|  |  |
| --- | --- |
|  | **Ministère de l’Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique****Direction Générale de la Rénovation Universitaire** |

|  |
| --- |
| Licence Mathématiques Appliquées :Parcours : Modélisation et Simulation (MS)**Pour la période : 2019-2020 / 2022-2023** |



# Offre de formation

## Demandeur(s)

|  |  |
| --- | --- |
| **Université** |  |
| **Etablissement** |  |
| **Département(s)** |  |

## Identification du parcours

|  |  |
| --- | --- |
| **Domaine** | Sciences, technologies et études technologiques |
| **Mention** | **Mathématiques Appliquées** |
| **Parcours (ou spécialité)** | **Modélisation et Simulation** |
| **Nature de la licence** | **[x]** Normale **[ ]** Co-construction**[ ]** Co-diplomation **[ ]** Co-habilitation |
| **Type de formation** | **[x]** Initiale **[ ]** Continue |
| **Mode d’organisation de la formation** | **[x]** Présentielle **[ ]** A distance **[ ]** Mixte **[ ]** Alternance |
| **Commission Nationale Sectorielle** | **Commission Nationale Sectorielle de Mathématiques** |

## Métiers visés (liste en indiquant le secteur le cas échéant) et perspectives professionnelles du parcours

|  |
| --- |
| ***Liste des métiers visés :*** *H1402 : MANAGEMENT ET INGENIERIE METHODES ET INDUSTRIALISATION* *H1404 : INTERVENTION TECHNIQUE EN METHODES ET INDUSTRIALISATION* *▪ Agent / Agente des méthodes en industrie* *▪ Agent / Agente technique bureau des méthodes en industrie* *▪ Technicien / Technicienne méthodes-industrialisation* *H1206 : MANAGEMENT ET INGENIERIE ETUDES, RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL* *▪ Assistant / Assistante technique d'ingénieur en études, recherche et développement en industrie**H1210 : INTERVENTION TECHNIQUE EN ETUDES, RECHERCHE ET DEVELOPPEMENT* *▪ Agent / Agente de laboratoire de recherche industrielle ▪ Assistant / Assistante de laboratoire de recherche**▪ Technicien / Technicienne de développement technologique* *▪ Technicien / Technicienne de recherche appliquée**H2502 : MANAGEMENT ET INGENIERIE DE PRODUCTION**▪ Assistant / Assistante technique d'ingénieur de production* |

## Objectifs de la formation

### Objectif général

|  |
| --- |
| ***Objectif général :****Cette formation vise à former des licenciés capables d’élaborer, interpréter, analyser des modèles mathématiques issus de la physique, de l'ingénierie pétrolière, science de la matière, de la mécanique, etc. et d'autre part à développer, adapter et utiliser des logiciels de simulation numérique.*  |

### Objectifs spécifiques

|  |
| --- |
| ***Objectifs spécifiques****:* 1. *Développer des compétences multidisciplinaires en mathématique (calcul scientifique et EDP surtout), en informatique (simulation), en mécanique physique et sciences de la matière.*
* *Développer la maîtrise des méthodes de modélisation, d'optimisation et d’aide à la décision en mathématiques.*
* *Développer les habiletés en connaissance de logiciels "lourds" et de techniques informatiques.*
 |

### Acquis d’apprentissages (Learning Out-comes)

|  |
| --- |
| ***Acquis d’apprentissages****: A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :* ***Connaissances (savoir)*** *:*1. *Utiliser les logiciels de modélisation et simulation*
2. *Développer des programmes informatiques*

***Aptitudes (savoir-faire) :*** 1. *Modéliser des problèmes issus de la mécanique de l’électronique de pointe …*
2. *Contrôler les aléas dans les chaînes de fabrication pour minimiser les pannes, les rebuts.*
3. *Contrôler la qualité et les coûts.*

*.****Attitudes (savoir-être) :***1. *Introduire de la nouveauté dans la résolution des problèmes*
2. *Proposer ou entreprendre un travail, soit pour son accomplissement ou son avancement et en juger la qualité conformément aux règles de la profession.*
3. *Travailler avec les autres de manière solidaire en contribuant au travail de l’équipe par ses idées et ses efforts.*
4. *Adapter sa communication en fonction des personnes et des circonstances.*
 |

