

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

Libellé de l'UE : Fondamentales 1
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 1

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 67h30 TD : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE 1: Fondamentales crédits : 10 Matière 1 : Calcul différentiel dans les EVN Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 2 : Espaces vectoriels topologiques Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Fondamentales 2
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 1

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE 2: Fondamentales crédits : 8 Matière 1 : Géométrie Riemannienne Crédits : 4 Coefficient : 2 Matière 2 : Analyse convexe Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen; rattrapage.

Libellé de l'UE : Méthodologie
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 1

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : 45h00 TP : 15h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : méthodologie crédits : 9 Matière 1 : Calcul scientifique 1 Crédits : 5 Coefficient : 3 Matière 2 : Recherche Opérationnelle 1 Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Découverte
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 1

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30 TD : 22h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : découverte crédits : 2 Matière 1 : Probabilité 2 Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Transversales
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 1

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : transversales crédits : 1 Matière 1 : Anglais scientifique 1 Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation	Examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Fondamentales 1
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 2

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 67h30 TD : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE 1: Fondamentales crédits : 10 Matière 1 : Théorie des opérateurs différentiels Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 2 : Théorie des distributions Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Fondamentales 2
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 2

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE 2: Fondamentales crédits : 8 Matière 1 : Théorie spectrale Crédits : 4 Coefficient : 2 Matière 2 : Mécanique des milieux continus Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen; rattrapage.

Libellé de l'UE : Méthodologie
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 2

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : 45h00 TP : 15h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : méthodologie crédits : 9 Matière 1 : Calcul scientifique 2 Crédits : 5 Coefficient : 3 Matière 2 : Optimisation Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Découverte
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 2

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30 TD : 22h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : découverte crédits : 2 Matière 1 : Statistique inférentielle Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Transversales
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 2

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : découverte crédits : 1 Matière 1 : Management des systèmes d'information Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation	Examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Fondamentales 1
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 3

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 67h30 TD : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE 1: Fondamentales crédits : 10 Matière 1 : Matière optionnelle 1 Crédits : 6 Coefficient : 3 Matière 2 : Matière optionnelle 2 Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Fondamentales 2
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 3

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE 2: Fondamentales crédits : 8 Matière 1 : Analyse harmonique Crédits : 4 Coefficient : 2 Matière 2 : Théorie du contrôle optimal Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Méthodologie
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 3

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 45h00 TD : 45h00 TP : 15h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : méthodologie crédits : 9 Matière 1 : Calcul scientifique 3 Crédits : 5 Coefficient : 3 Matière 2 : Recherche opérationnelle 2 Crédits : 4 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Contrôles continus et examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Découverte
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 3

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	TP : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : découverte crédits : 2 Matière 1 : Logiciels Mathématiques Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Travail personnel ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Transversales
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 3

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : transversales crédits : 1 Matière 1 : Déontologie de la recherche et rédaction scientifique Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation	Examen ; rattrapage.

Libellé de l'UE : Fondamentales
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématique et Applications.
Semestre : 3

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Travail personnel : 307h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Fondamentales crédits : 27 Matière 1 : Mémoire Crédits : 27 Coefficient : 7
Mode d'évaluation	Soutenance devant un jury

Libellé de l'UE : Découverte
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 4

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	TP : 45h00
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : Méthodologie crédits : 2 Matière 1 : Outils informatiques de rédaction scientifique - LATEX Crédits : 2 Coefficient : 2
Mode d'évaluation	Travail personnel en liaison avec le mémoire.

Libellé de l'UE : Transversales
Filière : Mathématiques
Spécialité : Analyse Mathématiques et Applications.
Semestre : 4

Répartition du volume horaire global de l'UE et de ses matières	Cours : 22h30
Crédits et coefficients affectés à l'UE et à ses matières	UE : transversales crédits : 1 Matière 1 : Anglais scientifique 2 Crédits : 1 Coefficient : 1
Mode d'évaluation	Travail personnel en liaison avec le mémoire.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Calcul Différentiel dans les EVN

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement A l'issue de ce semestre l'étudiant sera capable de faire du calcul différentiel dans des espaces normés comme il a déjà vu dans R^n . Il devra maîtriser les théorèmes des accroissements finis, d'inversion locale et des fonctions implicites, et il aura appris à faire du calcul variationnel élémentaire sur les evn

Connaissances préalables recommandées

Analyse 3, Analyse 4, Topologie et espaces vectoriels normés.

Contenu de la matière :

0- Rappel sur la topologie et les espaces vectoriel normé

1- Applications différentiables

1-1- Définitions et propriétés.

1-2- Différentiabilité pour les fonctions à valeurs dans un espace produit

1-3- Différentiabilité pour les fonctions définies sur un espace produit

2- Théorème des accroissements finis.

2-1- Théorème principale.

2-1- Applications

3- Inversion locale et théorème des fonctions implicites

3-1- Difféomorphisme de classe C^1 .

3-2- Théorème d'inversion locale.

3-3- Théorème des fonctions implicites

4- Dérivées d'ordre supérieur

4-1- Définitions et propriétés générales

4-2- Formule de Taylor.

5- Maxima et minima relatifs.

5-1- Condition nécessaire pour un minimum relatif.

5-2- Condition du second ordre pour un minimum relatif.

5-3- Condition suffisante pour un minimum relatif strict.

Mode d'évaluation :Contrôles continus + examen ; rattrapage.....

Références

Henri Cartan : Cours de calcul différentielles

J Lelong Ferrand, J-M Arnaudié : Analyse. Tome 2.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Espaces vectoriels topologiques

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement Apprendre à l'étudiant les notions de base sur les espaces vectoriels topologiques notamment les ELC, les Fréchet et les espaces limite inductive et à bien manier les formes linéaires continue sur de tels espaces.

Connaissances préalables recommandées

Topologie, espaces vectoriels normés.

Contenu de la matière :

1- Espaces Topologiques.

1-1- *Définitions et propriétés*

1-2- *Suite et continuité.*

2- Espaces vectoriels topologiques.

2-1- *Définitions et propriétés.*

2-2- *Ensembles convexes, équilibrés et bornés.*

2-3- *Espaces complets*

2-3- *Semi-normes.*

3- Espaces localement convexes.

3-1- *Définitions et propriétés*

3-2- *Caractérisation par les semi-normes.*

3-3- *Espace de Frechet.*

3-4- *Espace limite inductives.*

4- Dualité et transposition.

4-1- *Définition du dual*

4-2- *Topologie faible et forte du dual*

4-3- *Transposée d'une application linéaire*

4-4- *Injection du dual.*

Mode d'évaluation :Contrôles continue+examen ; rattrapage.....

Références

F. Trèves topological vector spaces, distribution and kernels.

Vo-khac khoan : Distribution EDP et Analyse de Fourier.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Fondamentales 2

Intitulé de la matière : Géométrie Riemannienne

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Transposer le calcul différentiel classique sur les variétés.

