REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté	Département
Université Kasdi Merbah - Ouargla	Mathématiques et Sciences de la matière	Mathématiques

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Mathématiques

Spécialité : Modélisation et Analyse Numérique

Année universitaire : 2016/2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواءمة

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

المؤسسة	الكلية	القسم
جامعة قاصدي مرباح - ورقلة	الرياضيات وعلوم المادة	الرياضيات

الميدان: الرياضيات والإعلام الآلي

الشعبة: الرياضيات

التخصص: نمذجة وتحليل عددي

السنة الجامعية: 2017/2016

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 enseignement----------
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: Mathématiques et Sciences de la matière
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 académique (LMD) en Mathématiques après étude de dossier
- Licence 04 ans ou DES en Mathématiques du système classique après étude de dossier par l'équipe de formation.

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

Le Master Modélisation et Analyse Numérique de l'Université KASDI Merbah – Ouargla est une formation en 2 ans offerte par le Département de Mathématiques. Ce Master se situe après une Licence (à dominante mathématiques) et prépare à l'entrée en Doctorat ou dans la vie active. Ce Master donnera aux étudiants une formation mathématique large et solide (tant en mathématiques fondamentales qu'en mathématiques appliquées), accompagnée d'une initiation à la recherche. Cette formation a pour objectif de former les étudiants à la résolution complète de problèmes de mathématiques appliquées, de la modélisation aux applications numériques de problèmes issus de la physique, de la mécanique, de la biologie, des sciences de l'environnement ou du vivant et des sciences de l'ingénieur.

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

Le but visé par ce master est la formation des jeunes chercheurs dans le domaine de la modélisation mathématique et de l'analyse numérique, débouchant naturellement sur une thèse de doctorat (Parcours recherche), soit une initiation à la recherche complétant le master.
Dans le cas échéant, l'étudiant pourra s'intégrer dans le secteur professionnel sans difficultés

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

- Enseignements
- Secteur économique

E – Passerelles vers d'autres spécialités

L'étudiant peut changer de spécialité après avis du comité pédagogique.

F – Indicateurs de suivi de la formation

- **-Evaluation :**

  En générale, 2 notes par module (un examen final + une note de TD)

- **-Progression :**

l'année M1 est validée si l'étudiant a obtenu une moyenne supérieure ou égale à 10/20 au S1 et S2 séparément. L'étudiant ne peut séjourner pendant plus de 03 années dans le cycle Master.

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

30 étudiants

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
Djamel Ahmed CHACHA	DES en mathématiques	DE	Pr.de l'Univ	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mohamed said SAID	DES en mathématiques	DE	MCA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Ahmed CHENIGUEL	DES en mathématiques	DE	MCA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Amara GUERFI	DES en mathématiques	DE	MCA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mabrouk MEFLAH	DES en mathématiques	D	MCA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Smail MERABET	DES en mathématiques	D	MCA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mustapha ACILA	DES en mathématiques	PHD	MCB	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mohamed amine BAHAYOU	DES en mathématiques	D	MCB	Cours,TD, encadrement de mémoire	
AbdAllah BENSAYAH	DES en mathématiques	D	MCB	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Hacene BENNOUR	DES en mathématiques	D	MCB	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Abd elrazak GHAZEL	DES en mathématiques	D	MCB	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Elhachmi DADDI OUAISSA	DES en mathématiques	D	MCB	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Abd elkader AMARA	DES en mathématiques	MAG	MAA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mohamed elahadi MEZABIA	DES en mathématiques	MAG	MAA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mohamed AKTI	DES en mathématiques	MAG	MAA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Ibrahim TALLAB	DES en mathématiques	MAG	MAA	Cours,TD, encadrement de mémoire	
Mohamed KOUIDRI	DES en mathématiques	MAG	MAA	Cours,TD, encadrement de mémoire	

*** = 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

*** = 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
1	P. C	30	-
2	Imprimantes	04	Laser
3	Scanners	01	-
4	Data Show	01	-
5	Photocopieuses	02	Occasions
6	Tel/fax	1	-

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: Djamal Ahmed CHACHA
N° Agrément du laboratoire : N° 457 du 16 mars 2011
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 :

