

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 de M'sila	Faculté de Mathématiques et d'informatique	Mathématiques

Domaine : Mathématiques et informatique

Filière : Mathématiques

Spécialité : Equations aux dérivées partielles et Applications

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواصفة عرض تكوين

ماستر أكاديمي

القسم	الكلية/المعهد	المؤسسة
الرياضيات	كلية الرياضيات والإعلام الآلي	جامعة المسيلة

الميدان: رياضيات واطلام الي

الشعبة: رياضيات

التخصص: معادلات ذات مشتقات الجزئية وتطبيقات

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 :

Faculté : Faculté de Mathématiques et d'informatique

Département : Mathématiques

2- Partenaires de la formation *:

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socioéconomiques :

- 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*)

1. Licence LMD de mathématiques
2. Licence LMD de mathématiques appliquées
3. Licence LMD de mathématiques et économique

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

Cette formation offre une formation complète en équations aux dérivées partielles, articulant étroitement le volet théorique, l'analyse numérique et la modélisation mathématique. Sur le plan théorique, elle permet à l'étudiant de développer une compréhension rigoureuse des structures fonctionnelles, des propriétés d'existence, d'unicité et de régularité des solutions, ainsi que des méthodes d'analyse avancées utilisées dans l'étude moderne des EDPs. L'étudiant acquiert également la maîtrise des techniques numériques pour l'approximation des solutions et des outils de modélisation pour la représentation de phénomènes complexes. La formation renforce enfin les compétences en recherche, en analyse critique et en communication scientifique, préparant à la fois aux études avancées et aux domaines nécessitant la modélisation et le calcul scientifique.

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

Le parcours de la formation se distingue par une progression structurée et cohérente. Le premier semestre offre à l'étudiant une formation mathématique fondamentale, indispensable pour aborder le domaine des équations différentielles partielles (EDPs). Le second semestre vise à approfondir cette base en proposant un enseignement avancé des outils mathématiques, tant théoriques qu'appliqués, préparant directement aux métiers de la recherche fondamentale et appliquée dans le domaine des EDPs. En Master 2, la formation se concentre sur l'étude des problématiques non linéaires et de la théorie du contrôle, permettant à l'étudiant de maîtriser des outils avancés d'analyse mathématique, d'affiner ses compétences en recherche scientifique et de développer ses aptitudes en méthodologie et en rédaction académique.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Il est clair que l'orientation de la formation du master des mathématiques vers les parcours contenant les mathématiques appliquées qui s'intéressent à l'étude des problèmes mathématiques liés à l'application dans divers domaines scientifiques et technologiques méritent d'être soutenue et encouragée dans le sens de permettre à la nouvelle génération de mathématiciens algériens de s'orienter vers les problèmes concrets liés de près ou de loin aux préoccupations économiques et industrielles de notre pays. Cette formation de Master proposée s'implique dans cette logique en permettant à nos étudiants en mathématiques d'acquérir les outils nécessaires (qui sont les équations aux dérivées partielles) de modélisation mathématique.

Les débouchés :

- Enseignement de mathématiques pures et appliquées.
- Poursuite d'études doctorales dans plusieurs spécialités dont celles liées aux domaines
- Une meilleure insertion dans le monde actuel s'orientant de plus en plus vers une société de services, avec la possibilité d'intégrer le domaine de l'ingénierie mathématique qui sont multiples : les Sociétés de services, l'Industrie, les Bureaux d'Études, les grands organismes publics ou privés, etc.

E – Passerelles vers d'autres spécialités

- Une passerelle en M2 sera éventuellement accordée à d'autres parcours qui assurent un parcours M1 semblable ou équivalent.

F – Indicateurs de suivi de la formation

En plus du comité pédagogique du Master qui sera composée de l'ensemble des enseignants responsables des unités d'enseignement, un comité de suivi sera installé composée du responsable du Master, du domaine, du chef de département et du président du comité scientifique son rôle est de veiller sur le bon déroulement de la formation.

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

De 20 à 30 étudiants.

4 – Moyens humains disponibles

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

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
Benhamidouche Nouredine	DES- Analyse fonctionnelle	Doctorat - EDPs et applications	Pr	Cours-TD-TP-Encad.	
Merzougui Abdelkrim	DES- Analyse fonctionnelle	Doctorat - Analyse numérique	Pr	Cours-TD-TP-Encad.	
Sengouga Abdelmouhcene	DES - Recherche opérationnelle	Doctorat - EDPs	Pr	Cours-TD-TP-Encad.	
Arioua Yacine	DES - Analyse fonctionnelle	Doctorat - EDPs	Pr	Cours-TD-Encad.	
Mokhtari Abdelhak	PES – Mathématiques	Doctorat - EDPs	MCA	Cours-TD-Encad.	
Boughrara Brahim	Licence Mathématiques	Doctorat (LMD) - EDPs	MCA	Cours-TD-Encad.	
Basti Bilal	Licence Mathématiques	Doctorat (LMD) - EDPs	MCA	Cours-TD-TP-Encad.	
Bounab Noura	DES - Recherche opérationnelle	Doctorat - Analyse numérique et Fonctionnelle	MCB	Cours-TD-TP-Encad.	
Rafaa Chouder	Licence Mathématiques	Doctorat (LMD) - EDPs	MCA	Cours-TD-TP-Encad.	

