REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université Tahar Moulay de Saïda	Sciences	Mathématiques

Domaine : Mathématiques-Informatique

Filière : Mathématiques

Spécialité : Analyse Mathématique

Année universitaire : 2016-2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواءمة

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

المؤسسة	الكلية/ المعهد	القسم
جامعة د. الطاهر مولاي - سعيدة	العلوم	الرياضيات

الميدان : رياضيات وإعلام آلي

الشعبة : الرياضيات

التخصص : تحليل رياضي

السنة الجامعية: 2017/2016

SOMMAIRE

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

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ou Institut) : Sciences
Département : Mathématiques

2- Partenaires de la formation *:

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

- Partenaires internationaux :

* = Présenter les conventions en annexe de la formation

3 – Contexte et objectifs de la formation

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

- Licence en mathématiques type LMD
- Titre reconnu équivalent

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

Cette formation prépare les étudiants Licenciés en mathématiques à obtenir un Master Académique, elle s’étale sur quatre semestres dont le quatrième est consacré à la rédaction d’un mémoire. Elle renforce les connaissances des étudiants licenciés en particulier en Analyse fonctionnelle, Géométrie, Equations différentielles et aux dérivées partielles. Elle propose des matières connexes qui faciliteront le passage vers d’autres masters. Cette formation est encadrée par des Enseignants à double vocation Enseignement&Recherche de grades magistraux, ce qui permet aux candidats de poursuivre leurs études en Doctorat.

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

Les débouchés possibles :

- Professionnel : Enseignement au sein d’une institution d’état ou privé (primaire, moyen et secondaire)
- Recherche : le lauréat peut continuer son parcours en vue de préparer un doctorat en mathématiques ou tout autre domaine connexe.
- Engineering : le lauréat peut intégrer une équipe travaillant dans le domaine de l’engineering (centres ou unités de recherche)

D- Potentialités régionales et nationales d’employabilité des diplômés

- Enseignement (Etat ou privé)
- Centres et unités de recherche
- Engineering

E – Passerelles vers d'autres spécialités

- Mathématiques
- Informatique (domaines connexes)
- Mathématiques pour les autres domaines de la science

F – Indicateurs de suivi de la formation

Les indicateurs et les modalités envisagées pour l'évaluation et le suivi du projet de la formation proposée sont :

- Le nombre d'étudiants à choisir ce parcours
- Le pourcentage d'étudiants ayant obtenu leur diplôme

Le nombre d'étudiants à poursuivre des études en doctorat.

G – Capacité d'encadrement : 15 (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

4 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
Belmekki Mohammed	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	Prof.	Cours-TD-Encadrement	
Guendouzi Toufik	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	Prof.	Cours-TD-Encadrement	
Djellouli Ghouti	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	MCA	Cours-TD-Encadrement	
Hathout Fouzi	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	MCA	Cours-TD-Encadrement	
Dida Hammou Mohammed	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	MCA	Cours-TD-Encadrement	
Azzouz Abdelhalim	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	MCB	Cours-TD-Encadrement	
Bennihi Omar	DES- Mathématiques	Doctorat- Mathématiques	MCB	Cours-TD-Encadrement	
Abbas Hafida	DES- Mathématiques	Magister- Mathématiques	MAA	Cours-TD-Encadrement	

*** = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)**

B : Encadrement Externe :

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

*** = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)**

5 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

Intitulé du laboratoire :

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
01	PC	15	
02	Imprimante	15	
03	Photocopieuse	02	
04	Scanner	10	
05	Data-show	04	

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire :

Chef du laboratoire
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire:

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Etude de certaines classes d'équations et d'inclusions différentielles d'ordre fractionnaire.	B03620140080	01-01-2015	31-12-2019
Analyse spectrale de la somme et du produit des opérateurs non bornés et étude des structures géométriques dans le cas symétrique	B03620120034	01-01-2015	31-12-2016