- Connexion Internet (salle à 30 postes)
- 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	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1 (Obligatoire)									
Compléments d'Analyse Fonctionnelle -(CAF)-	67H30	3H	1H30			3	6	Continu(40%)	Examen(60%)
Théorie des distributions -(ThD)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu(40%)	Examen(60%)
UEF2 (Obligatoire)									
Equations Différentielles Ordinaires -(EDO)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu(40%)	Examen(60%)
UEF3 (Obligatoire)									
Méthode des éléments finis 1 -(MEF1)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu(40%)	Examen(60%)
UE méthodologie									
UEM1 (Obligatoire)									
Analyse numérique -(AN)-	67H30	3H	1H30			3	6	Continu(40%)	Examen(60%)
Programmation Matlab/Scilab -(PMS)-	37H30			2H30		2	3	Continu(100%)	/
UE découverte									
UED1 (Obligatoire)									
Informatique1 -(Inf1)-	45H	1H30		1H30		2	2	Continu(100%)	/
UE transversales									
UET1 (Obligatoire)									
Anglais 1 -(Ang1)-	22H30	1H30				1	1	/	Examen(100%)
Total Semestre 1	375H	13H30	7H30	4H		17	**30**		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coef.	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1 (Obligatoire)									
Analyse numérique matricielle -(ANM)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu (40%)	Examen (60%)
UEF2 (Obligatoire)									
Analyse asymptotique -(AA)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu (40%)	Examen (60%)
UEF3 (Obligatoire)									
Méthode des éléments finis 2 -(MEF2)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu (40%)	Examen (60%)
UEF4 (Obligatoire)									
Espaces de Sobolev et applications -(ESA)-	67H30	3H	1H30			3	6	Continu (40%)	Examen (60%)
UE méthodologie									
UEM1 (Obligatoire)									
Free Fem ++ -(FF)-	60H	1H30		02H30		3	5	Continu (100%)	/
UEM2 (Obligatoire)									
Mécanique des milieux continus -(MMC)-	45H	1H30	1H30			2	4	Continu (40%)	Examen (60%)
UE découverte									
UED1(Obligatoire)									
Calcul formel -(CF)-	45H	1H30		1H30		2	2	Continu (100%)	/
UE transversales									
UET1 (Obligatoire)									
Anglais 2 -(Ang2)	22H30	1H30				1	1	/	Examen (100%)
Total Semestre 2	375H	13H30	7H30	4H		17	**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									
UEF1(Obligatoire)									
Homogénéisation -(Homo)-	45H	1H30	1H30			02	04	Continu (40%)	Examen (60%)
Optimisation et algorithmique -(OA)-	45H	1H30	1H30			02	04	Continu (40%)	Examen (60%)
UEF2(Obligatoire)									
Approximation numérique des problèmes variationnels non linéaires -(ANPVNL)-	45H	1H30	1H30			02	04	Continu (40%)	Examen (60%)
UEF3(Obligatoire)									
Estimation d'erreur a posteriori -(EEP)-	67H30	1H30	1H30	1H30		03	06	Continu (40%)	Examen (60%)
UE méthodologie									
UEM1(Obligatoire)									
Géométrie différentielle et élasticité -(GDE)-	45H	1H30	1H30			02	04	Continu (40%)	Examen (60%)
Modélisation asymptotique des plaques minces -(MAPM)-	60H	2H30	1H30			03	05	Continu (40%)	Examen (60%)
UE découverte									
UED1(Obligatoire)									
Recherche scientifique et méthodes rédactionnelles -(RSMR)-	45H	1H30	1H30			02	02	Continu (100%)	/
UE transversales									
UET1(Obligatoire)									
Déontologie et éthique -(DE)-	22H30	1H30				01	01	/	Examen (1000%)
Total Semestre 3	375H	13H	10H30	1H30		17	**30**		

4- Semestre 4

Domaine: Mathématiques & informatique (MI)
Filière: Mathématiques
Spécialité: Modélisation et Analyse Numérique

Stage en laboratoire de recherche (laboratoire de mathématiques appliquées) sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	352H30	15	25
Stage en entreprise			
Séminaires	22H30	2	5
Autre (préciser)			
Total Semestre 4	375H	17	30

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	315H	150H	45H	45H	555H
TD	270H	90H	22H30	00H	382H30
TP	22H30	75H	45H	00H	142H30
Travail personnel	352H30	22H30	00	00H	375H
Autre (préciser)					
Total					
Crédits	79	32	6	3	**120**
% en crédits pour chaque UE	%66	%26,5	%5	%2,5	

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UEF1 -
Intitulé de la matière : Compléments d'analyse fonctionnelle
Crédits : 6
Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Ce module donne un rappel de topologie générale et les résultats les plus importants de l'analyse fonctionnelle.

Connaissances préalables recommandées

- Analyse fonctionnelle de base : Analyse réelle, topologie élémentaire, espaces de fonctions continues, intégrables…

Contenu de la matière :

1ère Partie : (Complément de topologie générale)

- Espace topologique (Ouvert, fermé, voisinage….).
- Espace métrique et espace vectoriel normé – Exemples de certains espaces métriques (Espaces de fonctions….).
- Espaces complet-complétion de certains espaces.
- Espace séparable-ensembles compacts.
- Espace des fonctions continues sur un compact (Généralité, théorème de Stone-Weierstrass, théorème d'Ascoli,…).