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

Etablissement : UMB M'sila
Année universitaire : 2025-2026

Intitulé du master : Equations aux dérivées partielles et Applications

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

B : Encadrement Externe :

Etablissement : UMB M'sila
Année universitaire : 2025-2026

Intitulé du master : Equations aux dérivées partielles et Applications

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)

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

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

Laboratoire de Mathématiques Pures et Appliquées, Université de M'sila

Chef du laboratoire	
N° Agrément du laboratoire : N° 88 du 25/07/2000	
Date :	
Avis du chef de laboratoire :	  <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">عمر يوة ياسين</div>

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

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Salle centrale des TIC
- Salle de TP de département

Etablissement
Année universitaire : 2025-2026

Intitulé du master : Analyse Mathématique et Applications

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	
	14-16sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF (Fondamentale)									
UEF1(O/P)	189h	9	4.5		261	9	18		
UEF1.1 : Analyse Fonctionnelle 1	63	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEF1.2 : Distributions et Analyse de Fourier 1	63	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEF1.3 : Équations différentielles ordinaires	63	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEM (Méthodologie)	105h	3h	3h	1h30	120h	5	9		
UEM1.1: Analyse Numérique Matricielle	63h	1h30	1h30	1h30	62h	03	05	40%	60%
UEM1.2: (Optionnel X) Approximation Variationnelle	42h	1h30	1h30		58h	02	04	40%	60%
UED (Découverte)	42h	1h30	1h30		8h	2	2		
UED1.1 : Éthique de l'intelligence artificielle	42h	1h30	1h30		8h	02	02	40%	60%
UET (Transversale)	25h	1h30			4h	1	1		
UET1.1 : Modélisation mathématique	25h	1h30			4h	1	1		100%
Total Semestre 1	336h	15h	09h	1h30	393h	17	30		

Le module optionnel X à choisir parmi : Méthodes Numériques, Approximation Variationnelle, Introduction au système dynamique, Théorie spectrale des opérateurs.

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE Fondamentale	UE fondamentale 2					9	18		
UEF2(O/P)	189h	9h	4h30		261h				
UEF2.1 : Analyse Fonctionnelle 2	63h	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEF2.2 : Distributions et Analyse de Fourier 2	63h	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEF2.3 : Equations aux Dérivées Partielles	63h	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UE Méthodologique	105h	4h30	3h		120h	5	9		
UEM2.1 : Méthode des Éléments Finis	63h	3h	1h30		62h	3	5	40%	60%
UEM2.2 : EDP et traitement de l'image	42h	1h30	1h30		58h	2	4	40%	60%
UE Découverte	42h	1h30		1h30	8h	2	2		
UED2.1 : Calcul scientifique	42h	1h30		1h30	8h	2	2	40%	60%
UE Transversale	21h	1h30			4h	1	1		
UET2.1 : Outils de Simulation numériques	21h	1h30			4h	1	1		100%
Total Semestre 2	357h	16h30	7h30	1h30	393h	17	30		

Le module optionnel Y à choisir parmi : Formulation variationnelles pour les problèmes aux limites, Inéquations Variationnelles, Degré topologique et applications, EDP et traitement de l'image

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE Fondamentale	UE fondamentale 3					9	18		
UEF3(O/P)	189h	9h	4h30		261h				
UEF3.1 : Théorie des Semi-groupes et Applications pour les EDP	63h	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEF3.2 : EDP Elliptiques Non Linéaires	63h	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEF3.3 : Théorie de Régularité	63h	3h	1h30		87h	3	6	40%	60%
UEM 3 : UE méthodologie	105h	4h30	3h		120h	5	9		
UEM3.1 : Calcul Fractionnaire et Applications	63h	3h	1h30		62h	3	5	40%	60%
UEM3.2 : (Optionnel Z) Contrôle optimal	42h	1h30	1h30		58h	2	4	40%	60%
UE Découverte	42h	1h30	1h30		8h	2	2		
UED3.1 : Séminaire de recherche scientifique	42h	1h30	1h30		8h	2	2	40%	60%
UE Transversale	21h	1h30			4h	1	1		
UET3.1 : Méthodologie et Rédaction scientifique	21h	1h30			4h	1	1		100%
Total Semestre 3	357h	16h30	9h		393h	17	30		

Le module optionnel Z à choisir parmi : Méthodes spectrales, Contrôle optimal, Analyse Asymptotique, Équations intégrales, Estimation d'erreur à postériori.

4- Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques-informatique

Filière : Mathématiques

Spécialité : EDP et Applications

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	---	---	---
Stage en entreprise	---	---	---
Séminaires	---	---	---
Autre (Mémoire)	750h (18-20 semaines)	17	30
Total Semestre 4	750h	17	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)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	378h	168h	63h	63h	672h
TD	189h	126h	42h	--	357h
TP		21h	21h	--	42h
PFE avec Mémoire	--	--	--	--	750h
Stage dans l'entreprise	--	--	--	--	--
Ateliers	--	--	--	--	--
Travail Personnel	783h	360h	24h	12h	1179h
Total	2100	675h	150h	75h	3000h
Crédits	84h	27h	6	3	120h
% en crédits pour chaque UE	70%	22.5%	5%	2.5%	100%

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

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Analyse Fonctionnelle 1

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les structures fondamentales des espaces de dimension infinie (Banach et Hilbert) et maîtriser les grands théorèmes de l'analyse fonctionnelle qui constituent le socle de l'analyse moderne et de la théorie des EDP.

Connaissances préalables recommandées :

Topologie générale, théorie de l'intégration (Lebesgue), algèbre linéaire.

Contenu de la matière :

• **Chapitre 1 : Espaces de Banach**

1. Espaces vectoriels normés, complétude, exemples (ℓ^p , $C(K)$).
2. Opérateurs linéaires continus, norme d'opérateur.
3. Lemme de Baire et ses conséquences.

• **Chapitre 2 : Espaces de Hilbert**

1. Produit scalaire, orthogonalité, théorème de projection sur un convexe fermé.
2. Bases hilbertiennes (systèmes orthonormaux complets), inégalité de Bessel, identité de Parseval.
3. Le théorème de Représentation de Riesz.

• **Chapitre 3 : Les théorèmes fondamentaux de l'analyse fonctionnelle**

1. Le théorème de Hahn-Banach (formes analytique et géométrique).
2. Le théorème de Banach-Steinhaus (principe de la borne uniforme).
3. Le théorème de l'application ouverte et le théorème du graphe fermé.
4. Le théorème du graphe fermé.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- H. Brezis, *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*. Springer, 2011.
- W. Rudin, *Functional Analysis*. McGraw-Hill, 1991.
- P. D. Lax, *Functional Analysis*. Wiley-Interscience, 2002.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Distributions et Analyse de Fourier 1

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Généraliser les notions de fonction et de dérivation. Maîtriser la transformée de Fourier comme outil de "diagonalisation" des opérateurs différentiels à coefficients constants et l'appliquer à la résolution d'EDP.

Connaissances préalables recommandées :

Analyse réelle, théorie de l'intégration, topologie.

Contenu de la matière :

- **Chapitre 1 :** Théorie des Distributions
 1. Motivation (solutions faibles), espaces de fonctions-test $D(\Omega)$.
 2. Définition des distributions et opérations (dérivation, multiplication, convolution).
- **Chapitre 2 :** Espace de Schwartz et Distributions Tempérées
 1. L'espace de Schwartz $S(\mathbb{R}^n)$ et ses propriétés.
 2. Les distributions tempérées $S'(\mathbb{R}^n)$ comme cadre naturel pour la transformée de Fourier.
- **Chapitre 3 :** Transformation de Fourier
 1. Définition et propriétés sur $S(\mathbb{R}^n)$ et $S'(\mathbb{R}^n)$.
 2. Application à la résolution d'EDP : solution élémentaire du Laplacien, équation de Poisson sur \mathbb{R}^n .

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- C. Gasquet, P. Witomski, *Analyse de Fourier et applications*. Dunod, 2015.
- G. B. Folland, *Fourier Analysis and Its Applications*. Wadsworth & Brooks/Cole, 1992.
- L. Schwartz, *Théorie des distributions*. Hermann, 1966

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Équations différentielles ordinaires

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Étudier la théorie qualitative des EDO : existence, unicité, dépendance par rapport aux données, et comportement asymptotique des solutions (stabilité).