Connaissances préalables recommandées : Géométrie différentielle (licence)

Contenu de la matière :

Chapitre I : Rappels autour de la notion de Variété Différentiable

- 1) Atlas et structure de variété différentiable
- 2) Applications différentiables entre deux variétés différentiables
- 3) sous variétés de \mathbb{R}^n
- 4) Espace vectoriel tangent
- 5) Espace fibré vectoriel Tangent et Champ de vecteurs
- 6) Application linéaire tangente
- 6) Groupe à un paramètre de Difféomorphismes.

Chapitre II : Notion de Champ de tenseurs

- 1) Notion de champ de Tenseurs de type $(0,k)$ et de type $(1,k)$
- 2) cas particulier des Champs de vecteurs
- 3) cas particulier des Champs de formes différentielles
- 4) Image réciproque d'un champ de tenseurs par un C^k -difféomorphisme.
- 2) Notion de Champ de tenseur métrique riemannien

Chapitre III : Notion de Variété Riemannienne

- 1) Connexion linéaire et connexion riemannienne
- 3) Géodésiques et Equations d'Euler-Lagrange
- 4) Courbure – Identité de Bianchi – Equations d'Einstein
- 5) Applications aux surfaces riemanniennes usuelles

Mode d'évaluation : *Contrôles continue+examen ; rattrapage*.....

Bibliographie :

- 1) R. Abraham and J. Marsden, Foundations of Mechanics , Benjamin, 1978 .
- 2) S. Kobayashi and K. Nomizu , Foundations of Differential Geometry. (1969)
- Interscience Publishers- John Wiley & Sons –

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Fondamentales 2

Intitulé de la matière : Analyse convexe

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Ce cours constitue une introduction à l'analyse convexe. Son objectif est de présenter les concepts et objets mathématiques fondamentaux à l'étude des problèmes de minimisation en analyse convexe.

Connaissances préalables recommandées : Programme de licence

Contenu de la matière :

1. Préliminaires

Notations et définitions élémentaires - Sous-espaces vectoriels - Sous-espaces affines - Sous-ensembles convexes - Enveloppes

2. Propriétés topologiques et séparation

Intérieurs relatifs - Séparation

3. Cônes

Définitions et propriétés élémentaires - Cônes polaires - Théorèmes de Farkas et de Gordan

4. Ensembles convexes, Séparation

Ensembles convexes associés à un convexe donné - Enveloppe convexe, enveloppe convexe fermée - Hyperplan d'appui, fonction d'appui - Théorèmes de séparation par un hyperplan affine - Projection sur un convexe fermé.

5. Fonctions convexes

Généralités - Fonctions convexes sci - Fermeture d'une fonction - Fonctions concaves

6. Calcul sous-différentiel

La transformation de Legendre-Fenchel – Définitions - Quelques propriétés et règles de calcul - Le sous-différentiel d'une fonction – Définitions - Quelques propriétés et règles de calcul

Mode d'évaluation : *Contrôles continus+examen ; rattrapage.....*

Références :

1. D. Azé, *Eléments d'Analyse Convexe et Variationnelle*, Ellipses, 1998.
2. M. Bergounioux, *Optimisation et Contrôle des Systèmes Linéaires*, Dunod, 2001.
3. Jean-Baptiste Hiriart-Urruty, *Optimisation et analyse convexe EXERCICES CORRIGÉS*, EDP sciences, DL 2009
4. J.-B. Hiriart-Urruty & C. Lemaréchal, *Convex Analysis and Minimization Algorithms, I and II*, Springer-Verlag, 1993.
5. R.T. Rockafellar, *Convex Analysis*, Princeton University Press, Princeton, 1970.
6. M. Willem, *Analyse Convexe et Optimisation (troisième édition)*, Editions Ciaco, Bruxelles, 1989.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Calcul Scientifique 1

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement *Apprendre à l'étudiant quelques méthodes numériques qui permettent de résoudre des problèmes de Cauchy avec condition initiale, et de savoir approximer une fonction arbitraire par des polynômes qui sont des fonctions faciles à évaluer numériquement.*

Connaissances préalables recommandées : Analyse numérique¹ et Analyse numérique², Equations différentielles, Analyse 1.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Approximations de fonctions

1. Approximation par moindres carrés.
2. Approximation trigonométrique.
3. Approximation par Splines-cubiques.
4. Polynômes orthogonaux.
5. Quadratures (Rectangle, Romberg, Gauss)
6. Applications aux problèmes : Climatologie, Finance, Biomécanique, Robotique,...

Chapitre 2 : Méthodes numériques à un pas.

1. Etude générale.
2. Méthodes d'Euler, Euler modifiée, Point milieu, Heun, Taylor d'ordre p, Runge-Kutta.

Chapitre 3 : Méthodes numériques à pas multiple :

1. Méthodes d'Adams-Bashforth.
2. Méthodes 'Adams-Moulton.
3. Méthodes de prédiction-correction.

Mode d'évaluation : *Contrôles continus, examen terminal, Examen de rattrapage, travail personnel.*

Références

1. **BAKHVALOV, N.** *Méthodes numériques.* Mir 1975.
2. **CIARLET, P.** *Introduction à l'analyse numérique.* 2^{ème} Ed. Masson, 1995.
3. **DEMAILLY, J-P.** *Analyse numérique et équations différentielles* Presses Universitaires de Grenoble, 1991.
4. **ROMBALDI, J-E.** *Problèmes d'analyse numérique* Masson, 1996.
5. **SCHATZMAN, M.** *Analyse numérique : cours et exercices* InterEditions, 1991.
6. **SIBONY, M. MARDON, J-C.** *Analyse numérique I-II-III.* Hermann, 1982-1988.
7. **NOUGIER, J- P.** *Méthodes de calcul numérique,* Edition Masson. 1985.
8. **JEDRZEJWSKI, F.** *Introduction aux méthodes numériques ,* Springer 2005.
9. **RAPPAZ, J, PICASSO, M.** *Introduction à l'analyse numérique,* Presses polytechniques et universitaires romandes, 1998.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Recherche Opérationnelle 1

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement Le cours présente quelques grandes familles de méthodes mathématiques d'aide à la décision. Ce sont les méthodes de base de la recherche opérationnelle.

Connaissances préalables recommandées : Optimisation 1.