2ère Partie : (Rappel des résultats généraux d'analyse fonctionnelle)

- Théorème de Hahn-Banach et ses corollaires.
- Théorème de Banach-Steinhaus et théorème du Graphe fermé.
- Opérateurs non-bornés - Espaces duals et opérateurs adjoints.
- Topologie faible (Convergence faible….).

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- G. Choquet, Cours d'analyse. Topologie, Masson 1964.
- H. Brésis, Analyse fonctionnelle et applications, Dunod 1999.
- L. Lusternik, V. Sobolev, Précis d'analyse fonctionnelle, Edition MIR 1989 (Traduction Française).
- V.Trénoguine, Analyse fonctionnelle, Edition MIR 1985 (Traduction Française).

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UEF1 -
Intitulé de la matière : Théorie des Distributions
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement *C*e module donne les notions de base de la théorie des distributions ainsi que leurs propriétés les plus fondamentales. Reconnaître et classifier les équations aux dérivées partielles.
Etudier les méthodes de résolution (analytiques – variationnelles).

Connaissances préalables recommandées
- *E*spaces de fonctions continues, des fonctions dérivables, et les différents types de convergences de suites de fonctions.
- Transformation de Fourier.

Contenu du module :

1ère partie - Fonctions-test et Distributions

- Définitions et propriétés

2ère partie - Distributions tempérées et Transformation de Fourier

- L'espace $S(R^n)$ des fonctions à décroissance rapide.
- L'espace $S'(R^n)$ des distributions tempérées.
- Transformation de Fourier sur $S(R^n)$ et sur $S'(R^n)$.

3ème partie - Equations aux dérivées partielles
- Introduction et définitions
- Classification des EDP
- Conditions aux limites et initiales
- Exemples classiques

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- L.Schwartz, Théorie des distributions. Hermann, 1966, Paris.
- L.Schwartz, Méthodes mathématiques pour les sciences physiques. Hermann.
- C. Zuily, Eléments de distributions et équations aux dérivées partielles. Dunod, 2002.
- R.S. Pathak, A cours in distribution theory and applications. Alpha Science International Ltd, 2001.
- F.Hirsch – G.Lacombe, Eléments d'analyse fonctionnelle. Dunod, 1997.
- L. C. Evans, « Partial Differential Equations », American Mathematical Society, Providence, 1988.
- H. Reinhard, "Equations aux dérivées partielles – fondement et applications", Dunod Université, Paris (1987).

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UEF2
Intitulé de la matière : Equations Différentielles Ordinaires
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement
Ce cours rappelle quelques notions déjà vues au premier cycle universitaire et prépare les étudiants aux autres cours sur les équations et systèmes différentiels non linéaires et équations aux différences.

Connaissances préalables recommandées

- Calcul différentiel, espaces métriques, géométrie élémentaire.

Contenu du module :

- Equations différentielles. Résultats fondamentaux.
    - Définitions. Solutions maximales et globales
    - Problème de Cauchy
    - Déterminisme
    - Equations différentielles d'ordre supérieur à un.
- Systèmes différentiels linéaires
    - Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants
    - Systèmes différentiels linéaires non homogène
    - Systèmes autonomes et espaces de phases
    - Classification des systèmes linéaires à coefficients constants
    - Systèmes différentiels à coefficients non constants
- Stabilité des solutions
- Equations différentielles dépendant d'un paramètre. Méthode des petites Perturbations

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références :

- Jean Pierre Demailly : Analyse numérique et équations différentielles, EDP Sciences.
- John Hubbard : Equations différentielles et systèmes différentielles, Cassini.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UEF3
Intitulé de la matière : Méthode des éléments finis 1
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement *C*e module donne les notions de base de la méthode des éléments fins et l'approximation variationnelle ainsi que leurs propriétés les plus fondamentales. Etudier la méthode de résolution variationnelle-numérique.

Connaissances préalables recommandées
Les espaces L^p
Les espaces de Hilbert
Théorème de représentation de Reisz
Méthodes de résolution des systèmes linéaires

Contenu de la matière :
- Théorème de Lax-Milgram
- Espaces de Sobolev en dimension une
- Le théorème de Banach-Necas-Babuska
- La méthode de Galerkine
- Espaces polynomiaux
- Erreur d'interpolation
- Estimation d'erreur a priori

Mode d'évaluation : Examen final **(60%)** + note de travail personnel **(40%)**
Références

- Mark S. Gockenbach, "Understanding and Implementing the Finite Element Method", SIAM, 2006.
- S. C. Brenner & L. R. Scott, "The Mathematical Theory of Finite Element Methods ", Text in Applied Mathematics, N°15, Springer.
- Claes Johnson, "Numerical solution of partial differential equations by the finite element method", CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, 1987.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Analyse numérique
Crédits : 6
Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement Donner un complément sur les éléments essentiels de l'application de la projection orthogonale, les polynômes orthogonaux et l'approximation par les fonctions splines en analyse numérique. Aussi, donner l'essentiel sur les différences finies et les transformées de Fourier rapides et leur applications en échantillonnage.