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

1. Salles informatique avec connexion internet
2. Bibliothèque

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	
	15 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						**9**	**18**		
UEF1(O/P)									
Equations Différentielles Ordinaires 1 (EDO1)	67h30	3h	1h30		82h30	**3**	6	oui	oui
Eléments d'Analyse Fonctionnelle (EAF)	67h30	3h	1h30		82h30	**3**	6	oui	oui
Géométrie Différentielle (GD)	67h30	3h	1h30		82h30	**3**	6	oui	oui
UE méthodologie						**4**	**08**		
UEM1(O/P)									
Fonctions Spéciales 1 (FS1)	45	1h30	1h30		55h	**2**	4	oui	oui
Théorie des Distributions (TD)	45	1h30	1h30		55h	**2**	4	oui	oui
UE découverte						**1**	**02**		
UED1(O/P)									
Espaces Vectoriel Topologiques (EVT)	45	1h30	1h30		5h	1	2	oui	oui
UE transversale						**2**	**02**		
UET1(0P)									
Outils de Programmation 1 (OP1)	22h30			1h30	2h30	1	1	oui	non
Anglais Scientifique 1 (AS1)	22h30	1h30			2h30	1	1	non	oui
Total Semestre 1	**382h30**	**15h**	**09h**	**1h30**	**367h30**	**16**	**30**		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						**9**	**18**		
UEF1(O/P)									
Equations Différentielles Ordinaires 2 (EDO2)	67h30	3h	1h30		82h30	**3**	6	oui	oui
Théorie des Opérateurs Linéaires (TOL)	67h30	3h	1h30		82h30	**3**	6	oui	oui
Equations Intégrales (EI)	67h30	3h	1h30		82h30	**3**	6	oui	oui
UE méthodologie						**4**	**08**		
UEM1(O/P)									
Fonctions Spéciales (FS2)	45h	1h30	1h30		55h	**2**	4	oui	oui
Géométrie des Courbes et Surfaces (GCS)	45h	1h30	1h30		55h	**2**	4	oui	oui
UE découverte						**2**	**02**		
UED1(OP)									
Calculs Stochastiques (CS)	45h	1h30	1h30		5h	2	2	oui	oui
UE transversale						**1**	**02**		
UET1(O/P)									
Anglais Scientifique 2 (AS2)	22h30	1h30			2h30	1	2	non	oui
Total Semestre 2	**337h30**	**13h30**	**07h30**		**365h**	**16**	**30**		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales						**9**	**18**		
UEF1(O/P)									
Calcul des Variations et Contrôle Optimal (CVCO)	90h	3h	3h		160h	**5**	10	oui	oui
Géométrie Riemannienne (GR)	90h	3h	3h		110h	4	8	oui	oui
UE méthodologie						**5**	**08**		
UEM1(O/P)									
Méthodes Numériques pour les Equations Différentielles (MNED)	45h	1h30	1h30		55h	3	4	oui	oui
Analyse des Equations aux Dérivées Partielles (AEDP)	45h	1h30	1h30		55h	**2**	4	oui	oui
UE découverte						**1**	**02**		
UED1(O/P)									
Equations Différentielles Stochastiques (EDS)	45h	1h30	1h30		5h	1	2	oui	oui
UE transversale						**1**	**02**		
UET1(O/P)									
Techniques de Communication (TC)	22h30		1h30		2h30	1	2	oui	non
Total Semestre 3	**337h30**	**10h30**	**12h**		**387h30**	**16**	**30**		

4- Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques-Informatique
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique

Rédaction d'un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel			
Travail avec Encadreur			
Mémoire et Soutenance	375	16	30
Total Semestre 4	**375**	16	**30**

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)

UE / VH	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	**405**	**135**	**67h30**	**45**	**652h30**
TD	**225**	**135**	**67h30**	**22h30**	**450h**
TP				**45**	**45h**
Travail- encadreur					**150**
Travail personnel	**765**	**330**	**15**	**12h30**	**1347h30**
Total	**1770**	**600**	**150**	**125**	**2645**
Crédits	**84**	**24**	**06**	**06**	**120**
% en crédits pour chaque UE	**70%**	**20%**	**5%**	**5%**	

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre ***: 1***
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Equations Différentielles Ordinaires 1 (EDO1)
Crédits : 06
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : acquérir des capacités à résoudre des équations et des systèmes d'équations différentielles.

Connaissances préalables recommandées :
Equations différentielles 1 et 2 du programme de la licence.

Contenu de la matière :
I) Introduction : Définitions et motivations
II) Equations différentielles du premier ordre
1. Théorème d'existence et d'unicité : méthode des approximations successives.
2. Equations particulières : Variables séparables. Homogènes. Linéaires
3. Equations se ramenant à des formes connues
4. Equations exactes et facteurs intégrants

III) Equations différentielles du second ordre
1. Equations homogènes :
   Dépendance et indépendances des solutions
   Structure de l'espace des solutions
   Wronskien et applications
2. Equations non homogènes :
   Structure de l'espace des solutions
   Méthode de variation des constantes
3. Equations à coefficients constants

IV) Equations différentielles d'ordre supérieur
V) Systèmes différentiels linéaires
1. Systèmes homogènes : Résolvante
2. Systèmes non homogènes : Formule de Duhamel
3. Systèmes linéaires à coefficients constants

Mode d'évaluation : *Contrôle Continu et Examen*

Références :

1. C. Chicone. *Ordinary Differential Equations With Applications*. Springer-Verlag (1999).
2. M. Roseau. *Equations différentielles*. Masson (1976)
3. Ioan I. VRABIE. *Differential equations: An introduction to basic concepts, results and applications.* World Scientific (2004).