Contenu de la matière :

1. Introduction :
 - 1.1 Préliminaires
 - 1.2 Position du problème, Définitions
 - 1.3 Modélisation
2. Programmation linéaire avancée
 - 2.1 La méthode des deux phases
 - 2.2 La méthode Big M
 - 2.3 Les problèmes particuliers de la programmation linéaire
 - 2.4 La dualité en programmation linéaire (Définitions, Théorème faible de la dualité, Théorème fort de la dualité, théorème des écarts complémentaires)
3. L'analyse post-optimale en programmation linéaire
4. L'analyse sensitive en programmation linéaire
5. Notions de base de la théorie des graphes
 - 5.1 Graphe partiel et sous-graphe
 - 5.2 Degrés
 - 5.3 Degré d'un sommet
 - 5.4 Degré d'un graphe
 - 5.5 Chaînes et cycles
 - 5.6 Graphes eulériens
 - 5.7 Graphes hamiltoniens
 - 5.8 Couplages
 - 5.9 Calcul d'un couplage maximum
 - 5.10 Graphes planaires
 - 5.11 Représentations non graphiques d'un graphe
 - 5.11.1 Matrice d'adjacences
 - 5.11.2 Listes d'adjacences
 - 5.12 Arbres

Mode d'évaluation : *Contrôles continus + examen ; rattrapage.....*

Références

1. Précis de recherche opérationnelle. R. Faure, B. Lemaire et C. Picouveau. 2000
2. Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle. J. F. Phélizon. 1998.
3. GB Dantzig. Applications et prolongements de la programmation linéaire. 1966

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Probabilité 2

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière vise à donner les notions de base sur les processus aléatoires et le calcul stochastique pour explorer les liens qui existent entre certains d'entre eux et la résolution ou le contrôle des edp(s).

Connaissances préalables recommandées

Bases du calcul des probabilités (probabilité 1), mesure et intégration version probabilisée et Transformations intégrales dans les L_p .

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Espérance conditionnelles, Martingales, temps d'arrêt.

Rappels sur les probabilités - loi forte des grands nombres – théorème central limite – vecteurs gaussiens - lois conditionnelles - Espérance conditionnelle □□ caractérisation de l'espérance conditionnelle - martingale, sous martingale, sur-martingale □□ théorème d'arrêt - convergence des martingales – applications.

Chapitre2 : Mouvement Brownien, intégrale de Wiener.

Processus aléatoires, processus indépendants à accroissements stationnaires, processus gaussiens, mouvement brownien, semi-martingales continues.

Chapitre 3 : Intégrale stochastique, Processus d'Itô.

Intégrale stochastique, formule d'Itô pour les semi-martingales et théorème de représentation de Girsanov.

Chapitre 4 : Equations différentielles stochastiques.

Introduction aux eds – processus de diffusion – formule de Feynman_Kac..

Chapitre 5 : Equations différentielles stochastiques aux dérivées partielles.

Introduction aux edps – Propriété de Markov forte - Représentation probabiliste de la solution du problème de Dirichlet.

Mode d'évaluation : *Contrôles continus + examen ; rattrapage.....*

Références:

- 1- D. Foata, A. Fuchs, Processus Stochastiques, Dunod, 2004
- 2- Karlyn,S and H. Taylor, A First Course in Stochastic Process, San Diego, 1975
- 3- Grimmett, C; Stirzaker, D, Probability and Random Process, Oxford University Press, third edition, Oxford, 2001
- 4- Ross, S. Introduction to Probability Models, Academic Press, seventh edition, San Diego, 2000.
- 5- Robert B. Ash, BASIC PROBABILITY THEORY, Dover Publications Inc, New York ,(2008)

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Anglais Scientifiques 1

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Approfondir les connaissances linguistiques en anglais scientifique et technique. Elle sera l'occasion pour les étudiants de se familiariser aux documents spécialisés de langue anglaise en mathématiques.

Des travaux de projets seront notamment réalisés en liaison avec les enseignements de spécialité

Contenu de la matière :

- Traduction et rédaction de textes mathématiques
- Expression orale - Lexique, Grammaire, Compréhension et Expression écrite et orale - travail de groupe.

Mode d'évaluation : *Examen ; rattrapage*.....

Références :

https://ensiwiki.ensimag.fr/index.php/Lexique_scientifique_fran%C3%A7ais-anglais

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Théorie des Opérateurs différentiels

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de ce module est d'apprendre à l'étudiant la théorie élémentaire des opérateurs différentiels linéaires et en particulier les opérateurs différentiels linéaires à coefficients constants. A l'issue du semestre l'étudiant pourra traiter le problème de Cauchy pour les opérateurs à coefficients constants.

Connaissances préalables recommandées

Calcul différentiel sur \mathbb{R}^n et géométrie différentielle élémentaire.

Contenu de la matière :

- 1- Généralités sur les opérateurs différentiels linéaires
 - 1-1- *Définitions diverses.*
 - 1-2- *Opérateur différentiel linéaire sur une variété*
 - 1-3- *Opérateurs à coefficients analytiques. Théorème de Cauchy-Kovalesky et Holmgren.*
- 2- Opérateurs différentiels Linéaires.
 - 2-1- *Etude d'un opérateur différentiel linéaire à coefficients constants par transformation de Fourier.*
 - 2-2- *Solutions élémentaires d'un opérateur différentiel à coefficients constants*
 - 2-3- *Caractérisation des opérateurs hyperbolique.*
 - 2-4- *Opérateurs paraboliques.*
- 3- Problème de Cauchy pour les opérateurs différentiels linéaires à coefficients constants
 - 3-1- *Problème de Cauchy et solutions élémentaires.*
 - 3-2- *Problème de Cauchy bien posé.*
 - 3-3- *Opérateurs paraboliques et faiblement paraboliques.*

Mode d'évaluation : *Contrôles continus + examen ; rattrapage.....*

Référence :

Analyse Mathématique ; Transformation, Sobolev et Opérateurs. R. Dautray, J.L.Lions.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Théorie des Distributions

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement A la fin du semestre l'étudiant doit connaître de manière satisfaisante les espaces fonctionnels fondamentaux et il doit maîtriser la notion de distribution ainsi que la transformation de Fourier.

Connaissances préalables recommandées

Analyse fonctionnelle 1 et calcul différentiel dans \mathbb{R}^n .

Contenu de la matière :

1- Produit convolutif et le produit tensoriel

5-1- *Produit de convolution*

5-2- *Produit tensoriel.*

5-3- *Partition de l'unité*

2- Espaces fondamentaux

1-1- *Espaces $L_{loc}^p(\Omega)$.*

1-2- *Espaces quotient.*

1-3- *Espace $E(\Omega)$*

3- Espace $D(\Omega)$.

3-1- *Multiplication et dérivation.*

3-2- *Régularisation et troncature.*

3-3- *Densité*

4- Distributions

4-1- *Définition et caractérisations.*

4-2- *Restriction et support des distributions*

4-3- *Multiplication et dérivation.*

4-4- *Produit tensoriel des distributions*

4-5- *Produit de convolutions des distributions*

5- Transformation de Fourier

5-1- *Espaces de Schwartz $S(\mathbb{R}^n)$.*

5-2- *Distributions tempérées.*

5-3- *Transformation de Fourier des fonctions.*

5-4- *Transformation de Fourier des distributions tempérées.*

Mode d'évaluation : *Contrôles continus + examen ; rattrapage.....*

Références :

Vo-Khac Khoan : Distribution, analyse de Fourier, opérateurs aux dérivées partielles.