## Conditions d'accès à la formation

|  |  |
| --- | --- |
| **Nature du Bac et répartition** | **Nombre prévu d'étudiants repartis sur les années d'habilitation** |
| Bac Mathématiques | [x]  Oui [ ]  Non 50% | * Année 1 :30 étudiants
* Année 2 : 30 étudiants
* Année 3 :40 étudiants
* Année 4 : 40 étudiants
 |
| Bac Sciences expérimentales | [x]  Oui [ ]  Non 20% |
| Bac Economie et Gestion | [x]  Oui [ ]  Non 10% |
| Bac Informatique | [x]  Oui [ ]  Non 20% |
| Bac Lettres | [ ]  Oui [ ]  Non % |
| Bac Sport | [ ]  Oui [ ]  Non % |
| Bac Technique | [ ]  Oui [ ]  Non % |
| Autres (à préciser) : | [ ]  Oui [ ]  Non % |

Test d’admission : [ ]  Oui [x]  Non

## Perspectives académiques

|  |
| --- |
| *Les perspectives académiques résident dans la poursuite des études dans le cadre d’un mastère de recherche en Mathématiques appliquées ou dans d’autres disciplines, ou encore dans le cadre d’un mastère professionnel. Il est aussi possible de poursuivre des études en ingéniorat.* |

## Perspectives à l'échelle internationale

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| *Indiquer les perspectives internationales pour cette formation en précisant les possibilités de mobilités et le cadre de celle-ci.**Exemples : Erasmus, Co-diplomation, PFE, Bourses d’alternance, Parrainage…* |

|  |
| --- |
| *Vue que les programmes de cette formation couvrent une grande partie des programmes des formations PEIP en France, il est possible d’établir des partenariats avec le ré seaux des écoles polytech en France permettant aux étudiant de poursuivre leur étude à l’étranger afin de s’ouvrir sur le monde, se familiariser avec une autre culture et bénéficier d’une validation internationale.* |

# Programme de la formation

## (Descriptif détaillé du parcours)

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| ***Codes des modules : Voir plan d'études.*** |
| *Volume horaire (règle/loi) :* ***Voir plan d'études.*** |
| *Volume horaire total* ***convenu****:* ***Voir plan d'études.*** |
| *Régime d’examen :* ***Voir plan d'études.*** |
| *Règles de passage et de réussite :****1) Pour chaque UE suivant le régime mixte, la règle est la suivante :******Session principale : MP= max (EP, (2EP+CC) /3)******Session de rattrapage : MR=max (MP, ER, (2ER+CC) /3).******EP= note de l'UE à la session principale ; CC= note du contrôle continu et ER= note de l'UE à la session de rattrapage.******2) Le module Activités Pratiques en S6, doit être validé (avoir la moyenne) et sa note n’intervient pas dans le calcul de la moyenne générale en L3.******3)* Formule pour le calcul de la moyenne en L3 :****Est déclaré Admis, en L3, tout étudiant ayant MU>=10 et NA>=10. La moyenne générale est****MG = (3MU+ NA)/4.** **La mention est attribuée selon la moyenne MG et obéit à la règle générale.****Si MU<10 ou NA=0, l’étudiant est déclaré redoublant.****Avec****MU = Moyenne de UE des deux semestres S5 et S6 pondérées avec leurs coefficients.****NA = Note des Activités pratiques. En cas où les activités pratiques ne sont pas validées, NA=0****Remarques :****- En cas de redoublement, l’étudiant ayant validé les activités pratiques conserve sa note NA pour l'année suivante.****- L’étudiant redoublant et ayant MU >=10 conserve sa moyenne MU pour l'année suivante.** |

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| ***Unités Fondamentales :******1) Le programme des unités fondamentales fixées par la CNS est détaillé ci dessus.******2) L’établissement demandeur d'une licence en mathématiques doit fournir le programme de chaque unité fondamentale qui n'est pas fixée par laCNS.******Unités optionnelles : Les unités optionnelles doivent compléter la formation et leurs programmes doivent être fournis.******Activités pratiques : L’établissement demandeur d'une licence en mathématiques doit préciser la nature de ces activités.******Dans le cas où ces activités se déroulent durant le semestre S6, dans l’établissement, la CNS propose :******Choix des sujets******Une liste de sujets de projets est proposée aux étudiants au début du semestre S5 (le nombre exact est ajusté à la rentrée en fonction des effectifs présents).******La liste des sujets est arrêtée au début du semestre S5 par la commission de la licence.******Les étudiants choisissent leurs projets avant la fin du semestreS5, les encadrants et le responsable de la licence veillent à ce que ceux-ci se répartissent sur l’ensemble des projets avec un nombre d’étudiants entre 2 et 4 par sujet.*** ***Chaque étudiant doit*** * ***Faire au moins trois exposés devant son encadrant au cours de la préparation de son projet.***
* ***Rédiger un document relatif à son sujet et l’écrire en Latex. L’encadrant apportera, avant la soutenance, les corrections nécessaires à ce document.***
* ***Déposer une version définitive du mémoire auprès de la direction du département.***
* ***Soutenir son mémoire en présence de tous les étudiants devant un même jury incluant tous les encadrants des projets.***