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 1*
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Eléments d'Analyse Fonctionnelle (EAF)
Crédits : 06
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1. Intégrales Lebesgue, Espaces L^p
2. Espaces de Banach, Espaces de Sobolev
3. Théorèmes fondamentaux dans les espaces de Banach.
4. Espaces de Hilbert :
   Rappels sur la géométrie des espaces de Hilbert
   Dualité
   Compacité, Topologie faible
   Orthogonalité et isométrie partielle

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. H. Brézis. *Functional analysis, Sobolev spaces and partial differential equations*. Springer (2011)
2. H. Brézis. *Analyse fonctionnelle: Cours et Exercices*. Masson,
3. F. Hirsch and G. Lacombe. *Elements of functional analysis*. Springer (1999)
4. Reed Simon. *Methods of Mathematical Physics*.Vol1.Functional.Analysis.2Ed.(1980)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 1*

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Géométrie Différentielles (GD)

Crédits : 06

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement La géométrie différentielle est une discipline mathématique récente. Son histoire commence avec les travaux de Gauss sur les surfaces, se poursuit avec Riemann, Whitney et d'autres. Le but de ce module est d'assimiler les notions fondamentales de la géométrie différentielle où on expose plusieurs outils mathématiques qui sont de première importance aujourd'hui.

Connaissances préalables recommandées : L'étudiant doit connaitre au préalable quelques notions de topologie, de groupes, de calcul différentiel réel et de sous-variétés de $\mathbb{R}^n$.

Contenu de la matière :

1. **Variétés différentiables (Rappels)**
   - Définitions et propriétés de base – Exemples.
   - Applications différentiables entre variétés.
   - Courbes paramétrées sur une variété – Vecteurs tangents – Espace vectoriel tangent.
   - Différentielle d'une application.
   - Immersions, submersions – Théorème de plongement de Whitney.
   - Variétés orientables et à bord
2. **Champs de vecteurs et formes différentielles.**
   - Fibrés tangents – Champs de vecteurs – Transport d'un champ par un difféomorphisme.
   - Courbes intégrales et flots – Dérivée de Lie des champs de vecteurs.
   - Fibré cotangent – Formes différentielles sur une variété.
   - Transport d'une forme par une application.
   - Contraction de formes par un champ de vecteurs.
   - Dérivée de Lie des formes différentielles – Différentielle extérieure.
   - Tenseur de type (p, q) sur une variété.
3. **Fibrés vectoriels.**
   - Fibrés localement triviaux – Fibrés vectoriels – Fibrés associés – Opérations.
   - Sections – Morphismes entre fibrés sur la même variété.
   - Définition du fibré inverse – Sections sur le fibré inverse.
   - Fonctions de transition et groupe structural.

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

- Berger M, Gostiaux B, Géométrie différentielle : variétés, courbes et surfaces, PUF, 1987.
- Cougnard J, Cours de géométrie différentielle, Maitrise, Université de Franche-Comté, 1989-1992.
- Doss-Bachelet C, Françoise J-P, Piquet C, Géométrie différentielle, avec 80 figures, Ellipses, 2000.
- Y. Choquet-Bruhat, Géométrie différentielle et systèmes extérieurs, Monographies Universitaires de Mathématiques, Dunod 1968.
- M. P. do Carmo, Differential forms and applications, Springer-Verlag 1994.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre ***: 1***
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Fonctions Spéciales (FS1)
Crédits : 04
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Les fonctions spéciales sont toutes considérées comme des solutions particulières de l'équation différentielle d'un certain type apparaissant dans de nombreux problèmes de physique théorique et mathématique. Le but de ce module consiste a permis de développer d'une façon naturelle et assez concise les principaux faits de la théorie des fonctions sphériques, cylindriques et hypergéométriques (ainsi que des généralités sur les polynômes orthogonaux classiques d'une variable continue et d'une variable discrète),

Connaissances préalables recommandées : Série entière, méthodes de développement en série entière, équations différentielle non linéaire, analyse complexe.

Contenu de la matière : Fonction spécial 1

Eléments de théorie des fonctions spéciales

1 L'équation différentielle pour les fonctions spéciales
2 Polynômes du type hypergéométrique
3 Représentations intégrales des fonctions du type hypergéométrique
4 Relations de récurrence et formules de dérivation
5 Fonction Gamma et Beta

Polynômes orthogonaux.

1 Polynômes de Legendre.
2 Polynômes Hermite.
3 polynômes de Laguerre.
4 Relation entre le Laguerre et polynômes Hermite.

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1 (Lecture Notes in Mathematics) C. Brezinski, A. Draux, A.P. Magnus, P. Maroni, A. Ronveaux-Polynomes Orthogonaux et Applications-Springer (1985)
2 (Lecture Notes in Mathematics 1817) Wolfram Koepf (auth.), Erik Koelink, Walter Van Assche (eds.)-Orthogonal Polynomials and Special Functions_ Leuven 2002-Springer-Verlag Berlin Heidelberg (2003)
3 (Lecture Notes in Mathematics 1883) Walter Gautschi (auth.), Francisco Marcellán, Walter Van Assche (eds.)-Orthogonal Polynomials and Special Functions_ Computation and Applications-Springer-Verlag Be
4 (CBMS-NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics) Richard Askey-Orthogonal polynomials and special functions-Society for Industrial Mathematics (1987)
5 (Dover Books on Mathematics) N. N. Lebedev, Mathematics, Richard R. Silverman-Special Functions & Their Applications-Dover Publications (1972) (2)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre *: 1*
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Théorie des Distributions (TD)
Crédits : 04
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : On introduit la théorie des distributions ainsi qu'une étude des opérateurs différentiels, qui permet entre autre de chercher les solutions d'équations différentielles et intégrales sous forme de distributions.

