30</b>
<b>Crédits</b>	<b>84</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>120</b>
% en crédits pour chaque UE	70%	22.5%	0%	7.5%	

### **III - Programme détaillé par matière** (1 fiche détaillée par matière)

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Analyse fonctionnelle fondamentale 1**

**Crédits : 9**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

Le but de ce cours est de fournir les outils d'analyse fonctionnelle nécessaires et largement utilisés dans l'analyse mathématique. Il a aussi pour objectif fondamental de guider l'étudiant dans la résolution de problèmes parfois difficiles avec le minimum d'outils théoriques de base, clairement définis.

## **Connaissances préalables recommandées**

Il est conseillé de connaître les notions de base de topologie générale, et d'être familier de la théorie de la mesure et de l'intégration. De plus nous avons préféré l'approche classique pour qu'un étudiant ayant déjà une bonne maîtrise de l'analyse réelle et complexe et de l'algèbre linéaire puisse facilement suivre cette matière.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1: Espaces normés**

- Définition d'un espace normé
- Topologie associée à une norme
- Exemples
- Espace de Banach
- Série dans espace normé (Série de vecteurs)
- Applications linéaires continues
- Quelques constructions d'espaces normés
- Espaces normés de dimension finie

### **Chapitre 2 : Le Théorème de Baire et ses conséquences**

- Le théorème de Baire
- Le théorème de Banach Steinhaus
- Le théorème de l'application ouverte et de graphe fermé

### **Chapitre 3: Théorème de Hahn Banach et ses conséquences**

- Théorème de Hahn-Banach : forme analytique et ses conséquences
- Théorème de Hahn-Banach : forme géométrique
- Dual d'un espace normé, application transposée ou adjoint.

## **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## Références

- 1- W. Hengartner, M. Lambert et C. Reischer, Introduction à l'analyse fonctionnelle, Les presses de l'université du Québec. 1981
  - 2- Georges Skandalis, Analyse fonctionnelle et théorie spectrale, Polycopié, l'édition 1998-1999, Institut de Mathématiques, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6
  - 3- B. Maurey, Analyse fonctionnelle et théorie spectrale, Polycopié, l'édition 2000-2001, Institut de Mathématiques, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6
  - 4- H. Brézis, Analyse fonctionnelle - Théorie et application, Dunod, 2005.
  - 5- VazgainAvanissian, Initiation à l'analyse fonctionnelle, PUF, 1ère édition 1996.
  - 6- C. Marle, P. Pilibossian, Analyse fonctionnelle - Cours et exercices corrigés. Ellipses, 1ère édition 2004.
  - 7- N. El Hage Hassan, Topologie générale et espaces normés. DUNOD, Paris 2011.
-

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Fondamentale**

**Intitulé de la matière : Distributions**

**Crédits : 9**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

Le but de ce cours est l'étude de la théorie de distributions afin de fournir les outils nécessaires largement utilisés dans l'étude des problèmes d'analyse de Fourier.

## **Connaissances préalables recommandées**

Connaitre les notions de base de topologie générale, et d'être familier de la théorie de la mesure et de l'intégration.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1.** Généralités sur les distributions

- Fonctions tests.
- Définition d'une distribution. Exemples.
- Support d'une distribution.

### **Chapitre 2.** Opérations sur les distributions

- Multiplication par une fonction.
- Dérivation. Formule des sauts.
- Distributions à support compact.
- Convolution des distributions.

### **Chapitre 3.** Distributions tempérées et transformation de Fourier

- L'espace  $S$  de Schwartz.
- Distributions tempérées. Exemples.
- Transformation de Fourier des distributions
- Transformation de Fourier et convolution.
- Distributions périodiques.