Connaissances préalables recommandées
- Analyse numérique de la licence

Contenu du module :

- Projection hilbertienne. Premières applications : projection sur un convexe et caractérisation, moindres carrés et polynômes orthogonaux, exemples de problèmes variationnels, indications sur les fonctions splines

- Discrétisation de problèmes aux limites par différences finies : cas stationnaire 1D.

- Schémas aux différences finies pour l'équation de la chaleur et pour l'équation d'advection. Indications sur l'analyse de ces schémas : consistance, stabilité et convergence.

- Séries de Fourier et applications : rappels sur la transformée de Fourier, cas discret, brèves indications sur l'échantillonnage, les liens entre filtrage et convolution et la FFT.

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- *John C. Strikwerda, " Finite Difference Scheme and Partial Differential Equations", SIAM, 2004.*
- *C. Gasquet & P. Witomski, « Analyse de Fourier et Applications », Masson, 1995.*
- *M. Sibony & J.-CL. Mardon, « Approximations et équations différentielles », Hermann.*
- *M. Schatzman, « Analyse Numérique. Une approche mathématique », Dunod.*

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UEM1 – Analyse numérique et programmation
Intitulé de la matière : Programmation Matlab/Scilab
Crédits : 3
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement Donner les outils de base en programmation sous Matlab/Scilab afin de permettre aux étudiants d'écrire des programmes et d'utiliser l'environnement Matlab/Scilab afin de résoudre quelques problèmes.

Connaissances préalables recommandées : Informatique de base

Contenu du module :

- Introduction : Environnement Matlab
- Scripts, variables, opérations et matrices
- Graphiques et programmation.
- **Equation de Poisson (EF + DF)**
- **Equation de la chaleur (EF + DF)**
- **Equation de Stokes**

Mode d'évaluation: continue (100%)

Références

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UED1
Intitulé de la matière : Informatique1
Crédits : 2
Coefficients : 2

bjectifs de l'enseignement la composition typographique bien adapté à la rédaction de textes techniques et scientifiques de haute qualité (rapports, livres, transparents, posters). Former les étudiants à l'écriture de documents scientifiques à l'aide du logiciel LATEX (norme actuelle dans la rédaction de documents mathématiques)

Connaissances préalables recommandées : Informatique de base

Contenu du module :

- Latex comme logiciel de traitement de texte.
- Les équations mathématiques.
- Dessin et figures. Les présentations.

Mode d'évaluation: Continue (100%)

Références

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S1
Intitulé de l'UE : UET1
Intitulé de la matière : Anglais 1
Crédits : 1
Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement Le but de cette unité d'enseignement est double : il doit non seulement assurer pour les étudiants la faculté de tenir une conversation courante en langue anglaise, mais il doit aussi permettre aux étudiants de lire, comprendre et écrire des documents techniques dans le domaine des mathématiques en langue anglaise.

Connaissances préalables recommandées Anglais de base

Contenu du module :

- Préparation à la recherche : langue écrite
- Approche de documents scientifiques en compréhension écrite, lecture d'articles publiés, lecture de portions de thèses de doctorat en anglais ;
- Atelier d'écriture : l'abstract, l'article, la bibliographie ;
- La langue scientifique : style, grammaire, syntaxe.

Mode d'évaluation : Examen (100%)

Références

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S2
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Analyse numérique matricielle
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours concerne les méthodes de résolution des grands systèmes linéaires symétriques ou non obtenus après discrétisation d'équations aux dérivées partielles : méthodes de factorisation, méthodes de gradient et préconditionnement, méthodes de Krylov, problèmes de stockage des matrices creuses. Les aspects théoriques et pratiques seront abordés.

Connaissances préalables recommandées :

Modules :'analyse numérique1, analyse numérique2, optimisation1, optimisation2 de la licence ainsi que analyse numérique S1 du master.

Contenu du module :

1. Origine des problèmes traités
   1.1 Exemples de systèmes linéaires associés à la résolution numérique des EDP.
   1.2 Exemples de problèmes aux valeurs propres de matrices.
2. Méthodes directes et itératives de résolution des systèmes linéaires.
3. Méthodes directes et itératives de calcul des valeurs et vecteurs propres.
4. Problèmes rencontrés lors de la mise en œuvre sur ordinateur (stockage, temps de calcul).
5. Méthode du gradient conjugué : cas symétrique défini positif, puis généralisation. Espaces de Krylov et méthodes de projection. Préconditionnement. Mise en œuvre (représentation des matrices).