Laurent Schwartz : Méthodes Mathématiques pour les Sciences physiques

F Treves : Topological vector spaces, distributions and kernels.

Dautray Lions ; J. L. Lions & Magenes : Analyse mathématiques et calcul numériques.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Fondamentales 2

Intitulé de la matière : Théorie spectrale

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Connaissance des notions de base de la théorie spectrale des opérateurs bornés et non bornés dans des espaces de Hilbert et Banach.

Connaissances préalables recommandées : Topologie générale, Espaces de Hilbert et Banach, Théorie des opérateurs linéaires et Analyse hilbertienne.

Contenu de la matière :

- 1) Rappels sur les opérateurs linéaires bornés dans des espaces de Hilbert. Théorie spectrale d'opérateurs linéaires bornés : Valeurs propres et régulières. Résolvante. Spectre, Spectre continu,...
- 2) Introduction à la théorie d'opérateurs non bornés : Opérateur fermé, Adjoint d'un opérateur, Opérateurs symétriques et auto-adjoints, Opérateurs à résolvante compacte, Opérateurs de Sturm-Liouville,....
- 3) Décomposition polaire et spectrale d'un opérateur auto-adjoint compact.

Mode d'évaluation : *Contrôles continus + examen ; rattrapage.....*

Référence :

- 1) G.Choquet. Cours d'Analyse, tom2 : Topologie, Masson, 1964.
- 2) A. Faisant : TP et TD de topologie générale, Hermann, 1977.
- 3) W.Hengartner, M. Lambert, C.Reischer.Introduction à l'analyse fonctionnelle. Université du Québec, 1981.
- 4) P. Lévy-Bruhl. Introduction à la théorie spectrale.Dunod.2003.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Fondamentales 2

Intitulé de la matière : Mécanique des milieux continus

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'objectif est de se familiariser dans un cadre mathématique avec les notions de mécanique des milieux continus, en particulier les lois de conservation en physique, la thermodynamique et surtout les principes fondamentaux qui font la différence entre la notion de point matériel et matière continue.

Connaissances préalables recommandées :

Calcul différentiel calcul intégral et géométrie différentielle de licence. Géométrie riemannienne de master S1.

Contenu de la matière :

1- Éléments de calcul tensoriel

Définitions – covariance - Changement de base – Produits - symbols - Formules d'intégration par partie : Formule de Green-Ostrogradski - Formule de Stokes - Systèmes de coordonnées curvilignes.

2- Hypothèse de continuité et variables d'études - la cinématique

Référentiels – Repères - Description Lagrangienne - Description Eulérienne - Dérivation temporelle - Trajectoire - Gradient de la transformation - tenseurs de déformation - Interprétation des composantes des tenseurs de déformations (lagrangien/eulérien).

3- Lois de conservation – la dynamique

Dérivée particulaire d'une intégrale de volume - Théorème de la divergence - Théorème de l'intégrale nulle - Expression générale d'une loi de conservation - Contraintes dans un domaine matériel - Loi fondamentale de la mécanique - Vecteur contrainte - Tenseur des contraintes - Equilibre dynamique - Propriétés du tenseur des contraintes.

4- Lois de Comportement des milieux continus

Bilan des Equations - Théorème de l'énergie cinétique - Thermodynamique des milieux continus - Premier Principe de la thermodynamique - Second Principe de la thermodynamique - Equation de la chaleur.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, rattrapage.....*

Références :

[1] François Sidoroff. Mécanique des milieux continus. Ecole d'ingénieur. Ecole Centrale de Lyon.1980, pp.166. <cel-00530377>. <https://cel.archives-ouvertes.fr/cel-00530377/document>

[2] L. Sedov. *Mécanique des milieux continus, Tome I*. Editions MIR, Moscou, 1973.

[3] P. Germain. *Cours de Mécanique des milieux continus*. Masson, 1973. tome 1.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Calcul Scientifique 2

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Le but de ce cours est de permettre à l'étudiant d'origine mathématique de voir comment appliquer les mathématiques à la mécanique des fluides.

Connaissances préalables recommandées :

Analyse numérique 2, Module optionnel de L3 d'analyse numérique.

Contenu de la matière :

Chapitre 1 : Rappel sur la méthode des différences-finis, Formulation de Taylor, Schéma explicite, Schéma de Cranck-Nicholson, Schéma implicite.

Chapitre 2 : Méthode des volumes-finis appliquée à la mécanique des fluides :

1 : Résolution de l'équation de conduction de chaleur (stable, instable) (1D, 2D, 3D).

2 : Résolution de l'équation de convection-diffusion (stable, instable) (1D, 2D, 3D).

3 : Résolution des équations de Navier-Stokes (stable, instable) (1D, 2D, 3D) :

- Algorithme SIMPLE.
- Algorithme SIMPLER.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen, rattrapage, travail personnel.....*

Référence :

1. **BACON, G.** Méthode des volumes-finis, 1994.
2. **PATANKAR, V.** Numerical heat transfer and fluid flow.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 1

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Optimisation

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Présenter des méthodes et des techniques récentes en programmation mathématique permettant de résoudre des problèmes difficiles d'optimisation globale.

Connaissances préalables recommandées : Maths générales, fonctions à plusieurs variables, notions élémentaires de la programmation mathématique.

Contenu de la matière :

1. Optimisation convexe

- 1.1 Hypothèses de convexité
- 1.2 Forme standard d'un problème convexe
- 1.3 Conditions d'optimalité globales dans le cas de contraintes de type inégalité
- 1.4 Conditions d'optimalité globales dans le cas de contraintes de type égalité
- 1.5 Conditions d'optimalité globales dans le cas de contraintes de type mixte

2. Dualité en optimisation convexe

- 2.1 Fonction duale
- 2.2 Théorème [Dualité faible]
- 2.3 Problème dual
- 2.4 Intérêt de la dualité
- 2.5 Interprétation géométrique des résultats de dualité

3. Relaxation lagrangienne

- 3.1 Dualité et lagrangien
- 3.2 Propriétés et calcul
- 3.3 Relaxation lagrangienne et programmation linéaire
- 3.4 Avantages de la relaxation lagrangienne et quelques applications

Mode d'évaluation : Contrôles continus+ examens; rattrapage.....

Références :

[1] L.S.Lasdon, Optimization Theory for Large Systems, Mc Millan,1970.