Connaissances préalables recommandées : module de **Topologie** du programme de la licence

Contenu de la matière :

1. Espace des fonctions C^∞ à support compact $D(\Omega)$
2. Espace des distributions
3. Opération des distributions (somme, produit tensoriel et de convolution)
4. Dérivation des distributions
5. Algèbre de convolution des distributions à support compact.

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. Laurent Schwartz. *Théorie des distributions*. *Hermann* (1997)
2. Jacques Dupraz. *La théorie des distributions et ses applications.* Cépaduès (1977).
3. Yu.V. Egorov & M.A. Shubin. *Foundations of the Classical Theory of Partial Differential Equations*, Springer-Verlag (1998)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre *: 1*
Intitulé de l'UE : UED1
Intitulé de la matière : Espaces Vectoriels Topologiques (EVT)
Crédits : 02
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Introduire de nouveaux espaces topologiques qui une structure d'espace vectoriel.

Connaissances préalables recommandées : Topologie programme de Licence

Contenu de la matière :

1. **Espaces de fonctions continues.**
   - Complétude de l'espace $(C_b(X, Y), \|\cdot\|_\infty)$
   - Complété d'un espace métrique
   - Ensembles équicontinus de fonctions : Théorème d'Ascoli.
   - Sous-algèbres partout denses : théorème de Stone-Weierstrass.
2. **Espaces localement convexes.**
   - Semi-normes, bases de topologies, espaces vectoriels topologiques.
   - Espaces localement convexes; espaces de Fréchet.
   - Normabilité, parties compactes, e.l.c. de dimension finie, produits, sous-espaces.
   - Les espaces $C^\infty(\Omega)$ munis de la topologie de la convergence uniforme locale.
   - Applications linéaires et continues. L'espace $(L(X, Y), \|\cdot\|)$.
3. **Théorèmes de Banach**
   - Convexité locale : Théorème de Hahn-Banach; séparation, adhérence d'un sous-espace.
   - Complétude : Théorèmes de Baire, de l'application ouverte, de Banach, du graphe fermé.
   - Familles équicontinues d'applications linéaires. Théorème de Banach-Steinhaus.

Mode d'évaluation : *Continu et examen*
Références

H. Brezis, Analyse fonctionnelle, Coll. Math. appliquées pour la maîtrise, Masson (1983)

W. Rudin, Analyse Fonctionnelle, Edi. Science International, Paris (1995).

C. Wagschal, Topologie et analyse fonctionnelle, Coll. Méthodes, Hermann, Paris (2003). Sur le programme de topologie en L3

G. Skandalis, Topologie et analyse, 3`eme année, Coll. Sciences Sup, Dunod (2004).

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre ***: 1***
Intitulé de l'UE : UET1
Intitulé de la matière : Outils de programmation 1
Crédits : 01
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Apprendre à utiliser l'outil informatique, en l'occurrence la programmation en langage Matlab qui offre la possibilité de tracer des graphes.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1. Introduction à **Matlab**
2. Applications : Ecrire des programmes permettant de
    a. Résoudre des équations algébriques
    b. Tracer des graphes de fonctions et de leurs polynômes d'interpolation

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. H. J. Lee and W. E. Schiesser. *Ordinary and partial differential equations Routines in C, C++, Fortran, Java, Mapple, and Matlab*. Chapman&hall (2004).
2. J-L. Merrien. *Analyse numérique avec Matlab : Exercices et Problèmes*. Dunod (2007).

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre ***: 1***
Intitulé de l'UE : UET1
Intitulé de la matière : Anglais Scientifique 1 (AS1)
Crédits : 01
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Introduire les mots techniques mathématiques et apprendre à rédiger des textes mathématiques en anglais.

Connaissances préalables recommandées :

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre ***: 2***
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Equations Différentielles Ordinaires 2 (EDO2)
Crédits : 06
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Entreprendre une étude quantitative et qualitative des équations différentielles ordinaires.

Connaissances préalables recommandées : Equations Différentielles Ordinaire (S1)

Contenu de la matière :

I) Introduction : Définitions et motivations
II) Equations différentielles du premier ordre
1. Passage à un problème de point fixe
2. Théorèmes d'existence et d'unicité :
(En se basant sur la théorie de point fixe : Principe de contraction de Banach, Théorème de point fixe Schauder- Schaeffer- Alternative non linéaire…)
3. Intervalle d'existence : Maximalité-Globalité des solutions

III) Dépendance continue et différentiable
1. Dépendance continue par rapport aux données
2. Dépendance différentiable par rapport aux données initiales
3. Dépendance continue et différentiable par rapport aux paramètres

IV) Introduction à la théorie de stabilité
1. Définitions : Différents types de stabilité
2. Systèmes plans et points d'équilibre
3. Stabilité par linéarisation
4. Stabilité au sens de Lyapounov

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références :

4. C. Chicone. *Ordinary Differential Equations With Applications*. Springer-Verlag (1999).
5. M. Roseau. *Equations différentielles*. Masson (1976)
6. Ioan I. VRABIE. *Differential equations: An introduction to basic concepts, results and applications.* World Scientific (2004).