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- P.G. Ciarlet, Analyse numérique matricielle et optimisation, Masson 1983.
- Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri « Numerical Mathematics » TAM 37 Springer.
- SAAD, Iterative methods for sparse linear systems, SIAM (2003).
- C. BREZINSKI, Projection Methods for Systems of Equations, North Holland, 1997.
- C. T. KELLEY, *Iterative Methods for Solving Linear and Nonlinear Equations*, SIAM, 1995.
- C. BREZINSKI, M. REDIVO ZAGLIA, *Extrapolation Methods. Theory and Practice*, North-Holland, 1991.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S2
Intitulé de l'UE : UEF3
Intitulé de la matière : Analyse asymptotique
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Donner une base solide pour l'étude des problèmes de perturbations singulières et leurs applications en mécanique des milieux continus.

Connaissances préalables recommandées : modules d'analyse mathématiques de base

Contenu du module:

1. Introduction aux problèmes de perturbation singulière
    - Problèmes réguliers et singuliers
    - Méthodes d'approximations pour les problèmes de perturbation singulière
    - Applications

2. Structure de couche limite
3. Développements asymptotiques
    a. Fonction d'ordre. Ordre d'une fonction
    b. Suite asymptotique
    c. Développement asymptotique
    d. Méthode des échelles multiples
    e. Applications
4. Méthode des approximations successives complémentaires
    a. Méthode des développements asymptotiques raccordés
    b. Raccord intermédiaire
    c. Le principe du raccord asymptotique
    d. Applications

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- J. Sanchez-Palencia and E. Sanchez-Palencia, « Introduction aux méthodes asymptotiques et à l'homogénéisation », Masson, Paris 1992.
- J. Couteix et J. Mauss, «Analyse asymptotique et couche limite », Springer
- J. Kevorkian, J.D. Cole, "Multiple Scale and Singular Perturbation Methods", Springer
- F. Verhulst, "Methods and Application of Singular Perturbations. Boundary Layers and Multiple Timescale Dynamics", Texts in Applied Mathematics (50), Springer.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S2
Intitulé de l'UE : UEF2
Intitulé de la matière : Méthode des éléments finis 2
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement *C*e module donne les notions de base de la méthode des éléments fins et l'approximation variationnelle ainsi que leurs propriétés les plus fondamentales pour les EDP.

Connaissances préalables recommandées

Formulation variationnelle.
Problèmes bien posés
Méthode Galerkin

Contenu de la matière :

- Exemples des éléments finis en dimension deux
- Maillages (ou triangulations)
- Approximation par éléments finis de quelques problèmes elliptiques

Mode d'évaluation : Examen final **(60%)** + note de travail personnel **(40%)**

Références

- J-L. Guermond A. Ern. Eléments finis : théorie, applications, mise en oeuvre. Springer, 2001.
- Mark S. Gockenbach, "Understanding and Implementing the Finite Element Method", SIAM, 2006.
- S. C. Brenner & L. R. Scott, "The Mathematical Theory of Finite Element Methods ", Text in Applied Mathematics, N°15, Springer.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre : S2
Intitulé de l'UE : UEF4
Intitulé de la matière : Espaces de Sobolev et applications
Crédits : 6
Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement Dans *c*e module on étudie des espaces de Sobolev et leurs propriétés fondamentales. On donne aussi quelques formulations variationnelles de quelques problèmes aux limites.

Connaissances préalables recommandées

-Théorie de la mesure et de l'intégration : *E*spaces de fonctions continues, intégrables…
-Théorie des distributions – Transformation de Fourier..

Contenu du module :

1ère Partie :

-Rappel des propriétés fondamentales des espaces $L^p(\Omega)$ (Ω est un ouvert de R^n).

-Définitions et propriétés fondamentales des espaces de Sobolev $H^m(\Omega)$, $W^{m,p}(\Omega)$ (où Ω est un ouvert régulier de R^n).

-Définition et propriétés fondamentales des espaces de Sobolev $H^s(R^n)$.

2ère Partie : (Formulation Variationnelle de quelques problèmes aux limites)

- Formulation Variationnelle de problèmes aux limites Elliptiques (solution faible, régularité des solutions faibles, principe du maximum, fonctions propres et décomposition spectrale..).

- Formulation Variationnelle de problèmes aux limites Hyperboliques (propriétés des solutions de l'équation des ondes, solution faible du problème de Cauchy, régularité).

-Problème aux limites Paraboliques (propriétés des solutions de l'équation de la chaleur, problème de Cauchy associé et problèmes mixtes, solution faible et régularité..).