### **Chapitre 4.** Solutions fondamentales des EDP

- Exemples usuels : Cauchy-Riemann,
- Utilisation pour la résolution d'équations

## **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## **Références**

1. Laurent Schwartz, *Théorie des Distributions*, Hermann, Paris, 1966.

2. Laurent Schwartz, *Méthodes Mathématiques pour les Sciences Physiques*, Hermann, Paris, 1961, dernière édition 1998.
  3. Charles Goulaouic et Yves Meyer, *Analyse Fonctionnelle et Calcul Différentiel*, Ecole Polytechnique, Département de Mathématiques, 1984.
  4. Jaime Campos Ferreira, *Introduction to the Theory of Distributions*, [Approche de Sebastião e Silva], Pitman Monographs and Surveys in Pure and Applied Mathematics 87, Addison Wesley Longman, 1997.
-

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Algèbre multilinéaire**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ce module est d'introduire les notions nécessaires l'algèbre linéaires et multilinéaires pour que l'étudiant soit capable de manipuler les structures algébriques dans les autres matières.

**Connaissances préalables recommandées** Algèbre linéaire de 1<sup>ière</sup> année LMD.

## **Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappels sur les espaces vectoriels et les applications linéaires**

**Chapitre 2 : Multilinéaires**

- Applications bilinéaires
- Formes bilinéaires
- Applications multilinéaires

**Chapitre 3 : Espaces vectoriels Euclidiens**

- Produit scalaire et norme
- Bases orthonormées
- Orthogonal d'un sous-espace vectoriel
- Adjoint d'un endomorphisme
- Endomorphismes auto-adjoints

**Chapitre 4 : Espaces Hermitiens**

- Produit scalaire et norme
- Formes quadratiques associées à une Formes Hermitiens
- Bases orthonormées dans les espaces Hermitiens
- Matrices Orthogonales
- Isomorphisme hermitien

## **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## **Référence :**

1. Léonce Lesieur. Algèbre générale. Colin, 1982.
2. W. H. Greub. Multilinear algebra. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York (1967).

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Equations différentielles ordinaires**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 1**

## **Objectifs de l'enseignement**

Les équations différentielles constituent un outil confirmé pour formuler dans un langage mathématique (modélisation) de nombreuses situations issues de plusieurs disciplines (comme les sciences physiques, la chimie, la biologie, les sciences économiques etc.). L'étude des équations différentielles est une opportunité pour offrir une ouverture de l'application des mathématiques à la vie réelle et pour ainsi dévoiler aux étudiants la nature des recherches contemporaines en mathématiques. Ce polycopie s'adresse principalement aux étudiants de la première année master analyse mathématiques et applications, ainsi qu'aux scientifiques désireux de s'initier à l'étude qualitative et quantitative des équations et des systèmes différentiels. Il a pour objectif de rassembler de façon cohérente les fondements de la théorie des équations différentielles tout en essayant de simplifier les notions et concepts afin que les étudiants puissent les assimiler facilement.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Généralités sur les équations différentielles**

Introduction, Généralités sur les équations différentielles ordinaires, Notion de solution d'une équation différentielle ordinaire, Problème de Cauchy, Solutions au sens de Carathéodory, Equations différentielles ordinaires sous contrainte.

### **Chapitre 2 : EDO dans la dimension infinie**

Introduction, Théorème de Peano en dimension infinie, Problème de Cauchy et équation intégrale.

### **Chapitre 3 : Introduction à la théorie de stabilité**

Généralités, Stabilité des systèmes linéaires, Stabilité des systèmes linéaires perturbés, Fonction de Lyapunov.