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Théorie des Opérateurs Linéaires
Crédits : 06
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Etudier différents types d'opérateurs bornés et introduire les opérateurs non bornés

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1. Opérateurs bornés
   Adjoint d'un opérateur, Opérateurs unitaires et auto-adjoints
   Théorème ergodique,
   Opérateurs compacts,
   Spectre des opérateurs bornés.

2. Opérateurs non bornés
   Notions introductives
   Classes des opérateurs non bornés (fermés, ….)
   Extensions des opérateurs.
   Opérateurs de Fredholm
   Théorèmes de perturbations
   Décomposition des opérateurs compacts

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références :

1. M. A. Algwaiz. *Sturm-Liouville Theory and its Applications*. Springer (2008)
2. D. P. Blecher and C. Le Merdy. *Operator Algebras and Their Modules.* London Mathematical Society Monographs New Series. (2004)
3. M. Schechter. *Operator Methods in Quantum Mechanics.* Elsevier (1981)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre ***: 2***
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Equations Intégrales
Crédits : 06
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Introduire un nouveau type d'équations dont la particularité est que la solution cherchée se trouve elle-même sous le signe intégrale. Une classification ainsi que des méthodes de résolutions sont étudiées.

Connaissances préalables recommandées: Modules Equations différentielles I et II du programme de la Licence.

Contenu de la matière :

1. Equation intégrale de Volterra
2. Equation intégrale de Fredholm
3. Equation intégrale non linéaires

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références:

1. T. A. Burton. *Volterra integral and differential equations*. Elsevier (2005)
2. L. Debath and D. Bhatta. *Integral transforms and their applications*. Taylor and Franscis. (2007)
3. G. Gripenberg, S- O. Londen and O. Staffans. *Volterra integrals and functional equations* (1990)
4. M. RAHMAN. *Integral equations and their applications*. WiTPress. (2007)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre ***: 2***
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Fonctions Spéciales 2 (FS2)
Crédits : 04
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Les fonctions spéciales sont toutes considérées comme des solutions particulières de l'équation différentielle d'un certain type apparaissant dans de nombreux problèmes de physique théorique et mathématique. Le but de ce module consiste a permis de développer d'une façon naturelle et assez concise les principaux faits de la théorie des fonctions sphériques, cylindriques et hypergéométriques (ainsi que des généralités sur les polynômes orthogonaux classiques d'une variable continue et d'une variable discrète),

Connaissances préalables recommandées : Série entière, méthodes de développement en série entière, équations différentielle non linéaire, analyse complexe.

Contenu de la matière :

Fonctions cylindriques

1. Equation différentielle de Bessel et sa solution
2. Propriétés principales des fonctions cylindriques
3. Représentation intégrale de Sommerfeld
4. Classes spéciales de fonctions cylindriques

Fonctions hypergéométriques

1. Equation du type hypergéométrique et sa résolution
2. Propriétés principales des fonctions du type hypergéométrique
3. Représentation de quelques fonctions spéciales à l'aide des fonctions du type hypergéométrique
4. Intégrales définies des fonctions du type hypergéométrique

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. Computation of special function , shanjie zhang and jianming jin library of congress cataloging in publication data 1996
2. Asymptotics and Special Functions Frank W. J. Olver , University of Maryland College Park, Maryland and National Institute of Standards and Technology Gaithersburg, 1997.
3. (AKP classics) Frank Olver-Asymptotics and special functions-A.K. Peters (1997)
4. A.NIKIFOROV, V.OUVAROV-Fonctions speciales de la physique mathematique-MIR (1983)
5. Shanjie Zhang, Jianming Jin-Computation of special functions-Wiley (1996)
6. (Dover Books on Mathematics) N. N. Lebedev, Mathematics, Richard R. Silverman-Special Functions & Their Applications-Dover Publications (1972) (2)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre *: 2*
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Géométrie des Courbes et Surfaces
Crédits : 04
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Le but de ce module est d'étudier la géométrie des courbes et des surfaces dans le plan et dans l'espace. Cette étude correspond à des domaines actifs en mathématiques, mais surtout indispensable pour beaucoup d'applications. Les objets mathématiques considérés sont abstraits, on va les introduire ici dans les cadres où ils sont les plus faciles à comprendre.

Connaissances préalables recommandées : L'étudiant doit connaitre au préalable des notions de topologie, d'espaces euclidiens et du calcul différentiel réel.