Mode d'évaluation : Examen final (60%)+ note de travail personnel (40%)

Références:

-R.Adams, Sobolev spaces Academic Press, 1975.

-Haim Brezis, Analyse fonctionnelle, Dunod 1999.

-V.Mikhailov, Equation aux dérivées partielles, Edition Mir 1980 (Traduction Française).

Yu.v.Egorov- M.A.Shubin, Foundations of the classical theory of partial differential equations, Springer-Verlag, 1998.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique

Semestre *:* S2

Intitulé de l'UE : UEM1

Intitulé de la matière : Free Fem ++

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Donner les outils informatiques pour la simulation numérique en milieu industriel.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu du module :

I. Description de Free fem ++,
II. Structure générale du programme
III. Exemples de programmes en élasticité et mécanique des fluides

Mode d'évaluation : 100% continu

Références

- **Freefem++.org**

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S2
Intitulé de l'UE : UEM2
Intitulé de la matière : Mécanique des milieux continus
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement S'initier à la mécanique des milieux continus dans un cadre mathématiquement rigoureux. Utiliser les théorèmes fondamentaux du calcul pour retrouver les principales équations de conservation en ingénierie.

Connaissances préalables recommandées : Calcul différentiel et intégral, théorie du champ, algèbre multilinéaire.

Contenu du module :

I. Algèbre et analyse tensorielles
II. Equations de conservation
   - Cinématique des milieux continus
   - Lois de conservation
     - Conservation de la masse
     - Etude mathématique d'une loi de conservation générale
     - Conservation de la quantité de mouvement et tenseur des contraintes
     - Conservation de l'énergie
   - Applications
     - Equations de l'élasticité linéaire
     - Introduction à la mécanique des fluides

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- J. G. Simmonds, "A brief on tensor analysis", Undergraduate text in mathematics. Springer-Verlag, New-York, 1982.
- J. Garrigues, « Mécanique des milieux continus », http ://jgarrigues.perso.centrale-marseille.fr/mmc.pdf, 2002.
- G. Duvault, « Mécanique des milieux continus », Collection mathématique pour la maîtrise. Masson, Paris, 1990.
- Miranville et R. Temam, "Modélisation mathématique et mécanique des milieux continus", Springer, 2002.
- P. GERMAIN, « Introduction à la mécanique des milieux continus »
- J. OBALA, « Exercices et problèmes de mécanique des milieux continus » , Masson.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique

Semestre *:* S2

Intitulé de l'UE : UED1

Intitulé de la matière : calcul formel

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement Pour mieux répondre aux besoins de la modélisation et de l'analyse numérique, on propose un enseignement de quelques outils informatiques: les logiciels de calcul scientifique formel.

Connaissances préalables recommandées

Connaître l'environnement Windows ou Linux (système d'exploitation).

Contenu du module :

- Introduction à Maple/Mathematica
- Programmation et illustration d'algorithmes et applications à l'aide de ces logiciels.

Mode d'évaluation : 100% continue

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique

Semestre *:* S2

Intitulé de l'UE : UET1

Intitulé de la matière : Anglais 2

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement Le but de cette unité d'enseignement est double : il doit non seulement assurer pour les étudiants la faculté de tenir une conversation courante en langue anglaise, mais il doit aussi permettre aux étudiants de lire, comprendre et écrire des documents techniques dans le domaine des mathématiques en langue anglaise.

Connaissances préalables recommandées Sous forme de matières déjà décrites, et/ou d'un descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement.

Contenu du module :

- Préparation à la recherche : langue orale
- Prise de parole en public ;
- Compréhension de la langue lorsque les étudiants sont dans la situation d'écoute d'exposés scientifiques (séminaires, conférences) ;
- Expression orale et gestion d'un exposé scientifique lorsque les étudiants sont dans la situation de faire eux-mêmes cet exposé (séminaires, conférences).

Mode d'évaluation : 100% examen

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique

Semestre *:* S3

Intitulé de l'UE : UEF1

Intitulé de la matière : Homogénéisation

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Apprendre les méthodes mathématiques de la modélisation des matériaux hétérogènes, des structures, des milieux poreux.

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des milieux continues, espaces de Sobolev

Contenu du module :

1. Cas unidimensionnel.
2. Cas périodiques, méthodes d'échelles multiples.
3. Méthode de l'énergie.
4. H-convergence: définition, compacité par compensation, H-compacité.
5. Correcteurs, estimations d'erreur.
6. Convergence à deux échelles : application au cas périodique.
7. Problème de valeurs propres.
8. Applications de l'homogénéisation en élasticité et en mécanique des fluides.