## **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## **Référence :**

- 1- **BENNICHE Omar**, *Notes de Cours Equations Différentielles Ordinaires*, Polycopie destiné aux étudiants de première année Master Analyse Mathématiques et Applications, université de Khemis Miliana - DJILALI BOUNAAMA (Juin 2020).
  - 2- **V. Lakshmikantham; S. Leela**. *Nonlinear Differential Equations in Abstract Spaces*, Pergamon Press, Oxford, (1981).
  - 3- **V. Barbu**. *Nonlinear Differential Equations of Monotone Types in Banach spaces*, New York, Springer, (2010).
  - 4- **II. Vrabie**. *Differential equations. An introduction to basic concepts, results and applications*. World Scientific Publishing, (2004).
-

## **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 1**

**Intitulé de l'UE : Transversale**

**Intitulé de la matière : Anglais Scientifique**

**Crédits : 3**

**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Le but de cette unité est d'aider les étudiants à maîtriser l'anglais utilisé dans le milieu de la recherche et de l'enseignement en mathématiques et ses applications. Ceci leur permet de développer leur capacité à comprendre, rédiger et exposer des mathématiques en anglais (comme les questions lors d'un colloque...)

**Connaissances préalables recommandées** Unité d'anglais de la licence

### **Contenu de la matière :**

- Traduction et rédaction de textes mathématiques (théorèmes, article, ...)
- Expression orale (brefs exposés enregistrés).

### **Mode d'évaluation :**

- Travail continu

### **Référence :**

Le support sera constitué d'un fascicule de rappels de cours et de conseils méthodologiques, accompagnés d'exercices. Un accès à internet est vivement conseillé.

---

# **Intitulé du Master: Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentales**

**Intitulé de la matière : Analyse fonctionnelle fondamentale 2**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

Le but de ce cours est de fournir les outils d'analyse fonctionnelle nécessaires et largement utilisés dans l'analyse mathématique. Il a aussi pour objectif fondamental de guider l'étudiant dans la résolution des problèmes parfois difficiles.

## **Connaissances préalables recommandées**

Il est conseillé de connaître les notions de base de l'analyse fonctionnelle.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1: Espaces des suites classiques et son dual**

- Espace de suite  $l_p$
- Espace  $c_0$ ,  $c$  et  $l^\infty$
- Dualité

### **Chapitre 2: Topologies faibles et \*-faibles**

- Topologies initiales
- Topologie faible
- Topologie \*-faible
- Suites faiblement convergentes
- Espaces réflexifs

### **Chapitre 3: Quelques classes d'opérateurs**

- Compacité dans un espace de Banach
- Applications linéaires compactes
- Opérateurs de Hilbert-Schmidt

## **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## **Référence :**

- 5- W. Hengartner, M. Lambert et C. Reischer, Introduction à l'analyse fonctionnelle, Les presses de l'université du Québec. 1981
  - 6- Georges Skandalis, Analyse fonctionnelle et théorie spectrale, Polycopié, l'édition 1998-1999, Institut de Mathématiques, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6
  - 7- B. Maurey, Analyse fonctionnelle et théorie spectrale, Polycopié, l'édition 2000-2001, Institut de Mathématiques, Université Pierre et Marie Curie - Paris 6
  - 8- H. Brézis Analyse fonctionnelle - Théorie et application, Dunod, 2005.
  - 9- VazgainAvanissian, Initiation à l'analyse fonctionnelle, PUF, 1ère édition 1996.
  - 10- C. Marle, P. Pilibossian , Analyse fonctionnelle - Cours et exercices corrigés. Ellipses, 1ère édition 2004.
  - 11- N. El Hage Hassan. Topologie générale et espaces normés. DUNOD, Paris 2011
-

## **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentales**

**Intitulé de la matière : Interpolation des espaces I**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce cours introduit les notions fondamentales de l'interpolation.

### **Connaissances préalables recommandées**

Topologie. Mesure et intégration, Analyse fonctionnelle classique.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Espace $L^p$ faible**

- 1.1. La fonction de distribution
- 1.2. Le réarrangement décroissant
- 1.3. Espace  $L^p$  faible

#### **Chapitre 2 : Espace de Lorentz**

- 2.1. Définitions et premières propriétés
- 2.2. Inclusions
- 2.3. Dualité, Séparabilité et Réflexivité

#### **Chapitre 3 : Théorèmes classiques de l'interpolation**

- 3.1. Théorème d'interpolation de Riesz-Thorin
- 3.2. Théorème d'interpolation de Marcinkiewicz
- 3.3. Applications