[2] G.L.Nemhauser, L.A.Wolsey, *Integer and Combinatorial Optimization John Wiley & Sons*, 1988.

[3] M.Minoux, Programmation mathématique : Théorie et algorithmes, Paris 1983.

[4] Stephen Boyd and Lieven Vandenberghe. Convex optimization. Cambridge University Press, 2004.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Statistique inférentielle

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

L'enseignement de cette matière vise à donner les notions de base de l'estimation statistique paramétrique, ponctuelle et par intervalles de confiance ainsi que les tests statistiques dans un cadre théorique et appliqué.

Connaissances préalables recommandées

Bases du calcul des probabilités (probabilité 1), mesure et intégration version probabilisée et Transformations intégrales dans les L_p .

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Lois fondamentales de l'échantillonnage

Rappels sur les lois de probabilités (normale, khi-deux – Student – Fisher-Snedecor – échantillonnage aléatoire – moyenne, variance et moments empiriques – statistique d'ordre – fonction de répartition empirique – approximation gaussienne pour les grands échantillons.

Chapitre2 : Théorie de l'estimation paramétrique ponctuelle

Cadre général de l'estimation – estimation ponctuelle – famille exponentielle de lois exhaustivité – suffisance – transitivité - invariance – méthode des moments – qualités des estimateurs –meilleur estimateur sans biais – méthode du maximum de vraisemblance – borne de Cramer-Rao – efficacité - UMVUE.

Chapitre 3 : Estimation paramétrique par intervalle de confiance

Méthode asymptotique - construction des IC classiques – méthode des quantiles – région de confiance – intervalle de confiance - p-valeur.

Chapitre 4 : Tests d'hypothèses paramétriques

Test d'une hypothèse simple avec alternative simple – test du rapport de vraisemblance simple - test d'hypothèses multiples - test du rapport de vraisemblance généralisé – tests paramétriques usuels – dualité entre test et intervalle de confiance.

Mode d'évaluation : Contrôle continu, examen ; rattrapage.....

Références:

- 1- Lehmann EL, Casella G. (1998) Theory of Point Estimation. Springer-Verlag, New York
- 2- Robert B. Ash, BASIC PROBABILITY THEORY, Dover Publications Inc, New York ,(2008)
- 3- Michel Lejeune, Statistique La théorie et ses applications, 2nd édition, Springer, (2004)
- 4- Renée Veysseyre, Aide-mémoire Statistique et probabilités pour l'ingénieur, 2^e édition, DUNOD, (2006).

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 2

Intitulé de l'UE : Transversales

Intitulé de la matière : Management des systèmes d'information

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Ce cours aborde les systèmes d'information et leur gestion avec notions de dynamique de l'entreprise.

Connaissances préalables recommandées : Niveau licence ou DES.

Contenu de la matière :

CHAPITRE I. L'ENTREPRISE COMME SYSTEME OUVERT SUR L'ENVIRONNEMENT

CHAPITRE II. LE SYSTEME ENTREPRISE

CHAPITRE III. UN ENVIRONNEMENT COMPLEXE

CHAPITRE IV. LA THEORIE DES SYSTEMES

CHAPITRE V. LES SYSTEMES HYPER COMPLEXES.

Mode d'évaluation : Examen, Rattrapage.....

Références :

[1] Pascal Vidal, Philippe Planeix, *Systèmes d'information organisationnels*, Pearson, 2005
([ISBN 2-7440-7119-6](#))

[2] Marie-Hélène Delmond, Yves Petit, Jean-Michel Gautier, *Management des systèmes d'information*, Dunod, 2008

[3] Rolande Marciniak, Frantz Rowe, *Systèmes d'information et dynamique des organisations*, Paris, Economica, 2009

[4] Robert Reix, Michel Kalika, Bernard Fallery, Frantz Rowe, *Systèmes d'information et management des organisations*, Paris, Vuibert, 2011

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Théorie des semi-groupes (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Objectifs de l'enseignement :

A l'issue du semestre l'étudiant doit maîtriser la notion de semi-groupes dans les espaces de Banach et de Hilbert ainsi que la notion des générateurs. Il devra connaître comment représenter la solution du problème de Cauchy avec les semi-groupes.

Connaissances préalables recommandées :

Distributions, théorie spectrale et Opérateurs Différentiels Linéaires.

Contenu de la matière :

1-Théories des semi-groupes

- 1-1- *Semi-groupe dans les espaces de Banach et de Hilbert*
- 1-2- *Opérateur accréitif, dissipatif et conservatif*
- 1-3- *Générateur infinitésimal d'un semi-groupe de classe C^0*
- 1-4- *Calcul des semi-groupes pour l'opérateur de Laplace*
- 1-5- *Semi-groupe de contraction, unitaire et compact*
- 1-6- *Puissance fractionnelle d'un opérateur auto-adjoint strictement positif.*

2- Problème de Cauchy

- 2-1- *Position du problème*
- 2-2- *Problème d'évolution*
- 2-3- *Résolution du problème de Cauchy par la méthode des semi-groupes*

Mode d'évaluation : Contrôles continus + examens terminal ; rattrapage

Références

Dautray Lions ; J. L. Lions & Magenes ; Problèmes aux limites non homogènes et applications Vol 1

R. Dautray & J. L. Lions ; Semi-groupe, Variationnel

Kosaku Yosida ; Functional Analysis

P. L. Butzer & H. beren ; semi-groups of operators and Approximation.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : E.D.P. dans les Sobolev (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Objectifs de l'enseignement

Donner à l'étudiant un aperçu sur les équations aux dérivées partielles du second ordre, existence et régularité des solutions pour les équations elliptiques, paraboliques et hyperboliques.

Connaissances préalables recommandées

Topologie, Calcul différentiel et théorie des distributions.

Contenu de la matière :

- 1. Rappel sur les espaces de Sobolev**
- 2. Equations elliptiques du second ordre**
 - 2.1. Définitions générales
 - 2.2. Existence de solutions faibles
 - 2.3. Régularité des solutions
 - 2.4. Principes de maximum
 - 2.5. Valeurs propres et fonctions propres
- 3. Equations paraboliques du second ordre**
 - 3.1. Définitions générales
 - 3.2. Existence de solutions faibles
 - 3.3. Régularité des solutions
 - 3.4. Principes de maximum
- 4. Equations hyperboliques du second ordre**
 - 4.1. Définitions générales
 - 4.2. Existence de solutions faibles
 - 4.3. Régularité des solutions
 - 4.4. Propagation des ondes

Mode d'évaluation :*Contrôles continus + examen ; rattrapage*.....

Références

1. V. P. Pikulin, S. I. Pohozaev, Equations in Mathematical Physics.
2. V. S. Vladimirov, Equations of Mathematical Physics.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Contrôle des équations aux dérivées partielles (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Théorie du semi groupe.