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- T. Lewinski, J.J. Telega, "Plates, Laminates and Shells. Asymptotic Analysis and homogénéisation", Series on Advances in Mathematics for Applied Sciences, Vol. 52.
- J. Sanchez-Palencia and E. Sanchez-Palencia, « Introduction aux méthodes asymptotiques et à l'homogénéisation », Masson, Paris 1992.
- A. Bensoussan, J.-L. LIONS & G. PAPANICOLAOU "Asymptotic Analysis for Periodic Structures" Studies in Mathematics and its Applications Vol. 5, North-Holland 1978.
- D. Cioranescu & P Donato, « An Introduction to Homogenization », OXFORD LECTURE SERIES IN MATHEMATICS AND ITS APPLICATIONS 17, 2000.
- G.A. Pavliotis & A.M. Stuart, "Multiscale Methods Averaging and Homogenization",

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UEF1
Intitulé de la matière : Optimisation et algorithmique
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Reconnaître et modéliser un problème d'optimisation dans diverses situations.
- Choisir la bonne méthode pour le résoudre

Connaissances préalables recommandées : Algèbre linéaire de la licence

Contenu du module :

- Introduction et exemples
- Calcul différentiel en dimension finie ou infinie, pour écrire les problèmes de minimisation de fonctionnelle
- Notions de problèmes sans contrainte, avec contrainte
- Conditions nécessaires d'optimalité – Conditions suffisantes d'optimalité
- Multiplicateurs de Lagrange
  - Contraintes égalités - Contraintes inégalités
- Algorithmes classiques d'optimisation sans contraintes
  - Gradient – relaxation –méthode de Newton - gradient conjugué
- Algorithmes d'optimisation avec contraintes
- Le gradient avec projection - Pénalisation des contraintes - Algorithme d'Uzawa

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Référence

- P. G. Ciarlet: Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation Mathématiques Appliquées pour la maîtrise, Masson, 1982.
- Gregoire Allaire : Analyse numérique et optimisation : Une introduction à la modélisation mathématique et à la simulation numérique
- Jean-Baptiste Hiriart-Urruty : Optimisation et analyse convexe, 2009, EDP Sciences

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UEF2
Intitulé de la matière : Approximation numérique des problèmes variationnels non linéaires
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Permettre aux étudiants d'avoir les éléments essentiels dans l'approximation de quelques problèmes variationnelles et des inéquations variationnelles elliptiques et leur approximation. Aussi permettre aux étudiants d'utiliser ses outils afin d'étudier les problèmes de contact avec et sans frottement.

Connaissances préalables recommandées :

- Analyse Numérique 1 et 2 de la licence.
- Analyse Numérique du master (S1)

Contenu du module :

- Généralités sur les inéquations variationnelles elliptiques (I.V.E.) et leur approximation
  - Introduction
  - Existence et unicité des I.V.E. du 1ère espèce.
  - Existence et unicité des I.V.E. du 2ère espèce.
  - Approximation interne des I.V.E. du 1ère espèce.
  - Approximation interne des I.V.E. du 2ère espèce.
  - Solution de pénalité pour les I.V.E. du 1ère espèce.

- Quelques exemples d' I.V.E. du 2ère ordre.

  - Exemple1 : Le problème de l'obstacle (I.V.E. du 1ère espèce)
  - Exemple2 : Torsion élasto-plastique (I.V.E. du 1ère espèce)
  - Exemple3 : Problème de Signorini simplifié (I.V.E. du 1ère espèce)
  - Exemple4 : Problème de frottement simplifié (I.V.E. du 2ère espèce)
  - Exemple5 : Ecoulement d'un fluide plastique visqueux dans une pipe
- Approximation des inéquations variationnelles paraboliques (I.V.P.)
  - Introduction
  - Schémas numériques pour les équations paraboliques linéaires
  - Approximation des I.V.P. du 1ère espèce.
  - Approximation des I.V.P. du 2ère espèce.
  - Exemple : Ecoulement d'un fluide de Bingham dans une pipe cylindrique dépendant du temps.
- Applications des méthodes des I.V.E. à la solution de quelques équations non linéaires elliptiques.

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- R. Glowinski, « Numerical Methods for Nonlinear Variational Problems », Springer
- J. M. Ortega & W. C. Rheinboldt, "Iterative solution of nonlinear equations in several variables", SIAM (30).
- M. Sibony, « Analyse Numérique III, Itérations et approximations », Hermann

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UEF3
Intitulé de la matière : Estimation d'erreur a posteriori
Crédits : 6
Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement *C*e module donne les notions de base de la l'estimation a posteriori pour les EDP.