Connaissances préalables recommandées :

Calcul différentiel et intégral, algèbre linéaire.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Théorèmes d'existence et d'unicité
 1. Le théorème de Cauchy-Lipschitz (point fixe de Banach). Le théorème de Peano (compacité).
 2. Continuation des solutions et solutions maximales.
- Chapitre 2 : Dépendance par rapport aux données
 1. Le lemme de Gronwall.
 2. Continuité par rapport aux conditions initiales et aux paramètres.
- Chapitre 3 : Systèmes différentiels linéaires et Stabilité de Lyapunov
 1. L'exponentielle de matrice. Stabilité des systèmes linéaires.
 2. Points d'équilibre, stabilité. Linéarisation. Introduction aux fonctions de Lyapunov.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- V. I. Arnold, *Équations différentielles ordinaires*. Mir/Springer.
- M. W. Hirsch, S. Smale, R. L. Devaney, *Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos*. Academic Press, 3rd Ed., 2013.
- E. A. Coddington, N. Levinson, *Theory of Ordinary Differential Equations*. McGrawHill, 1955.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Analyse Numérique Matricielle

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30, TP : 1h30

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser les algorithmes fondamentaux de l'algèbre linéaire numérique pour la résolution de grands systèmes et le calcul de valeurs propres, avec une attention particulière à la stabilité et au coût.

Connaissances préalables recommandées :

Algèbre linéaire.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Conditionnement et Stabilité
 1. Normes vectorielles et matricielles. Conditionnement d'une matrice. Stabilité des algorithmes.
- Chapitre 2 : Méthodes Directes
 1. Factorisations LU, Cholesky, QR et application aux problèmes de moindres carrés.
- Chapitre 3 : Méthodes Itératives
 1. Méthodes de Jacobi, Gauss-Seidel, relaxation (SOR). Analyse de la convergence.
- Chapitre 4 : Problèmes de Valeurs Propres
 1. Méthode de la puissance et de la puissance inverse. Introduction à l'itération QR.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- L. N. Trefethen, D. Bau, III, *Numerical Linear Algebra*. SIAM, 1997.
- G. H. Golub, C. F. Van Loan, *Matrix Computations*. Johns Hopkins University Press, 4th Ed., 2013.
- P. G. Ciarlet, *Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation*. Dunod, 2006.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel X : Méthodes Numériques

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les concepts et algorithmes de base de l'analyse numérique pour l'approximation de fonctions, le calcul d'intégrales et la résolution d'équations non linéaires.

Contenu de la matière :

1. Résolution d'équations non linéaires : Méthodes de la dichotomie, de NewtonRaphson.
2. Interpolation polynomiale : Polynômes de Lagrange, phénomène de Runge, points de Tchebychev.
3. Intégration numérique : Quadrature de Newton-Cotes (trapèzes, Simpson), quadrature de Gauss.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, *Numerical Mathematics*. Springer, 2007.
- R. L. Burden, J. D. Faires, A. M. Burden, *Numerical Analysis*. Cengage Learning.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel X : Approximation Variationnelle

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les fondements de la formulation faible des EDP et de leur approximation par la méthode de Galerkin, en préparation à la méthode des éléments finis.

Contenu de la matière :

1. Motivation : Limites des solutions classiques, notion de solution faible.
2. Formulation variationnelle : Espaces de Sobolev H^1 , H^1_0 . Formulation faible d'un problème elliptique.
3. Théorème de Lax-Milgram : Existence et unicité de la solution faible.
4. Principe de l'approximation de Galerkin : Approximation dans un sous-espace de dimension finie.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- P. G. Ciarlet, *The Finite Element Method for Elliptic Problems*. SIAM, 2002.
- H. Brezis, *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*. Springer, 2011.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel X : Introduction au système dynamique

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Étudier le comportement qualitatif à long terme des solutions d'équations différentielles, en se concentrant sur les notions d'orbites, de stabilité et de bifurcations.

Contenu de la matière :

1. Flots et orbites : Flot d'un champ de vecteurs, orbites, points fixes, orbites périodiques.
2. Stabilité : Stabilité des points fixes en 1D et 2D. Portraits de phase.
3. Bifurcations : Étude des changements qualitatifs de la dynamique en fonction d'un paramètre. Bifurcations selle-nœud, transcritique, fourche.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- S. H. Strogatz, *Nonlinear Dynamics and Chaos*. Westview Press, 2015.
- M. W. Hirsch, S. Smale, R. L. Devaney, *Differential Equations, Dynamical Systems, and an Introduction to Chaos*. Academic Press, 2013.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel X : Théorie spectrale des opérateurs

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Introduire la théorie spectrale pour les opérateurs bornés, en particulier les opérateurs compacts, comme une généralisation de l'algèbre linéaire en dimension infinie.

Contenu de la matière :

1. Spectre d'un opérateur borné : Ensemble résolvant et spectre. Décomposition du spectre.
2. Opérateurs compacts : Définition, propriétés et exemples (opérateurs intégraux).
3. Théorie de Riesz-Schauder et Alternative de Fredholm.
4. Théorème spectral pour les opérateurs compacts auto-adjoints.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- J. Weidmann, *Linear Operators in Hilbert Spaces*. Springer, 1980.
- M. Reed, B. Simon, *Methods of Modern Mathematical Physics, Vol. 1: Functional Analysis*. Academic Press, 1980.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Découverte

Intitulé de la matière : Choisir parmi : Entrepreneuriat ou Éthique de l'IA

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Développer des compétences transversales essentielles : soit un état d'esprit entrepreneurial, soit un regard critique sur les enjeux éthiques des technologies algorithmiques.