Semi groupe de Classe C_0 , Générateur infinitésimal, Théorème de Hille-Yosida, Exemples.

Equation différentielles abstraites dans les espaces de dimension infinie. Représentation de solution, solution forte, classique et faible.

Chapitre2 : Contrôlabilité des systèmes linéaires dans les espaces de Hilbert.

Opérateur de Contrôlabilité, Contrôlabilité exacte et approximative. Application à la Contrôlabilité de l'équation des ondes.

Chapitre3 : Contrôlabilité de l'équation des ondes

Problème de Contrôlabilité interne, Existence et unicité de solutions, méthode d'unicité Hilbertienne (HUM).

Problème de Contrôlabilité frontière, Existence et unicité de solutions, méthode d'unicité Hilbertienne (HUM).

Mode d'évaluation :Contrôles continus + examen ; rattrapage.....

Bibliographie :

[1] **J. L. Lions**, *Contrôlabilité exacte, perturbations et stabilisation de systèmes distribués*, Vol .1. 2 Masson, RMA, Paris. 1988.

[2] **A. V. Fursikov y O.I Manuilov**, *Controllability of Evolution Equations*. Lecture Notes Series 34 , research Institute of Mathematics, Global Analysis Research Center, Seaoul National University, 1996.

[3] **E. Zuazua**. *Cours sur le contrôle des EDP*, Ecole Cimpa , Tlemcen 2003.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Statistique Bayésienne (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Objectifs :

Découvrir les bases de l'approche bayésienne des problèmes statistiques et s'initier aux outils de l'analyse bayésienne via la théorie de la décision statistique.

Prérequis :

- Probabilités
- Statistique classique inférentielle.

Contenu de la matière

Introduction : Généralités : Statistique classique / statistique Bayésienne

Eléments de Théorie de la Décision : Modèle de décision - Règles de décision - Relation de préférence - Fonction de coût - Fonction de risque - Optimalité : Estimateur minimax et admissibilité.

Analyse Bayésienne : Lois a priori - Lois conjuguées – Famille exponentielle - Lois non informatives - Estimateur de Bayes

Tests bayésiens et régions de confiance.

Mode d'évaluation :*Contrôles continus + examen ; rattrapage*.....

Bibliographie :

- Lehmann E. L., Theory of Point Estimation, Wiley, 1983.
- Robert C., L'analyse statistique bayésienne, Economica, 1992.
- Robert C., Le choix bayésien. Principes et pratique, Springer, novembre 2005.
- Michel L., Statistique La théorie et ses applications, Springer, 2010.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Simulation MCMC (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Objectifs :

MCMC : Méthodes de Monte-Carlo par Chaînes de Markov

Découvrir la simulation Monte-Carlo classique et par Chaînes de Markov et s'initier aux algorithmes stochastiques. Quelques applications pour des problèmes déterministes ou non déterministes.

Prérequis :

- Probabilités
- Statistique inférentielle.

Contenu de la matière:

Rappels sur les chaînes de Markov : Récurrence – Apériodicité - Le théorème ergodique.

Intégration de Monte-Carlo / Intégration numérique : Echantillonnage préférentiel –

Méthode d'acceptation rejet.

Marche aléatoire : Résolution d'une E.D.P

Les Méthodes de Monte-Carlo par Chaînes de Markov : Algorithmes de Metropolis-Hasting - L'échantillonneur de Gibbs.

Applications sous R.

Mode d'évaluation :*Contrôles continus + examen ; rattrapage*.....

Bibliographie :

- Christian P. Robert and George Casella. (2011). Méthodes de Monte-Carlo avec R. Springer.
- Jérôme DUPUIS. (2007). Statistique bayésienne et algorithmes MCMC.
- Pierre Brémaud. (2009). Initiation aux Probabilités et aux chaînes de Markov. Springer.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Méthodes multicritères d'aide à la décision (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de cette matière est de présenter les fondements mathématiques de la décision, de l'analyse multicritère et dans une seconde étape de présenter les principes des méthodes d'aide à la décision

Connaissances préalables recommandées : Notions élémentaires de la Programmation Mathématique, Programmation linéaire et non linéaire.

Contenu de la matière :

1. Introduction

2. Fondements de la décision

- 2.1 Les relations d'ordre et d'équivalence
- 2.2 Les relations de préférence
- 2.3 Définition d'un critère
- 2.4 La représentation
- 2.5 Le noyau du graphe
- 2.6 Indice de concordance
- 2.7 La non-discordance

3. Les méthodes d'aide à la décision.

- 3.1 La méthode ELECTRE I
- 3.2 La méthode ELECTRE IS
- 3.3 La méthode ELECTRE II
- 3.4 La méthode ELECTRE III
- 3.5 La méthode ELECTRE IV
- 3.6 La méthode ELECTRE TRI
- 3.7 La méthode PROMETHEE I
- 3.8 La méthode PROMETHEE II

4. Etude de cas

Mode d'évaluation :*Contrôles continus + examen ; rattrapage*.....

Références :

- [1] G. Colson, Chr. De Bruyn. Models and methods in multiple criteria decision making, Pergamon, Oxford, 1989
- [2] K. Miettinen. On the methodology of multiobjective optimization with applications. Report 60 University of Jyväskylä, Department of Mathematics, Jyväskylä, 1994.
- [3] R.L. Keeney, H. Raiffa. Decision with multiple objectives: preferences and values trade-offs. Wiley, 1976.
- [4] L.Y. Maystre, J. Pictet, J. Simos. Méthodes multicritères ELECTRE. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1994.
- [5] B. Roy, D. Bouyssou. Aide multicritère à la décision : méthodes et cas", Economica, 1993.
- [6] J.C. Pomerol and S. Barba-Romero. Multicriterion decision in management: principles and practice, Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [7] P. Vallin , D. Vanderpooten. Aide à la décision. Une approche par les cas. Ed. Ellipses, Paris, 2002.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 1

Intitulé de la matière : Optimisation combinatoire (Matière optionnelle)

Crédits :

Coefficients :

Objectifs de l'enseignement : Dans ce cours, nous examinons des méthodes efficaces pour résoudre des problèmes d'optimisation. Etant donné que la plupart des problèmes pratiques sont "difficiles", le but principal est de comprendre comment modéliser de tels problèmes et ensuite choisir un algorithme approprié - énumération implicite, méthode de coupes, décomposition, heuristique - afin d'obtenir une solution optimale ou avec une garantie d'être proche de l'optimum.