Contenu de la matière :

1. **Courbes planes.**
   - Généralités et propriétés globales des courbes paramétrées de $\mathbb{R}^n$.
   - Courbes planes : Définitions, exemples et propriétés.
   - Etude locale d'une courbe plane – Branches infinies – Exemples.
   - Courbes définies implicitement.
   - Courbes planes en coordonnées polaires.
   - Etude métrique des courbes planes.
2. **Courbes gauches.**
   - Définitions et propriétés.
   - Plan osculateur – Plan normal – Plan rectifiant
   - Repère de Serret-Frénet – Formules de Frénet.
   - Quelques théorèmes fondamentaux.
3. **Surfaces de $\mathbb{R}^3$.**
   - Généralités – Surfaces paramétrées – Surfaces régulières – Orientation – Applications régulières.
   - Plan tangent – Normale – Changement de carte – Paramétrisation d'une surface par son plan tangent
   - Exemples de surfaces : Surfaces réglées – Surface de révolution.
   - Formes fondamentales – Interprétations géométriques et applications.
   - Courbures principales – Directions principales – sections principales – Courbes tracées sur une surface – Calcul des courbures principales.
   - La dérivée covariante – le transport parallèle – Géodésiques.
   - Surfaces à courbure constante – Théorème de Gauss-Bonnet – Conséquences.

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. S. Montie : Curves and surfaces.
2. Do Carmo M.P., Differential geometry of curves and surfaces, Prentice Hall, 1976.
3. F. Morgan : Riemannian geometry a beginner's guide.
4. Paul A Pablaga : Lectures on the Differential Geometry of Curves and Surfaces.
5. Darboux G. : Leçons sur la théorie générale des surfaces.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 2*
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Calculs Stochastiques (CS)
Crédits : 02
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Ce module introduit la théorie de base du calcul stochastiques, ses connaissances sont requises pour l'étude des équations différentielles stochastiques.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1. **Théorie des Martingales**

Convergences Stochastiques
Processus stochastiques à temps continus
Calculs d'espérances conditionnelles
Sous-martingales, Convergence des sous-martingales
Inégalités maximales pour les suites des sous-martingales
Martingales à temps continu, Martingales locales
Variations Quadratiques

2. **Processus de Wiener**

Processus Gaussiens
Mouvement Brownien

3. **Intégrales stochastiques**

Propriétés de mesurabilité des processus stochastiques
Intégrale stochastique par rapport à une martingale
Formule d'Itô
Changement de mesure
Représentation des martingales locales continues

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. A. Bobrowski. *Functional analysis for probability and stochastic processes*. Cambridge Univ. Press (2005)
2. G. Da Prato and L. Tubaro. *Stochastic Partial differential equations and applications*, VII. Taylor and Franscis (2006).
3. E. Allen, *Modeling with Itô stochastic differential equations.* Springer 2007.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 2*

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : Anglais Scientifique 2 (AS2)

Crédits : 04

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Acquérir des compétences pour lire et rédiger des documents mathématiques en Anglais.

Connaissances préalables recommandées :

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre *: 3*
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Calcul des Variations et Problèmes de Contrôle (CVPC)
Crédits : 09
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement Ce module introduit la théorie de base du calcul de variation, ses connaissances sont requises pour l'étude des équations intégrale et de déterminer le chemin le plus cour et application sur le contrôle.

Connaissances préalables recommandées : Espace fonctionnelle, calcul différentiel, équation intégrable, optimisation (conditions nécessaires et suffisantes d'optimalité programme licence),

Contenu de la matière : Calcul des variations et contrôle optimal

1 Minimisation de fonctionnelle qui est caractérisés par des intégrales
    1.1 Conditions nécessaires du premier ordre
    1.2 Condition de second ordre
    1.3 Condition de Legendre
    1.4 Condition aux limites naturelles
    1.5 Problèmes variationnels à extrémités libre (condition de transversalité)
2 Condition suffisante pour l'existence d'extrémales
    2.1 Champ d'extrémal
    2.2 Conditions suffisantes de Weierstrass
    2.3 Condition suffisantes de Jacobi
3 Transformation des équations d'Euler forme canonique
    3.1 Théorème de Sturm
    3.2 Application du calcul variationnel à la théorie de Sturm
    3.3 Transformations canoniques
4 Minimisation de fonctionnelle convexes
    4.1 Fonctionnelles définies par une intégrale
    4.2 Méthodes directes en calcul variationnel
    4.3 Méthode des différences finies (d'Euler)
    4.4 Méthode de Ritz
    4.5 Estimation de l'erreur
5 Contrôle optimal
    5.1 Système linéaires
    5.2 Contrôlabilité d'un système linéaire non autonome
    5.3 Fonction coût où indice de performance
    5.4 Position du problème du contrôle optimal
    5.5 Espace d'état augmente et trajectoire
    5.6 Surface limites et surfaces optimal
    5.7 Propriétés fondamentales des trajectoires et des surfaces limites
6 Conditions nécessaires d'existence d'un contrôle optimal
    6.1 Points intérieurs réguliers d'une surface limite
    6.2 Transformation du plan tangent
    6.3 Principe de maximum
7 Problème de Contrôle à extrémité libre

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1 (Series on Stability, Vibration and Control of Systems, Series A - Vol. 12) L.P. Lebedev, Michael J. Cloud-The Calculus of Variations and Functional Analysis With Optimal Control and Applications in M