***Unités Transversales : VoirPlan d'études.***  |

**PLAN DES ETUDES**

**Licence Mathématiques Appliquées : Tronc Commun**

**Semestre -1**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE****(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles****(14 semaines)** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 1** | **TAMS111** |  | **Algèbre 1** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 1** | **TAMS112** |  | **Analyse 1** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 1** | **TAMS113** |  | **Algorithmique et programmation 1** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Option** | **TAMS114** |  | **A fixer par le département** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **A fixer par le département** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale** | **TAMS115** | **TAMS115/1** | **Anglais1** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **TAMS115/2** | **Simulation statistique avec R** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL : 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées : Tronc Commun**

**Semestre -2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE****(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles****(14 semaines)** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 2** | **TAMS121** |  | **Algèbre 2** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse et Probabilités** | **TAMS122** | **TAMS122/1** | **Analyse 2** | **21** | **21** |  | **4** | **7** | **2** | **4** |  | **1h30** |
| **TAMS122/2** | **Probabilités discrètes** | **21** | **21** | **3** | **2** | **1h30** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 2** | **TAMS123** |  | **Algorithmique et****Programmation 2** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Option** | **TAMS124** |  | **A fixer par le département** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **A fixer par le département** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale** | **TAMS125** | **TAMS125/1** | **Anglais 2** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **TAMS125/2** | **Simulation numérique 1 avec Python** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL : 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -3**

**Parcours Modélisation et Simulation (MS)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE****(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles****(14 semaines)** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre** | **TAMS231** |  | **Algèbre** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 3** | **TAMS232** |  | **Analyse 3** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Electromagnétisme** | **TAMS233** |  | **Electromagnétisme** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **UE Optionnelle**  | **TAMS234** | **TAMS234/1** |  | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **TAMS234/2** |  | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale** | **TAMS235** | **TAMS235/1** | **Anglais 3** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **TAMS235/2** | **Soft skills** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -4**

**Parcours Modélisation et Simulation (MS)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE****(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles****(14 semaines)** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Optimisation et recherche opérationnelle 1** | **TAMS241** |  | **Optimisation et recherche opérationnelle 1** | **42** | **42** |  | **7** | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 4** | **TAMS242** |  | **Analyse 4** | **42** | **42** |  | **7** | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Probabilités** | **TAMS243** |  | **Probabilités**  | **21** | **21** |  | **4** | **4** |  | **2** |  | **1h5** |
| **4** | **UE Optionnelle** | **TAMS244** | **TAMS244/1** |  | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1.5** | **3** |  | **1h5** |
| **TAMS242/2** |  | **21** | **21** |  | **3** | **1.5** |  | **1h5** |
| **5** | **UE Transversale** | **TAMS245** | **TAMS245/1** | **Simulation numérique 2 avec Python** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **TAMS245/2** | **Logiciels(\*)** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL = 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**(\*) Excel avancé – Logiciel SPSS – Maple…**

**Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -5**

**Parcours Modélisation et Simulation (MS)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE****(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles****(14 semaines)** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Intégration et probabilité** | **TAMS351** |  | **Intégration et probabilité**  | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **3h** |
| **2** | **Calcul différentiel et Topologie sur les espaces métriques** | **TAMS352** |  | **Calcul différentiel et Topologie sur les espaces métriques** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **3h** |
| **3** | **Analyse numérique** | **TAMS353** |  | **Analyse numérique 2** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **2h** |
| **4** | **UE Optionnelle** | **TAMS354** | **TAMS354/1** |  | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1.5** | **3** |  | **1h30** |
| **TAMS354/2** |  | **21** | **21** |  | **3** | **1.5** | **1h30** |
| **5** | **U. Transversale** | **TAMS355** | **TAMS355/1** | **Introduction Data Sciences** | **14** | **14** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **TAMS355/2** | **Introduction intelligence artificielle** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL = 350** |  |  | **175h** | **175h** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -6**