Connaissances préalables recommandées

Maillage
Approximations par éléments finis de quelques problèmes modèles
Estimation d'erreur a priori.
La théorie d'interpolation

Contenu de la matière : Outils pour l'analyse a posteriori
- Inégalités inverses
- Fonctions de bulles

Estimation d'erreur a posteriori pour quelques exemples modèles
- Le Laplacien
- Le problème de Stokes
- Le problème d'obstacle
- Le bi-Laplacien
- TP Free fem++ adaptation de maillage

Mode d'évaluation : Examen final **(60%)** + note de travail personnel **(40%)**

Références

- J-L. Guermond A. Ern. Eléments finis : théorie, applications, mise en oeuvre. Springer, 2001.
- I. Babuska. Error-bounds for finite element method. Numer. Math Springer-Verlag, 16 :322–333, 1971..
- S. C. Brenner & L. R. Scott, "The Mathematical Theory of Finite Element Methods ", Text in Applied Mathematics, N°15, Springer.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Géométrie différentielle et élasticité
Crédits : 4
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Appliquer les techniques de l'analyse asymptotique acquis en S2 et la géométrie différentielle des surfaces afin de modéliser les coques élastiques minces..

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des milieux continues, espaces de Sobolev

Contenu du module :

1. Géométrie différentielle tridimensionnelle
2. Géométrie différentielle des surfaces
3. Applications à l'élasticité tridimensionnelle en coordonnées curvilignes
4. Applications à la théorie des coques

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- P. G. Ciarlet « AN INTRODUCTION TO DIFFERENTIAL GEOMETRY WITH APPLICATIONS TO ELASTICITY », Springer, 2005.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UEM1
Intitulé de la matière : Modélisation asymptotique des plaques minces
Crédits : 5
Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : Appliquer les techniques de l'analyse asymptotique acquis en S2 pour modéliser les plaques élastiques minces..

Connaissances préalables recommandées :

Mécanique des milieux continues, espaces de Sobolev

Contenu du module :

5. Equations de l'élasticité linéaire
6. Analyse asymptotique des plaques minces 3D vers 2D
7. Cas des plaques de Von Karman
8. Etude du problème de valeur propre
9. Analyse de l'erreur

Mode d'évaluation : Examen final (60%) + note de travail personnel (40%)

Références

- P. G. Ciarlet: MATHEMATICAL ELASTICITY, VOLUME II: THEORY OF PLATES North-Holland 1997.
- P. Destuynder, M. Salaun : Mathematical Analysis of Thin Plate Models, Mathematiques & Applications 24, 1996, Springer

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UED1
Intitulé de la matière : Recherche scientifique et méthodes rédactionnelles
Crédits : 2
Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'objectif est d'apprendre à rédiger des rapports scientifiques (exposés, mémoires, rapport technique) et de maitriser la façon de faire une recherche bibliographique. Ainsi l'étudiant va connaitre comment citer les références utilisées dans son travail.

.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Types de documents dans le domaine : mémoire, rapport, rapport technique
- Récolte des ressources bibliographiques : crédibilité et qualité des ressources
- Tri et filtrage des documents
- Contenu des différentes parties du document (introduction, sections, conclusion, résumé, etc.)
- Méthodes d'établissement du plan de document (mémoire/exposé)
- Développement d'idées dans le document
- Illustrations et leurs discussions
- Citation des ressources

Mode d'évaluation : 100% continu.

Références

- G. Kotsis, How to write a Technical Report, Johannes Kepler University Linz, http://www.tk.uni-linz.ac.at/download/da_guidelines.pdf, 2006.
- H. F. Ebel, C. Bliefert, and W. E. Russey, editors. The Art of Scientific Writing : From Student Reports to Professional Publications in Chemistry and Related Fields., Wiley-VCH, 2004.
- V. Johansson, Writing Technical Reports, http://etjanst.hb.se/ih/pb/huvud/Writingtechnicalreports.pdf, 2002
- Blicq, Ron S. Technically-Write! Communicating in a Technological Era. Scarborough: Prentice-Hall, 1987.

Intitulé du Master : Modélisation et Analyse Numérique
Semestre *:* S3
Intitulé de l'UE : UET1
Intitulé de la matière : Déontologie et éthique
Crédits : 1
Coefficients : 1
Objectifs de l'enseignement
Informer et sensibiliser l'étudiant du risque de la corruption, le pousser à contribuer dans la lutte contre la corruption.
.
Connaissances préalables recommandées.

Contenu de la matière :

1. concept de la corruption
2. les types de corruption
3. les manifestations de la corruption administrative et financière
4. les raisons de la corruption administrative et financière
5. Les effets de la corruption administrative et financière
6. La lutte contre la corruption par les organismes et les organisations locales et internationales
7. Les lignes de bonne conduite et méthodes de lutte contre le phénomène de la corruption
8. Quelques modèles des expériences de certains pays dans la lutte contre la corruption

Mode d'évaluation : 100% examen

Références bibliographiques : Documents d'actualité.