Contenu de la matière (Option Entrepreneuriat) :

1. De l'idée au projet : Techniques de créativité.
2. Structuration d'un modèle économique : Business Model Canvas.
3. Analyse de l'environnement : Étude de marché.
4. Le Pitch : Présenter une idée de manière convaincante.

Contenu de la matière (Option Éthique de l'IA) :

1. Introduction aux enjeux éthiques en IA.
2. Biais et Équité (Fairness) des algorithmes.
3. Transparence et Explicabilité (XAI).
4. Responsabilité et Redevabilité (Accountability).

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- A. Osterwalder & Y. Pigneur, *Business Model Generation*. Pearson, 2011.
- C. O'Neil, *Weapons of Math Destruction*. Crown, 2016.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 1

Unité d'enseignement : Transversale

Intitulé de la matière : Modélisation mathématique

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Apprendre le processus de traduction d'un problème concret en un modèle mathématique, analyser qualitativement le modèle et interpréter les résultats.

Contenu de la matière :

1. Principes de la modélisation : Étapes, simplification, hypothèses.
2. Outils de modélisation : Modèles discrets (suites), modèles continus (EDO).
3. Étude de cas : Dynamique des populations (Lotka-Volterra), physique (pendule), épidémiologie (SIR).
4. Analyse du modèle : Points d'équilibre, stabilité.

Mode d'évaluation : Examen (100%)

Références :

- M. Braun, *Differential Equations and Their Applications*. Springer, 1993.
- N. Bacaër, *Histoires de mathématiques et de populations*. Cassini, 2009.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Analyse Fonctionnelle 2

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les concepts de dualité et de topologies faibles, essentiels pour l'analyse non linéaire et le calcul des variations. Comprendre la notion de réflexivité et son application à la compacité faible. Connaissances préalables recommandées : Analyse Fonctionnelle 1.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Dualité Topologique et Opérateur Adjoint.
- *Chapitre 2 : Convergence forte, convergence faible et convergence faible étoile.*
- Chapitre 3 : Compacité Faible et Théorème de Banach-Alaoglu.
- Chapitre 4 : Espaces Réflexifs et leurs propriétés.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- H. Brezis, *Functional Analysis, Sobolev Spaces and Partial Differential Equations*. Springer, 2011.
- W. Rudin, *Functional Analysis*. McGraw-Hill, 1991.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Distributions et Analyse de Fourier 2

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Construire et maîtriser les espaces de Sobolev, cadre fonctionnel naturel pour l'étude des solutions faibles des EDP, ainsi que leurs propriétés fines.

Connaissances préalables recommandées : Analyse Fonctionnelle 1, Distributions 1.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Construction des Espaces de Sobolev $W^{k,p}(\Omega)$.
- Chapitre 2 : Propriétés de Densité et d'Extension.
- Chapitre 3 : Théorèmes d'Injection de Sobolev et de Compacité de RellichKondrachov.
- Chapitre 4 : Théorème de Trace.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- R. A. Adams, J. J. F. Fournier, *Sobolev Spaces*. Academic Press, 2003.
- L. C. Evans, *Partial Differential Equations*. AMS, 2010 (Chapitre 5).

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Equations aux Dérivées Partielles

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Étudier la théorie de base des trois grandes classes d'EDP linéaires, en utilisant l'analyse fonctionnelle pour leur résolution. Connaissances préalables recommandées : Modules fondamentaux du S1 et S2 (en parallèle).

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Équations Elliptiques : Problème de Dirichlet, formulation variationnelle (Lax-Milgram), principe du maximum.
- Chapitre 2 : Équations Paraboliques : Équation de la chaleur, résolution par séries de Fourier.
- Chapitre 3 : Équations Hyperboliques : Équation des ondes, formule de d'Alembert.
- Chapitre 4 : Introduction aux EDP du premier ordre.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- L. C. Evans, *Partial Differential Equations*. AMS, 2nd Ed., 2010.
- W. A. Strauss, *Partial Differential Equations: An Introduction*. Wiley, 2nd Ed., 2007.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Méthode des Éléments Finis

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Établir les fondements mathématiques rigoureux et les aspects d'implémentation de la MEF pour les problèmes elliptiques.

Connaissances préalables recommandées : Analyse Numérique Matricielle, EDP.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Formulation Variationnelle et Approximation de Galerkin.
- Chapitre 2 : Éléments Finis de Lagrange en 1D et 2D (P_1 , P_2).
- Chapitre 3 : Aspects de l'implémentation (assemblage, conditions aux limites).
- Chapitre 4 : Analyse de l'Erreur a Priori (Lemme de Céa, estimations H^1 et L^2).