Connaissances préalables recommandées : licence : optimisation

Contenu de la matière:

1. Introduction
2. Reconnaissance des problèmes d'optimisation combinatoire faciles
 - 2.1 Exemples de problèmes faciles
3. La complexité et la théorie de la complexité
 - 3.1 Les problèmes de la classe P
 - 3.2 Les problèmes de la classe NP - Les problèmes NP-Complets
 - 3.3 Les problèmes NP-Difficiles
 - 3.4 Les problèmes NP-Complets versus les problèmes NP-Difficiles
 - 3.5 La relation entre les problèmes P et NP
4. Exemples de problèmes d'optimisation combinatoire
5. Optimisation de réseaux
 - 5.1 Graphes et réseaux
 - 5.2 Plus courts chemins
 - 5.3 Arbres de poids minimum
 - 5.4 Flot maximum
6. Résolution par séparation et évaluation : Branch & Bound
 - 6.1 Principe des méthodes par séparation et évaluation, exploration arborescente.
 - 6.2 La mise en œuvre des procédures par séparation et évaluation.
 - 6.3 Exemple du problème du sac à dos
7. Méthode des coupes pour la résolution des programmes linéaires en nombres entiers.

Mode d'évaluation :Contrôles continus + examen ; rattrapage.....

Références:

[1] Bellman, Richard (1957), *Dynamic Programming*, Princeton University Press. Dover paperback edition (2003),

[2] Christian Blum, Andrea Roli, *Metaheuristics in combinatorial optimization : Overview and conceptual comparison*, ACM Computing Surveys, volume 35, numéro 3, septembre 2003, pages 268-308

[3] Jacques Teghem et Marc Pirlot (éditeurs), *Optimisation approchée en recherche opérationnelle*, Hermes, traité I2C, mai 2002

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 2

Intitulé de la matière : Analyse Harmonique

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes*).

L'étudiant Approfondira ses connaissances en Analyse Complexe. Il aura l'occasion de voir les espaces complexes tels que les domaines pseudo convexes et les ensembles analytiques. Il apprendra le rôle de la représentation intégrale des fonctions dans les problèmes d'estimation et dans les EDP.

Connaissances préalables recommandées

Licence en mathématiques, le module « Analyse complexe L2 »

Contenu de la matière :

- Rappels sur les Fonctions holomorphes, théorie de Cauchy.
 1. Fonctions Holomorphes ; Théorèmes Fondamentaux.
 2. Développement de Taylor et de Laurent
 3. Fonctions Analytiques de plusieurs variables complexes.
- Analyse Harmonique
 1. Fonctions Harmoniques et Probleme de Dirichlet
 2. Fonctions pluriharmoniques
 3. Fonctions sougharmoniques
 4. Fonctions Plurisouharmoniques
 5. Notions de convexité
 6. Domaines d'Holomorphie et Théorèmes de Hartogs.
- Formules de représentations intégrales
 1. Formule intégrale de Cauchy et problèmes $\bar{\partial}$.
 2. Théorème de Stokes et formule de Bochner-Martinelli
 3. Noyau de Bergman
- Transformations holomorphes.
 1. Généralités et Représentation conforme.
 2. Théorème fondamental de la représentation conforme.
 3. Variétés complexes et Espaces Analytiques

Mode d'évaluation :Contrôles continus + examen ; rattrapage.....

Références (*Livres et photocopiés, sites internet, etc*).

1- Henry Cartan : Théorie Elémentaire Des Fonctions D'une Ou Plusieurs Variables Complexes

2- Steven G krantz : Function Theory of Several Complex Variables ; John Wiley & sons 1982.

3-Real Gelinas Et Marcel Lambert : Eléments D'Analyse Complexe ; Presses de l'uiversité du Quebec ; 1994 .

4-L Hormander : Introduction to complex Analysis in Several Variables. North Holland, Amsterdam , 1973.

5.Introduction à L'analyse Complexe à plusieurs variables Philippe Charpentier Université Bordeaux I Septembre 2009.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Fondamentales 2

Intitulé de la matière : Théorie du Contrôle optimal

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

Chapitre1 : Contrôlabilité des systèmes linéaires en dimension finie

-Ensemble accessible.

-Contrôlabilité des systèmes linéaires: Cas sans contrainte sur le contrôle (Critère de Kalman) et cas et cas avec contrainte .

-Stabilisation (lien avec la contrôlabilité).

-Observabilité (Matrice d'observabilité).

Chapitre2 : Contrôlabilité des systèmes linéaires en dimension infinie

Système abstrait – représentation de la solution

Contrôlabilité exacte et approximation - Critères de contrôlabilité.

Application à l'équation des ondes et de la chaleur.

Chapitre3 : Contrôle optimal pour les systèmes linéaires à horizon fini et infini

-Formulation de problèmes de Contrôle optimal.

-Problème linéaire quadratique (Existence et unicité du contrôle optimal, Condition nécessaire et suffisante d'optimalité : Principe de Maximum de Pontriagin)

-Contrôle en temps minimum pour les systèmes linéaires à coefficients constants :

- (Existence d'un temps optimal, Principe du minimum de Pontriagin, unicité.

-Programmation dynamique (Principe d'optimalité de Bellmann, Equation de Hamilton – Jacobi- Bellman).

Mode d'évaluation :Contrôles continus + examen ; rattrapage.....

Références :

[1] E.Trélat . *Contrôle Optimal* : Théorie et application. .Collection Vulbert , « Mathématiques Concrètes ». 2005.

[2] M. Bergounioux. *Optimisation et Contrôle des systèmes linéaires*. Collection: Dunod. 2001

[3] J. Zabczyk. *Mathematical Control Theory: An Introduction*. Birkhauser. 1992.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Calcul Scientifique 3

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement : D'une manière générale et lorsqu'il s'agit d'E.D.O ou d'E.D.P, on cherche à remplacer un problème continu (dimension infinie) par un problème discret (dimension finie) pour arriver à des systèmes linéaires (ou non linéaires) algébriques.

Connaissances préalables recommandées : *Analyse numérique 1 & 2, calcul scientifique 1 & 2, analyse fonctionnelle – algèbre linéaire.*

Contenu de la matière :

Partie I : Approximation FDTD pour les EDP d'ordre 2 et applications

Chapitre 1 : Problèmes à valeurs aux bords stationnaires 1d

Etat stationnaire et approximation - Erreur de troncature locale - Erreur globale - Stabilité, consistance, convergence - La fonction de Green et stabilité - Condition au bord de Neumann - Existence et unicité.

Chapitre 2 : Traitement des EDPs classiques d'ordre 2

Equations elliptiques - Problèmes paraboliques et équation de diffusion - Problèmes d'advection et systèmes hyperboliques linéaires - EDP hyperboliques non-linéaires - Lois de conservation – Application en mécanique du fluide.

Partie II : Approximation de Galerkin - Méthode des éléments finis 1d.

Chapitre 1 : Prérequis pour les EDP elliptiques

Espaces de Sobolev – Traces – Inégalités - Formulations faibles de problèmes elliptiques - Théorème de Lax-Milgram - Le principe du maximum faible - Théorème de Lax-Milgram généralisé : formulations mixtes - Problèmes de type point-selle ou formulations variationnelles sous contrainte.