#### **Chapitre 4 : Interpolation réelle I**

- 4.1. Interpolation réelle par la méthode K
- 4.2. Interpolation réelle des espaces
- 4.3. Applications

### **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## Références

1. J. Bergh, J. Lofstrom. Interpolation Spaces, An Introduction, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, No. 223, Springer-Verlag, Berlin-New York, 1976.
  2. C. Bennett, R. C. Sharpley. Interpolation of operators. Pure and Applied Mathematics, 129, Academic Press, 1988
  3. G. Bourdaud : Analyse fonctionnelle dans l'espace Euclidien, Publ. Math. Univ. Paris. VII, 23 1987. 2- R.R.
  4. L. Grafakos. Classical Fourier Analysis, Third Edition, Graduate Texts in Math.,no 249, Springer, New York, 2014.
  5. M. Stein. Singular integrals and differentiability properties of functions. Princeton University Press. 1970.
  - 6- E. M. Stein. Harmonic Analysis, real-variable methods, orthogonality and oscillatory integrals. Princeton University Press. 1993.
  7. Luc Tartar. An introduction to Sobolev spaces and interpolation spaces, volume 3 of Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana. Springer, Berlin, 2007.
  - 8- H. Triebel. Theory of function spaces. Birkhauser, Basel (1983)
  9. H. Triebel. Interpolation Theory, Function Spaces, Differential Operators. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, Oxford, 1978.
-

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Fondamentales**

**Intitulé de la matière : Analyse de Fourier**

**Crédits : 6**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

Ce cours a pour objectif de donner les outils de bases pour l'utilisation de l'analyse de Fourier dont le but de l'obtention la décomposition d'une des distributions tempérées.

## **Connaissances préalables recommandées**

Suites et séries de fonctions - Intégration - Espaces fonctionnels  $L_p$  - Fonctions holomorphes. Séries de Fourier. Fonctions à support compact. Distributions.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Rappel sur la Convolution et la Transformation de Fourier sur $\mathbb{R}^n$ (l'espace Euclidien)**

- Construction et définitions
- Produit de convolution et la Transformée de Fourier des distributions.
- Inégalité de Young et approximations de l'unité, régularisation ; densité des fonctions à support compact.

### **Chapitre 2 : Espaces de Sobolev homogènes et non homogènes**

- Définitions et quelques propriétés des espaces de Sobolev
- Définitions et quelques propriétés des espaces de Sobolev homogènes
- Injection de Sobolev

### **Chapitre 3 : Espaces des distributions modulo les polynômes**

- Rappel sur les distributions tempérées  $S'(\mathbb{R}^n)$
- Espaces des distributions modulo les polynômes  $S^m(\mathbb{R}^n)$ ,  $m=1,2,\dots$
- Exemples des espaces fonctionnels définis sur  $S^m(\mathbb{R}^n)$ .
- Propriétés des  $S^m(\mathbb{R}^n)$ .

### **Chapitre 4 : Décomposition de Littlewood-Paley**

- Définition
- Partition de l'unité homogène et non homogène.
- Opérateurs de convolutions de Littlewood-Paley  $Q$  et  $S$ .
- Continuité de  $Q$  et  $S$  sur les  $L_p$  (Lebesgue).
- Convergence de la série de Littlewood-Paley dans  $S(\mathbb{R}^n)$  et dans  $S'(\mathbb{R}^n)$

## Mode d'évaluation :

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## Références

1. H. Bahouri, J.Y. Chemin, R. Danchin , Fourier Analysis and Nonlinear Partial Differential Equations. Springer, 2011.
  2. G. Lourdaud, Analyse fonctionnelle dans l'espace Euclidien. 2ième édition, Pub. Math. Univ. Paris 7, 23 (1995).
  3. W. Rudi, Analyse réelle et complexe. Masson. 1975.
  4. L. Schwartz, Théorie des distributions. Hermann. 1966.
  5. H. Triebel , Theory of Function Spaces. Birkhauser, Basel, 1983.
-

# Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Formulations variationnelles des EDPs

Crédits : 4

Coefficients : 1

## Objectifs de l'enseignement

### Contenu de la matière

- Rappel sur l'analyse vectoriel.
- Espaces de Sobolev sur un ouvert borné  $H^m(\Omega)$ .
  - Injections de Sobolev.
  - Théorèmes de traces.
- Equations elliptiques sur un ouvert borné.
  - Théorèmes de LaxMilgram.
  - Principe du maximum elliptique.
- Exemples

### Mode d'évaluation :

- Une épreuve écrite
- Travail continu

### Référence :

- 1) B. Bendhia, A. Sophie, M. Lenoir ; Outils élémentaires d'analyse pour les équations aux dérivées partielles, ENSTA, 2004.
- 2) L.C. Evans; Partial differential equations, American mathematical society.
- 3) P. Grisvard, Elliptic Problems in non-smooth domains, Pitmen advanced publishing program, London, 1985.
- 4) J.L. Lions ; Quelques méthodes de résolution de problèmes aux limites non linéaires, Dunod, 1969.
- 5) M. Renardy & R. Rogers; An introduction to Partial differential equations, Springer, 2<sup>nd</sup> edition, 2004.
- 6) W.A. Strauss; Partial differential (an introduction) equations, John Wiley & sons, New York, 1992.
- 7) C. Zuily; Problèmes sur les distributions et les EDP, Hermann, Paris, 1988.

## **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Théorie de la mesure**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 2**

### **Objectifs de l'enseignement**

Cet enseignement présente les concepts fondamentaux de la théorie de la mesure de Radon sur un espace métrique compact et l'intégration.

### **Connaissances préalables recommandées**

Ce cours est un prolongement naturel du cours "Mesure et intégration" de la 3<sup>ème</sup> année LMD. Il est conseillé aussi de connaître les notions de base de la théorie des espaces de fonctions continues et de la topologie.

### **Contenu de la matière :**

- I Espace de fonctions continues.
- II Mesures réelles et complexes, décomposition.
- III Mesure de Radon.
- IV Théorème de Radon-Nikodym et applications.

### **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

### **Références**

1. D.L. COHN. Measure Theory. Birkhäuser, 1980.
2. M.R. ADAMS, V. GUILLEMIN. Measure Theory and Probability. Birkhäuser, 1996.
3. J. Yeh, Real Analysis, Theory of Measure and Integration, University of California, Irvine, 2006.
4. Hervé Carrieu, PROBABILITÉ- Exercices corrigés, EDP Sciences, 2008.
5. Corina Reischer et al. Théories des probabilités ; problèmes et solutions, Presses de l'université du Québec 2002.

## **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 2**

**Intitulé de l'UE : Transversale**

**Intitulé de la matière : Langage Latex**

**Crédits : 3**

**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de cette unité est d'initier les étudiants à LaTeX, ensuite, leur présenter une description exhaustive et approfondie des techniques de constructions spéciales (les diagrammes, figures géométriques, etc.).

**Connaissances préalables recommandées** Fonctionnement de l'ordinateur

### **Contenu de la matière**

- Grandes lignes de l'installation, sous Windows, d'une distribution LATEX.
- Principe de fonctionnement du Latex.
- Création d'un document simple.
- Mise en page.
- Formules Mathématiques
- Insertion d'images
- Création de références bibliographiques, d'index, etc.
  - Les principes de programmation
  - Différentes étapes de programmation
  - Matlab étape1

### **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
- Travail continu

### **Références**

- C.Rolland, Latex par la pratique, Edition O'Reilly.

# Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales

Intitulé de la matière : Espaces de suites et leurs opérateurs

Crédits : 9

Coefficients : 3

## Objectifs de l'enseignement

Ce cours donne un aperçu général des idéaux d'opérateurs linéaires qui sont des opérateurs continus entre espaces des suites.