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- S. C. Brenner, L. R. Scott, *The Mathematical Theory of Finite Element Methods*. Springer, 3rd Ed., 2008.
- P. G. Ciarlet, *The Finite Element Method for Elliptic Problems*. SIAM, 2002.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Y : Formulation variationnelles pour les problèmes aux limites

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Généraliser l'approche variationnelle à des problèmes plus complexes (Stokes) nécessitant des espaces fonctionnels adaptés ($H(\text{div})$, $H(\text{curl})$) et des conditions de stabilité spécifiques.

Contenu de la matière :

1. Espaces $H(\text{div})$ et $H(\text{curl})$: Définitions et propriétés.
2. Problèmes de Stokes : Formulation variationnelle mixte (vitesse-pression).
3. Condition Inf-Sup (Ladyjenskaïa-Babuška-Brezzi) : Stabilité des formulations mixtes.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- D. Boffi, F. Brezzi, M. Fortin, *Mixed Finite Element Methods and Applications*. Springer, 2013.
- A. Ern, J.-L. Guermond, *Theory and Practice of Finite Elements*. Springer, 2004.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Y : Inéquations Variationnelles

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Généraliser la formulation variationnelle au cas de problèmes avec contraintes unilatérales et

maîtriser le théorème de Lions-Stampacchia.

Contenu de la matière :

1. Motivation : Problème de l'obstacle.
2. Formulation abstraite dans les espaces de Hilbert.
3. Théorème d'existence et d'unicité de Lions-Stampacchia.
4. Applications aux problèmes de contact.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- D. Kinderlehrer, G. Stampacchia, *An Introduction to Variational Inequalities and Their Applications*. SIAM, 2000.
- H. Brezis, *Functional Analysis...* (Chapitre 10).

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Y : Degré topologique et applications

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Introduire l'outil du degré topologique pour prouver l'existence de solutions à des équations non linéaires, là où les méthodes de point fixe classiques échouent.

Contenu de la matière :

1. Degré de Brouwer en dimension finie : définition et propriétés (invariance par homotopie).
2. Application du degré de Brouwer : Théorème du point fixe de Brouwer.
3. Degré de Leray-Schauder en dimension infinie.
4. Application à l'existence de solutions pour les EDP semi-linéaires.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- L. Nirenberg, *Topics in Nonlinear Functional Analysis*. AMS, 2001.
- K. Deimling, *Nonlinear Functional Analysis*. Springer, 1985.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Y : EDP et traitement de l'image

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Montrer comment les EDP et le calcul des variations fournissent un cadre puissant pour modéliser et résoudre des problèmes en traitement d'images (débruitage, segmentation).

Contenu de la matière :

1. Modèles de diffusion pour le débruitage : Équation de la chaleur, filtrage anisotrope (Perona-Malik).
2. Modèles variationnels et Variation Totale : Le modèle de Rudin-Osher-Fatemi (ROF) pour le débruitage avec préservation des contours.
3. Segmentation par contours actifs : Modèles "snakes" (Kass-Witkin-Terzopoulos).
4. Approche par ensembles de niveaux.

Références :

- G. Aubert, P. Kornprobst, *Mathematical Problems in Image Processing*. Springer, 2006.
- T. Chan, J. Shen, *Image Processing and Analysis: Variational, PDE, Wavelet, and Stochastic Methods*. SIAM, 2005

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Découverte

Intitulé de la matière : Choisir parmi : Calcul scientifique ou Deep learning for approximation theory

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TP : 1h30

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Soit acquérir des compétences pratiques en implémentation d'algorithmes numériques, soit explorer les liens entre les réseaux de neurones et la théorie de l'approximation.

Contenu (Calcul scientifique) :

1. Environnements de calcul (Python/NumPy).
2. Algèbre linéaire numérique : Résolution de grands systèmes, calcul de valeurs propres.
3. Discrétisation d'EDP : Implémentation de la méthode des différences finies.

Contenu (Deep learning for approximation) :

1. Introduction aux réseaux de neurones (architecture, fonctions d'activation).
2. Théorèmes d'approximation universelle.
3. Réseaux profonds ReLU et leur interprétation comme des fonctions affines par morceaux.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- A. Quarteroni, F. Saleri, P. Gervasio, *Scientific Computing with MATLAB and Octave*. Springer, 2014.
- I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, *Deep Learning*. MIT Press, 2016.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 2

Unité d'enseignement : Transversale

Intitulé de la matière : Outils de Simulation numériques

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir une maîtrise pratique d'un logiciel de calcul scientifique (ex: FreeFEM++, COMSOL) pour résoudre des EDP par la méthode des éléments finis.

Contenu de la matière :

1. Prise en main d'un environnement de simulation.
2. Workflow d'une simulation : Pré-traitement (géométrie, maillage), définition du problème (EDP, C.L.), résolution, post-traitement (visualisation).
3. Projet de simulation sur un problème concret.