2 Lanzcos, C. The Variational Principles of Mechanics. Dover Publications, New York, 1986.

3 Mura, T., and Koya, T. Variational Methods in Mechanics. Oxford University Press, New York, 1992.

4 Petrov, L Variational Methods in Optimum Control Theory. Academic Press, New York, 1968.

5 Pinch, E. Optimal Control and the Calculus of Variations. Oxford University Press, Oxford, UK, 1993.

6 Sagan, H. Introduction to the Calculus of Variations. Dover Publications, New York, 1993.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 3*
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Géométrie Riemannienne (GR)
Crédits : 09
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Dans ce cours, on traite des notions élémentaires de la géométrie riemannienne où on s'intéresse principalement aux propriétés métriques des variétés (métriques riemanniennes, connexions, géodésiques, courbure….).

Connaissances préalables recommandées : Notions de la géométrie différentielle et de l'algèbre linéaire et bilinéaire du programme de la licence.

Contenu de la matière :

1. **Variétés riemanniennes**
    - Définitions et Exemples.
    - Connexions linéaire – Torsion et tenseur de courbure
    - Géodésiques et l'application exponentielle.
    - Métriques riemanniennes – Structure d'espace des métriques.
    - Connexion de Levi-Civita : Existence et unicité.
2. **Géodésiques sur une variété riemannienne.**
    - Généralités – Distance riemannienne.
    - Première et deuxième variation de la longueur.
    - Equation des géodésiques – Propriétés minimisantes des géodésiques.
    - Existence locale – Coordonnées normales géodésiques.
    - Variété riemannienne géodésiquement complète.
3. **Courbure riemannienne.**
    - Définition – Dérivées covariantes secondes.
    - Courbure sectionnelle – Sous-variétés riemanniennes.
    - Courbure de Ricci et courbure scalaire.
    - Espaces à courbure sectionnelle constante – Liste des espaces modèles.
    - Equation de Jacobi – Champs de Jacobi et l'application exponentielle.
    - Courbure et métrique en coordonnées normales.
4. **Opérateurs sur une variété riemannienne.**
    - Les isomorphismes musicaux.
    - L'opérateur gradient – L'opérateur divergence.
    - Opérateur de Laplace-Beltrami et ses propriétés – Théorème de divergence.
    - Théorie de Hodge.
    - Etude du fibré pull-back.
    - Première et deuxième variations de la fonctionnelle énergie.

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

<u>Références</u>

1. I. Chavel Introduction to riemannien Geometry. Cambridge University Press, 2006 (2nd édition).
2. S. Gallot, D. Hulin et J. Lafontaine Riemannian Geometry. Springer, 2004 (3rd édition).
3. W. Boothby. An Introduction to Differentiable Manifolds and Riemannian Geometry. Academic Press, 1986.
4. M. P. do Carmo, Riemannian geometry, Birkhäuser 1992.
5. M. M. Postnikov, Riemannian Geometry, Encyclopaedia of Mathematical Sciences, Springer 2001.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre ***: 3***
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Méthodes Numériques pour les Equations Différentielles (MNDO)
Crédits : 04
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Approfondir les connaissances acquises en licence. Les méthodes à un pas et à pas multiples sont considérées ainsi qu'une étude approfondie de la consistance, la convergence et de la stabilité des différentes procédures.

Connaissances préalables recommandées : Modules **Analyse numérique I** et **II** du programme de la licence

Contenu de la matière :

Partie 1 : Méthodes numériques à un pas

1. Théorie générale des méthodes numériques à un pas
- Consistance
- Convergence
- Stabilité
2. Etude de quelques méthodes :
   Euler, Taylor, Runge-Kutta

Partie 2 : Méthodes numériques à pas multiples

1. Théorie générale des méthodes numériques à pas multiples
- Consistance
- Convergence
- Stabilité
2. Etude de quelques méthodes :
   Adams-Bashforth, Adams-Moulton, Prédiction-Correction

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. Jean-Pierre Demailly. *Analyse numérique et équations différentielles*. Collection Grenoble Science. (2006).
2. D. Griffiths and D. J. Higham. *Numerical methods for ordinary differential equations.* Springer (2010)
3. B. Heron, F. I-Roch et C. Picard. *Analyse numerique : Exercices et problèmes corrigés*. Dunod (1999)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre *: 3*
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Analyse des Equations aux Dérivées Partielles (AEDP)
Crédits : 04
Coefficients : 1
Objectifs de l'enseignement : Consolider les connaissances acquises en Licence pour les problèmes mathématiques appliqués à la physique.
Connaissances préalables recommandées : programme de Licence
Contenu de la matière :
EDP d'Evolution

- Systèmes linéaires, semi-linéaires symétriques : exemples, résolution du problème de Cauchy, vitesse finie de propagation.
- Systèmes quasilinéaires : théorie de Littlewood-Paley, paradifférentialisation, résolution du problème de Cauchy.
- Résolution d'équations linéaires et non linéaires par minimisation de fonctionnelles : exemples avec le problème de Dirichlet et le problème de Stokes.