## Connaissances préalables recommandées

Il est conseillé de connaître les notions de base d'analyse fonctionnelle, et d'être familier de la théorie de la mesure.

## Contenu de la matière :

### Chapitre 1: Espaces de suites

- Suites p-sommables  $l_p(X)$
- Suites faiblement p-sommables  $l_{p,w}(X)$

### Chapitre 2 : Idéaux d'opérateurs linéaires

- Définitions
- Opérateurs p-sommants
- Applications

### Chapitre 3 : Idéaux d'opérateurs m-linéaires

- Définitions
- Méthodes de constructions
- Exemple

## Mode d'évaluation :

- Une épreuve écrite
- Travail continu

## Références

- 1- D. Achour and L. Mezrag, On the Cohen strongly p-summing multilinear operators, J. Math. Anal. Appl. 327 (2007), 550-563
- 2- R. Alencar and M. C. Matos, Some classes of multilinear mappings between Banach spaces, Publ. Dep. An. Mat. Univ. Complut. Madrid 12 (1989).
- 3- G. Botelho, D.M. Pellegrino and P. Rueda, On Composition Ideals of Multilinear Mappings and Homogeneous Polynomials, Publ. RIMS, Kyoto Univ. 43 (2007), 1139-1155.
- 4- J. Diestel, H. Jarchow, Tonge, Absolutely summing operators. Cambridge U.Press, 1995.
- 5- A. Pietsch, Absolut p-summierende in Abbildungen in normierten Räumen. Studia Math. 28 (1967), 333-353.
- 6- A. Pietsch, Operator ideals. North Holland, 1978.
- 7- P. Wojtaszczyk, Banach spaces for analysis. Cambridge University Press, 1991.997
- 8- A. Pietsch, Ideals of multilinear functionals (designs of a theory), Proc. the Second Inter. Conf. Op. Algebras Theoretical Physics (Leipzig), Teubner-Texte (1983), 185-199.

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Fondamentales**

**Intitulé de la matière : Espaces fonctionnels de type de Sobolev**

**Crédits : 9**

**Coefficients : 3**

## **Objectifs de l'enseignement**

Etude de certains espaces fonctionnels de Besov (B) et de Lizorkin-Triebel (LT), homogène et non homogènes. Application à quelque notion de la composition des fonctions, par exemple :  $f(t)=|t|$ ,  $g$  dans B à valeurs réelles, arriver à étudier la continuité de  $f$  sur E, c-à-d si  $f \circ g$  est dans E.

## **Connaissances préalables recommandées**

Analyse de Fourier, Espaces de Sobolev, Espaces modulo les polynômes

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1: Rappel sur la décomposition de Littlewood-Paley**

- Quelques fonctions test
- Diverses partitions de l'unité
- La condition de Tauber

### **Chapitre 2: Espaces fonctionnels par les séries de Littlewood-Paley**

- Définition des espaces de Besov(B)
- Dérivation et inclusions dans (B)
- Espaces de Besov homogènes (HB)
- Espaces de Besov de base arbitraire

### **Chapitre 3: Propriétés des espaces de Besov homogènes**

- Dérivation dans (HB)
- Inclusion et plongements dans (HB)
- Homogénéité dans (HB)
- Dualité dans (HB)
- Notion des normes continues

### **Chapitre 4: Inégalité de type de Nikol'skii**

- Séries à spectre compact
- Convergence au sens de Nikol'skii
- Relation avec les espaces de Besov homogènes

### **Chapitre 5: Applications**

- Réalisations des espaces de Besov homogènes
- Réalisations des espaces de Lizorkin-Triebel homogènes
- Application à la notion de la composition du type  $f \circ g$  dans  $E$  si  $f$  est réelle et  $g$  dans  $E$