Mode d'évaluation : Examen (100%)

Références :

- La documentation officielle du logiciel choisi (ex: *FreeFEM++ documentation*).
- A. Quarteroni, *Modélisation Mathématique et Calcul Scientifique*. PPUR, 2012.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Théorie des Semi-groupes et Applications pour les EDP

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser le cadre abstrait et rigoureux de la théorie des semi-groupes pour la résolution des problèmes d'évolution linéaires.

Connaissances préalables recommandées : Analyse Fonctionnelle 1 & 2, EDP.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Le Problème de Cauchy Abstrait et les C_0 -Semigroups.
- Chapitre 2 : Les Théorèmes de Hille-Yosida et Lumer-Phillips.
- Chapitre 3 : Semi-groupes analytiques et application aux équations paraboliques.
- Chapitre 4 : Groupes unitaires et application aux équations hyperboliques (Théorème de Stone).

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- A. Pazy, *Semigroups of Linear Operators and Applications to Partial Differential Equations*. Springer, 1983.
- K.-J. Engel, R. Nagel, *A Short Course on Operator Semigroups*. Springer, 2006.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : EDP Elliptiques Non Linéaires

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les méthodes fondamentales de l'analyse non linéaire pour prouver l'existence de solutions aux EDP elliptiques non linéaires.

Connaissances préalables recommandées : Analyse Fonctionnelle 1 & 2, Espaces de Sobolev, EDP.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Méthodes Topologiques (Point Fixe de Schauder, Degré Topologique).
- Chapitre 2 : Méthodes Variationnelles (Minimisation directe via compacité faible).
- Chapitre 3 : Théorie des Points Critiques (Théorème du col de Min-Max).
- Chapitre 4 : Méthodes de Monotonie (Théorème de Minty-Browder).

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- L. C. Evans, *Partial Differential Equations*. AMS, 2010 (Chapitre 9).
- M. Struwe, *Variational Methods*. Springer, 4th Ed., 2008.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Fondamentale

Intitulé de la matière : Théorie de Régularité

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Étudier la question fondamentale : "une solution faible d'une EDP est-elle régulière ?".

Maîtriser les techniques pour obtenir des estimations a priori sur les solutions.

Connaissances préalables recommandées : Tous les modules d'analyse et d'EDP des S1/S2.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Régularité Intérieure (Lemme de Weyl, différences finies).
- Chapitre 2 : Régularité L^2 et H^k .
- Chapitre 3 : Estimations de Schauder ($C^{k,\alpha}$).
- Chapitre 4 : Régularité au Bord.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- D. Gilbarg, N. S. Trudinger, *Elliptic Partial Differential Equations of Second Order*. Springer, 2001.
- Q. Han, F. Lin, *Elliptic Partial Differential Equations*. AMS, 2011.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Calcul Fractionnaire et Applications

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 3h, TD : 1h30

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Introduire la généralisation des opérateurs de dérivation à des ordres non entiers et explorer leurs applications à la modélisation.

Connaissances préalables recommandées : EDO, Analyse de Fourier.

Contenu de la matière :

- Chapitre 1 : Définitions et Propriétés (Riemann-Liouville, Caputo).
- Chapitre 2 : Fonctions Spéciales Associées (Fonction de Mittag-Leffler).
- Chapitre 3 : Équations Différentielles Fractionnaires.
- Chapitre 4 : Applications (diffusion anormale, viscoélasticité).

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- I. Podlubny, *Fractional Differential Equations*. Academic Press, 1998.
- K. Diethelm, *The Analysis of Fractional Differential Equations*. Springer, 2010.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Z : Méthodes spectrales

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser les méthodes d'approximation par polynômes globaux, qui offrent une convergence exponentielle pour les solutions régulières.

Contenu de la matière :

1. Bases de l'approximation : Séries de Fourier, polynômes de Tchebychev.
2. Différentiation spectrale.
3. Méthodes de Galerkin, Tau et Collocation.
4. Application à la résolution d'EDP.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- L. N. Trefethen, *Spectral Methods in MATLAB*. SIAM, 2000.
- C. Canuto, M. Y. Hussaini, A. Quarteroni, T. A. Zang, *Spectral Methods*. Springer, 2006.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Z : Contrôle optimal

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Introduire les outils mathématiques pour déterminer les stratégies de commande qui optimisent un critère de performance.

Contenu de la matière :

1. Calcul des variations : Rappels sur l'équation d'Euler-Lagrange.
2. Le Principe du Maximum de Pontryagin (PMP) : Hamiltonien, équations d'état et d'état adjoint.
3. Programmation dynamique et Équation de Hamilton-Jacobi-Bellman (HJB).
4. Lien entre PMP et HJB.