**Parcours Modélisation et Simulation (MS)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Unité d'enseignement (UE) / Compétences** | **Code de l'UE****(Fondamentale / Transversale / Optionnelle)** | **Elément constitutif d'UE (ECUE)** | **Volume total des heures de formation présentielles****(7 semaines)** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Probabilités avancées & Initiation à la théorie des tests** | **TAMS361** |  | **Probabilités avancées & Initiation à la théorie des tests** | **42h** | **42h** |  |  | **6** |  | **4** |  | **3h** |
| **2** | **Résolution numérique des EDO** | **TAMS362** |  | **Résolution numérique des EDO** | **42h** | **42h** |  |  | **6** |  | **4** |  | **3h** |
| **3** | **Activités pratiques** | **TAMS363** |  | **Méthodologie,****Projet et Soutenance** |  |  |  |  | **18** |  | **7** | **Voir rubrique conditions de réussite** |
| **TOTAL = 168** |  |  | **84** | **84** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**( )#Le nombre d’étudiants par projet varie entre 2 et 4.**

**\*\*01H30 TD pour chaque projet ou encadrement de stage.**

**\*La formation présentielle peut durer 7 semaines.**

**Programme des Modules du Tronc Commun**

**Semestre 1**

Algèbre 1 (Unité fondamentale)

(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Algèbre 1** |
| **1** | **Calculs algébriques.** |
|  | **1.1** | **Sommes et produits finis.** |
|  | **1.2** | **Sommes doubles.** |
|  | **1.3** | **Formule du binôme.** |
| **2** | **Vocabulaire ensembliste.** |
|  | **2.1** | **Eléments de logique.** |
|  | **2.2** | **Eléments de la théorie des ensembles.** |
|  | **2.3** | **Ensembles finis et dénombrement.** |
|  | **2.4** | **Applications et relations : ordre, équivalence, classe d’équivalence, ensemble quotient.** |
| **3** | **Rappels d'arithmétique dans l’ensemble des entiers relatifs.** |
|  | **3.1** | **Division euclidienne, Congruence…..** |
|  | **3.2** | **PGCD, PPCM….** |
|  | **3.3** | **Théorème de Gauss, Identité de Bezout, Algorithme d’Euclide…** |
| **4** | **Structures algébriques usuelles.** |
|  | **3.1** | **Structure de groupe :*** **Sous-groupes, sous-groupes de Z.**
* **Groupe monogène.**
* **Ordre d’un élément, Théorème de Lagrange.**
* **Morphisme de groupes.**
* **Le groupe Sn, le groupe Z/nZ.**
 |
|  | **3.2** | **Structures d’anneau et de corps.** |
| **5** | **Polynômes** |
|  | **5.1** | **Anneau des polynômes à une indéterminée sur IR ou C.** |
|  | **5.2** | **Fonctions polynomiales et racines.** |
|  | **5.3** | **Arithmétique dans K[X ] : Divisibilité et division euclidienne :****PPCM, PGCD.**  |
|  | **5.4** | **Polynômes irréductibles de C[X ] et IR[X ] :** * **Décomposition en facteurs irréductibles,**
* **Division suivant les puissances croissantes,**
* **Relation entre racines et coefficients.**
 |
| **6** | **Fractions rationnelles.** |
|  | **6.1** | **Corps K(X) (K = IR ou C).** |
|  | **6.2** | **Forme irréductible d’une fraction rationnelle. Fonction rationnelle.** |
|  | **6.3** | **Degré, partie entière, zéros et pôles, multiplicités.** |
|  | **6.4** | **Décomposition en éléments simples sur C et sur IR.** |

Analyse 1 (Unité fondamentale)