Chapitre 2 : Approximations par la méthode des éléments finis 1d

Cadre coercif - Approximation de Galerkin - Approximation de Petrov-Galerkin - Cadre d'un problème mixte - Choix des espaces d'approximation et de la base - Exemples d'espaces éléments finis - Le cas 1D - Quelques notions en dimension supérieure – Estimations d'erreur.

Mode d'évaluation :Contrôles continus + examen ; rattrapage

Références:

[1] J.-F. Scheid, *Méthodes numériques pour la dynamique des fluides*, Université de Lorraine

Master Option Calcul Scientifique, (2012)

[2] Randall J. LeVeque, *Finite Difference Methods for Ordinary and Partial Differential Equations: Steady-State and Time-Dependent Problems*, SIAM (2007).

[3] H.J. Lee and W.E. Schiesser, *Ordinary and Partial Differential Equation Routines in C, C++, Fortran, Java, Maple, and MATLAB*, CHAPMAN & HALL/CRC (2004).

[4] Grégoire Allaire, *Analyse numérique et optimisation : Une introduction à la modélisation mathématique et à la simulation numérique*, Edition de l'école polytechnique, (2007) Méthode des éléments finis.

[5] J-H SAIAC, *Analyse numérique des Equations aux dérivées partielles*, Polycopié des cours de Calcul Scientifique CSC108 et CSC109, 8 juin 2006

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Recherche Opérationnelle 2

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de cette matière est de présenter les fondements mathématiques de la décision, de l'analyse multicritère et dans une seconde étape de présenter les principes des méthodes de surclassement et des méthodes inter-actives.

Connaissances préalables recommandées : Notions élémentaires de la Programmation Mathématique, Programmation linéaire et non linéaire.

Contenu de la matière :

1. **Introduction :** Processus de prise de décision - Définition d'un problème d'optimisation multicritère - Modélisation multicritère (Avantages et inconvénients)
2. **Optimalité dans les problèmes multicritères :** Formalisation d'un problème multicritère - Notions d'optimalité - Optimalité de Geoffrion - Interprétation géométrique - Propriétés des décisions optimales - Conditions d'existence des solutions optimales de Pareto - Décisions optimales de Slater - Autres conditions d'existence des décisions de Pareto - Conditions d'existence des décisions maximales de Geoffrion - Recommandations pour le choix des décisions de Pareto.
3. **Quelques notions de base et propriétés :** Prise de décision et décideur - Fonction utilité - Point Idéal - Table des gains - Point nadir - Surface du compromis.
4. **Quelques méthodes scalaires d'optimisation multiobjectif :** La méthode de pondération des fonctions objectif - La méthode minimax (point idéal) - La méthode du compromis - Les méthodes hybrides - La méthode dite du "but à atteindre" - La méthode dite du "but programmé".
5. **Introduction à la théorie des jeux :** Description d'un jeu sous forme normale - Stratégies dominantes et dominées- La procédure d'élimination itérée des stratégies dominées- Les équilibres de Nash

Mode d'évaluation :*Contrôles continus + examen ; rattrapage*.....

Références :

- [1] G. Colson, Chr. De Bruyn. Models and methods in multiple criteria decision making, Pergamon, Oxford, 1989 [2] K. Miettinen. On the methodology of multiobjective optimization with applications. Report 60 University of Jyväskylä, Department of Mathematics, Jyväskylä, 1994.
- [3] R.L. Keeney, H. Raiffa. Decision with multiple objectives: preferences and values trade-offs. Wiley, 1976.
- [4] L.Y. Maystre, J. Pictet, J. Simos. Méthodes multicritères ELECTRE. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1994.
- [5] R. E. Steuer. Multiple criteria Optimization. 1986
- [6] Nonlinear multiobjective optimization. Claus Hillermeier. 2001.
- [7] Méthodes et modèles de la recherche opérationnelle. J. F. Phélizon. 1998

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Logiciels Mathématiques

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Contenu de la matière :

- Logiciels de [statistiques](#) libres tels que [R](#).
- Matlab approfondi.

Mode d'évaluation :*Travail personnel ; rattrapage.*

Références :

- [1] M. Mokhtari et A. Mesbah. Apprendre et maîtriser Matlab. Versions 4 et 5 et Simulink.
- [2] <https://www.r-project.org/>

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 3

Intitulé de l'UE : Transversales

Intitulé de la matière : Déontologie de la recherche et rédaction scientifique

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement

Préparer l'étudiant à la recherche scientifique en lui donnant les outils et les moyens de gérer un projet de recherche et à rédiger un rapport, un mémoire, un article en mathématiques.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- I. Introduction à la déontologie et éthique de la recherche scientifique.
- II. Structuration et Construction de l'objet de recherche
- III. Réalisation de la recherche
- IV. Les étapes épistémologiques de la recherche
- V. Synthèse des critères de scientificité
- VI. Rédaction des travaux de recherche (Mémoires, thèses, articles,.....)
- VII. Publication des travaux de recherche

Mode d'évaluation : Examen de contrôle de connaissances et présentation des travaux réalisés par les étudiants.

Références :

- Michel Beaud, Magali Gravier, Alain de Tolédo. « L'art de la thèse: comment préparer et rédiger un mémoire de master, une thèse de doctorat ou tout autre travail universitaire à l'ère du Net », La Découverte, 2006.
- Sites et photocopiés sur internet.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 4

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Outils informatiques de rédaction scientifique - LATEX

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Le but de ce cours est de découvrir les logiciels (libres) les plus importants et les plus utilisés en rédaction du texte mathématique, tels que [LaTeX](#).

Contenu de la matière :

1. Prise en main et documentation en ligne de LATEX.
2. Ecrire des documents scientifiques, des mémoires scientifiques.
3. Ecrire des thèses.
4. Réaliser des transparents.
5. Réaliser des posters.
6. Dessiner avec LATEX.

Mode d'évaluation : Travail personnel en liaison avec le mémoire.

Références

- C.Rolland, Latex par la pratique, Editions O'Reilly, 1999.
- Site officiel de LATEX.

Intitulé du Master : Analyse Mathématique et applications

Semestre : 4

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Anglais Scientifiques 2

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Expression et compréhension orales et écrites de textes mathématiques authentiques.

Contenu de la matière :

Synthèse d'articles authentiques de mathématiques en anglais sans passer par la traduction.

Rédaction mathématique directe et instantanée en anglais.

Mode d'évaluation : Travail personnel en liaison avec le mémoire.

Références :

https://ensiwiki.ensimag.fr/index.php/Lexique_scientifique_fran%C3%A7ais-anglais

V- Accords ou conventions

Oui

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