### **Références :**

1. H. Bahouri, J.Y. Chemin, R. Danchin. Fourier analysis and Nonlinear Partial Differential Equations. Springer, 2011.
2. G. Bergh, J. Lofstrom. Interpolation Theory. An Introduction. Springer, Berlin, 1976.
3. G. Bourdaud. Analyse fonctionnelle dans l'espace Euclidien. 2ième édition, Pub.Math. Univ. Paris 7, 23 (1995).
4. W. Rudin. Analyse réelle et complexe. Masson. 1975.
5. T. Runst, W. Sickel. Sobolev Spaces of Fractional Order, Nemytskij Operators, and Nonlinear Partial Differential Equations. De Gruyter, Berlin, 1996.
6. Y. Sawano. Theory of Besov Spaces. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2018.
7. H. Triebel. Theory of Function Spaces. Birkhauser, Basel, 1983.
8. H. Triebel. Theory of Function Spaces II. Birkhauser, Basel, 1992.

### **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
  - Travail continu
-

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Analyse non linéaire sur les espaces métriques**

**Crédits : 5**

**Coefficients : 2**

## **Objectifs de l'enseignement**

L'objectif de ce module est de donner un aperçu de Base sur certains aspects fondamentaux de l'analyse non linéaire. C'est un outil très précieux pour les chercheurs qui se lance dans la recherche dans ce domaine.

## **Connaissances préalables recommandées**

Espaces métriques, Topologie, les outils de l'analyse fonctionnelle, mesure et intégration.

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Les opérateurs lipschitziens**

- Espaces métriques
- Propriétés des opérateurs Lipschitziens
- Le théorème de Hahn-Banach non linéaire
- Les espaces retractes

### **Chapitre 2 : Espaces de Lipschitz**

- Les espaces Lip et Lip $0$
- Propriétés
- Résultats supplémentaires

### **Chapitre 3 : Prédual de Lip $0$**

- Théorème de Dixmier
- Les espaces de Banach libres
- L'espace d'ArensEells et propriétés
- L'espace libre de Lipschitz et propriétés

### **Chapitre 4 : Linéarisation**

- Linéarisation des opérateurs lipschitziens à valeurs dans un Banach
- Propriétés

### **Chapitre 5 : Le petit espace de Lipschitz lip $0$**

- Définitions
- Propriétés

### **Chapitre 6 : Les opérateurs Lipschitz p-sommant**

- Définitions et propriétés

- Théorèmes fondamentaux
- Autres sommabilités

## Références

- 1 R. F. Arens and J. Eels, on embedding uniform and topological spaces, *Pacific J. Math* 6 (1956), 397-403.
- 2 Y. Benyamini and J. Lindenstrauss, *Geometric Nonlinear Functional Analysis*, 48, Amer. Math. Soc., Providence, 2000.
- 3 M. G. Cabrera-Padilla, J. A. Chávez-Domínguez, A. Jiménez-Vargas and M. Villegas-Vallecillos, Lipschitz tensor product, *Khayyam J. Math.* 1(2) (2015), 185-218.
- 4J. A. Chávez-Domínguez, Duality for Lipschitz  $p$ -summing operators, *J. Funct. Anal.* 261 (2) (2011), 387-407.
- 5 J. A. Chávez-Domínguez, Lipschitz  $(q,p)$ -mixing operators, *Proc. Amer. Math. Soc.* 140 (2012), 3101-3115.
- 6 J. A. Chávez-Domínguez, Lipschitz  $p$ -convex and  $q$ -concave maps, Preprint.
- 7 D. Chen and B. Zheng, Remarks on Lipschitz  $p$ -summing operators, 139 (8) (2011), 2891-2898.
- 8D. Chen and B. Zheng, Lipschitz  $p$ -integral operators and Lipschitz  $p$ -nuclear operators, *Nonlinear Analysis* 75 (2012), 5270-5282.
- 9 J.-D. Farmer and W.-B. Johnson, Lipschitz  $p$ -summing operators, *Proc. Amer. Math. Soc.* 137(9) (2009), 2989-2995.
- 10 J.-A. Johnson, Banach spaces of Lipschitz functions and vector-valued Lipschitz functions, *Trans. Amer. Math. Soc.* 148 (1970), 147-169.
- 11 A. Jiménez-Vargas, J.-M. Sepulcre, Moisés Villegas-Vallecillos, Lipschitz compact operators, *J. Math. Anal. Appl.* 415(2) (2014), 889-901.
- 12 L. V. Kantorovich, on the translocation of masses, *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 37 (1942), 227-229.
- 13 N. Weaver, *Lipschitz algebras*, 2nd ed., World Scientific Publishing Co., River Edge, NJ, 2018.