Références :

- D. Liberzon, *Calculus of Variations and Optimal Control Theory*. Princeton University Press, 2012.
- L. C. Evans, *An Introduction to Mathematical Optimal Control Theory*. (Notes de cours, disponibles en ligne).

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Z : Analyse Asymptotique

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Apprendre les techniques d'approximation de solutions de problèmes contenant des petits ou grands paramètres.

Contenu de la matière :

1. Échelles et développements asymptotiques.
2. Méthodes des perturbations régulières et singulières.
3. Méthode des développements raccordés (couches limites).
4. Méthode WKB.

Références :

- M. H. Holmes, *Introduction to Perturbation Methods*. Springer, 2013.
- C. M. Bender, S. A. Orszag, *Advanced Mathematical Methods for Scientists and Engineers*. Springer, 1999.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Z : Équations intégrales

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Étudier la théorie et les méthodes de résolution des équations intégrales, et comprendre leur lien avec les opérateurs compacts.

Contenu de la matière :

1. Classification : Équations de Volterra et de Fredholm.
2. Équations de Volterra : Méthode des approximations successives.
3. Théorie de Fredholm : Noyaux séparables, Alternative de Fredholm.
4. Lien avec les opérateurs compacts.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- R. Kress, *Linear Integral Equations*. Springer, 3rd Ed., 2014.
- F. G. Tricomi, *Integral Equations*. Dover, 1985.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Méthodologique

Intitulé de la matière : Optionnel Z : Estimation d'erreur à postériori

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Maîtriser les techniques d'estimation de l'erreur de la méthode des éléments finis après le calcul, afin de guider le raffinement adaptatif du maillage.

Contenu de la matière :

1. Motivation : Contrôle de l'erreur et maillage adaptatif.
2. Estimateurs d'erreur a posteriori basés sur le résidu.
3. Analyse de l'efficacité et de la fiabilité de l'estimateur.
4. Algorithme de raffinement adaptatif.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- M. Ainsworth, J. T. Oden, *A Posteriori Error Estimation in Finite Element Analysis*. Wiley, 2011.
- R. Verfürth, *A Posteriori Error Estimation Techniques for Finite Element Methods*. Oxford University Press, 2013.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Découverte

Intitulé de la matière : Séminaire de recherche scientifique

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30, TD : 1h30

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Immerger les étudiants dans la culture de la recherche. Développer la capacité à synthétiser et présenter des sujets avancés, et à engager une discussion scientifique.

Contenu de la matière :

1. Lecture d'articles de recherche : Les étudiants reçoivent des articles ou chapitres sur des sujets avancés.
2. Préparation de présentations : Chaque étudiant prépare un ou plusieurs exposés.
3. Présentation orale : Présentation du travail devant les pairs et les enseignants.
4. Discussion scientifique : Session de questions/réponses après chaque exposé.

Mode d'évaluation : Examen final (60%), Contrôle Continu (40%)

Références :

- Articles de recherche récents dans les journaux spécialisés (*SIAM Journal on Numerical Analysis*, *Journal of Functional Analysis*, etc.).
- Monographies de recherche avancée.

Intitulé du Master : EDP et Applications

Semestre : 3

Unité d'enseignement : Transversale

Intitulé de la matière : Méthodologie et Rédaction scientifique

Volume Horaire Hebdomadaire : Cours : 1h30

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Acquérir les compétences pratiques pour la rédaction d'un mémoire de Master et de tout document scientifique. Maîtriser les outils de la communication scientifique en mathématiques.

Contenu de la matière :

1. Recherche bibliographique : Utilisation des bases de données scientifiques (MathSciNet, arXiv).
2. Structure d'un mémoire/article scientifique.
3. Apprentissage de LaTeX : Structuration de documents, écriture d'équations, gestion de la bibliographie avec BibTeX.
4. Éthique et présentation : Éviter le plagiat, préparer une soutenance orale.

Mode d'évaluation : Examen (100%)

Références :

- N. J. Higham, *Handbook of Writing for the Mathematical Sciences*. SIAM, 3rd Ed., 2019.
- M. Goossens, F. Mittelbach, A. Samarin, *The LaTeX Companion*. Addison-Wesley, 2nd Ed., 2004.

V- Accords ou conventions

NON

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

VI - Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs

Intitulé du Master : Equations aux dérivées partielles et Applications

Comité Scientifique de département
Avis et visa du Comité Scientifique :
Date :

Conseil Scientifique de la Faculté
Avis et visa du Conseil Scientifique :
Date :

Doyen de la faculté
Avis et visa du Doyen ou du Directeur :
Date :

Conseil Scientifique de l'Université
Avis et visa du Conseil Scientifique :
Date :

VIII - Visa de la Conférence Régionale

(Uniquement à renseigner dans la version finale de l'offre de formation)