EDP Elliptiques

- Inégalités de Sobolev, Formulation variationnelle de quelques problèmes aux limites
- Régularité des solutions

Équations linéaires :

- Propriétés régularisantes des opérateurs elliptiques du second ordre, inégalités de Cacciopoli, méthode de Stampacchia, méthode de Schauder.
- Le principe du maximum sous ses diverses formes.
- Théorème de Riesz Fredholm, problèmes spectraux compacts.

Équations non linéaires :

- Méthodes d'inversion locales, continuation, bifurcation.
- Méthode variationnelle : solutions minimisantes, lemme de déformation, lemme du col.

Homogénéisation stochastique

Approximation d'une EDP à coefficients oscillants rapidement et de façon aléatoire par une EDP "moyenne" équivalente.

Exemples : EDP elliptiques linéaires et non linéaires. EDP paraboliques ou de transport.

Référence :

J. E. Rombaldi. Analyse matricielle. EDP Sciences (2000).

Akhiezer, N. and Glazman, I., *Theory of Linear Operators in Hilbert Space*, Pitman, 1980

Aubin, J. P. and Ekeland, I., *Applied Nonlinear Analysis*,Wiley, 1984.

Ambrosetti, A. and Prodi, G., *A Primer of Nonlinear Analysis*, Cambridge University Press, 1993.

Brezis, H., Functional Analysis,Sobolev spaces and Partial Differential Equations.Springer 2011.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique

Semestre *: 3*
Intitulé de l'UE : UED1
Intitulé de la matière : Equations Différentielles Stochastiques (EDS)
Crédits : 02
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : On étudie les équations différentielles stochastiques, on introduit les solutions faibles et fortes avec certaines propriétés de markov.

Connaissances préalables recommandées : Calculs stochastiques UEM 2.

Contenu de la matière :

1- Définition des équations différentielles stochastiques (EDS)
2- Exponentiel et Logarithme stochastiques
3- Solutions des EDS linéaires
4- Existence et unicité des solutions fortes
5- Propriété de Markov des solutions
6- Solutions faibles des EDS
7- Equations rétrogrades et progressives
8- Calculs stochastiques de Stratanovich

Mode d'évaluation : *Continu et examen*

Références

1. A. Bobrowski. *Functional analysis for probability and stochastic processes*. Cambridge Univ. Press (2005)
2. G. Da Prato and L. Tubaro. *Stochastic Partial differential equations and applications*, VII. Taylor and Franscis (2006).
3. E. Allen, *Modeling with Itô stochastic differential equations.* Springer (2007).

Intitulé du Master : Analyse Mathématique
Semestre *: 3*
Intitulé de l'UE : UET1
Intitulé de la matière : Techniques de Communication (TC)
Crédits : 02
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : le but est d'initier l'étudiant à l'utilisation des outils de la technologie en vue de la rédaction et la présentation de ses travaux.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

1. Préparation de textes en LaTex
2. Préparation des slides (Beamer)
3. Présentation (exposés)

Mode d'évaluation : Mini projet avec présentation

Références

V- Accords ou conventions

NON

(Si oui, transmettre les accords et/ou les conventions dans le dossier papier de la formation)

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master coparrainé par un autre établissement universitaire)

(Papier officiel à l'entête de l'établissement universitaire concerné)

Objet : Approbation du coparrainage du master intitulé :

Par la présente, l'université (ou le centre universitaire) déclare coparrainer le master ci-dessus mentionné durant toute la période d'habilitation de ce master.

A cet effet, l'université (ou le centre universitaire) assistera ce projet en :

- Donnant son point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participant à des séminaires organisés à cet effet,
- En participant aux jurys de soutenance,
- En œuvrant à la mutualisation des moyens humains et matériels.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

LETTRE D'INTENTION TYPE

(En cas de master en collaboration avec une entreprise du secteur utilisateur)

(Papier officiel à l'entête de l'entreprise)

OBJET : Approbation du projet de lancement d'une formation de master intitulé :

Dispensé à :

Par la présente, l'entreprise déclare sa volonté de manifester son accompagnement à cette formation en qualité d'utilisateur potentiel du produit.

A cet effet, nous confirmons notre adhésion à ce projet et notre rôle consistera à :

- Donner notre point de vue dans l'élaboration et à la mise à jour des programmes d'enseignement,
- Participer à des séminaires organisés à cet effet,
- Participer aux jurys de soutenance,
- Faciliter autant que possible l'accueil de stagiaires soit dans le cadre de mémoires de fin d'études, soit dans le cadre de projets tuteurés.

Les moyens nécessaires à l'exécution des tâches qui nous incombent pour la réalisation de ces objectifs seront mis en œuvre sur le plan matériel et humain.

Monsieur (ou Madame)…………………….est désigné(e) comme coordonateur externe de ce projet.

SIGNATURE de la personne légalement autorisée :

FONCTION :

Date :

CACHET OFFICIEL ou SCEAU DE L'ENTREPRISE