## Mode d'évaluation :

- Une épreuve écrite
- Travail continu

# **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Méthodologie**

**Intitulé de la matière : Interpolation des espaces II**

**Crédits : 4**

**Coefficients : 1**

## **Objectifs de l'enseignement**

Ce cours introduit l'interpolation de certains espaces fonctionnels.

## **Connaissances préalables recommandées**

Mesure et intégration, Analyse fonctionnelle des espaces de Lebesgue

## **Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Interpolation réelle II**

- 1.1. Rappel sur l'interpolation réelle par la méthode K
- 1.2. Interpolation réelle par la méthode J
- 1.3. Relations entre les méthodes d'interpolation
- 1.4. Théorème de dualité
- 1.5. Applications.

### **Chapitre 2 : Interpolation complexe**

- 2.1. Définitions et quelque propriétés
- 2.2. Théorème d'équivalence
- 2.3. Théorème de dualité
- 2.4. Applications

### **Chapitre 3 : Interpolation des espaces de Lebesgue**

- 3.1. Interpolation réelle des espaces de Lebesgue
- 3.2. Interpolation complexe des espaces de Lebesgue

### **Chapitre 4 : Interpolation des espaces de Besov**

- 4.1. Rappel sur l'espace de Besov
- 4.2. Interpolation réelle des espaces de Besov
- 4.3. Interpolation complexe des espaces de Besov

## Références

1. J. Bergh, J. Lofstrom. Interpolation Spaces, An Introduction, Grundlehren der Mathematischen Wissenschaften, No. 223, Springer-Verlag, Berlin-New York, 1976.
2. C. Bennett, R. C. Sharpley. Interpolation of operators. Pure and Applied Mathematics, 129, Academic Press, 1988
3. G. Bourdaud : Analyse fonctionnelle dans l'espace Euclidien, Publ. Math. Univ. Paris. VII, 23 1987. 2- R.R.
4. L. Grafakos. Classical Fourier Analysis, Third Edition, Graduate Texts in Math.,no 249, Springer, New York, 2014..
5. M. Stein. Singular integrals and differentiability properties of functions. Princeton University Press. 1970.
- 6- E. M. Stein. Harmonic Analysis, real-variable methods, orthogonality and oscillatory integrals. Princeton University Press. 1993.
7. Luc Tartar. An introduction to Sobolev spaces and interpolation spaces, volume 3 of Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana. Springer, Berlin, 2007.
- 8- H. Triebel. Theory of function spaces. Birkhauser, Besel (1983)
9. H. Triebel. Interpolation Theory, Function Spaces, Differential Operators. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, New York, Oxford, 1978

---

### Mode d'évaluation:

- Une épreuve écrite
  - Travail continu
-

## **Intitulé du Master : Analyse Fonctionnelle**

**Semestre : 3**

**Intitulé de l'UE : Transversales**

**Intitulé de la matière : Méthodologique de recherche scientifique**

**Crédits : 3**

**Coefficients : 1**

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce cours a pour objectif d'apprendre la méthodologie de recherche scientifique et bibliographique.

### **Connaissances préalables recommandées**

### **Contenu de la matière**

- Principes générales de la méthodologie de recherche scientifique
- Principe de recherche bibliographique
- applications

### **Mode d'évaluation :**

- Une épreuve écrite
  - Travail continu
-