(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Analyse 1** |
| **1** | **Nombres réels.**  |
|  | **1.1** | **Ensembles de nombres usuels : IN, Z, D, Q.** |
|  | **1.2** | **Nombres réels.*** **Généralités : majorant, minorant, minimum, maximum, borne supérieure, borne inférieure. Axiome de la borne supérieure.**
* **Intervalles de IR. Droite numérique achevée.**
 |
|  | **1.3** | **Théorème d'Archimède et densité.** |
| **2** | **Suites numériques.**  |
|  | **2.1** | **Rappels sur les suites : Suite majorée, suite minorée, suite bornée, suite monotone. Suite extraite.** |
|  | **2.2** | **Convergence d’une suite numérique. Définition de la limite. Opérations sur les limites. Limites infinies.** |
|  | **2.3** | **Théorèmes d’existence de limites. Suites monotones bornées. Suites adjacentes. Segments emboités, Théorème de Bolzano-Weierstrass.** |
|  | **2.4** | **Suite de Cauchy. Définition. IR est complet.** |
|  | **2.5** | **Suites particulières : suites arithmétiques, géométriques, suites récurrentes linéaires.** |
|  | **2.6** | **Suites complexes.** |
| **3** | **Fonctions de la variable réelle.**  |
|  | **3.1** | **Limite, continuité.** * **Généralités. Limite d’une fonction en un point. Limite à gauche et à droite. Extension de la notion de limite. Cas des fonctions monotones. Opérations sur les limites. Continuité. Opération sur les fonctions continues.**
* **Théorèmes des valeurs intermédiaires.**
* **Fonction continue strictement monotone sur un intervalle.**
* **Continuité uniforme.**
* **Fonction Lipchitzienne.**
* **Théorème de Heine.**
 |
|  | **3.2** | **Dérivation.** * **Définition et premières propriétés.**
* **Dérivées successives. Formule de Leibnitz.**
* **Théorèmes de Rolle.**
* **Théorème des accroissements finis.**
* **Dérivées et sens de variation.**
 |
|  | **3.3** | **Fonctions usuelles et leurs réciproques(les fonctions hyperboliques réciproques uniquement en TD).** |
|  | **3.4** | **Fonctions convexes.**  |
|  | **3.5** | **Dérivation des fonctions de IR dans C.** |
| **4** | **Analyse asymptotique.**  |
|  | **4.1** | **Comparaison locale de fonctions. Fonction dominée par une autre, fonction négligeable devant une autre. Fonctions équivalentes** |
|  | **4.2** | **Développements limités.*** **Généralités. Intégration terme à terme d'un D.L.**
* **Formule de Taylor-Young. D.L. des fonctions usuelles.**
* **Opérations sur les D.L. (somme, produit, composée, quotient)**
 |
|  | **4.3** | **Applications des D.L. (recherche de limite, Position d’une courbe par rapport à sa tangente.)** |
|  | **4.3** | **Développements asymptotiques. (Position d’une courbe par rapport à son asymptote.)** |

Algorithmique et Programmation 1 (Unité fondamentale)

(1h30C, 1h30 TD) (Semestre 1)

|  |  |
| --- | --- |
| **UT** | **Algorithmique et Programmation 1**  |
| **1** | **Introduction à l'algorithmique.** |
| **2** | **Environnement algorithmique.** |
| **3** | **Types de données, constante, Variables.** |
| **4** | **Structures conditionnelles.** |
| **5** | **Structures itératives.** |
| **6** | **Les types structurés.** |
|  | **6.1** | **Tableaux unidimensionnel (vecteur).** |
|  | **6.2** | **Tableaux bidimensionnels (Matrices).** |
|  | **6.3** | **Les enregistrements.**  |
| **7** | **Algorithmes de tri : par sélection, par insertion, à bulle, quick sort, etc.** |
| **8** | **Algorithmes de recherche (recherche par dichotomie).** |
| **9** | **Procédures et fonctions.** |
| **10** | **Mode de passage de paramètres.** |
|  | **10.1** | **Passage par adresse.** |
|  | **10.2** |  **Passage par valeur.** |
| **11** | **Récursivité.** |
| **12** | **Notion de pointeur. Opérateurs sur les pointeurs.** |

Simulation statistique avec ℛ (Unité transversale)

(1h00 Cours et 1h00 TD) )(Semestre 1)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Programmation statistique avec ℛ** |
| **1** | **Initiation au logiciel ℛ.** |
| **2** | **Statistiques unidimensionnelle.** |
|  | **2.1** | **Généralités (Historique, motivations, Notions de statistique quantitative, qualitative, population effectif,...)** |
|  | **2.2** | **Représentations graphiques (Diagrammes en tubes, en barres, en bandes, circulaires, Triangulaires, en batons, Tiges-Feuilles, Histogrammes, Boxplot, en Violon,...)** |
|  | **2.3** | **Les Paramètres statistiques.*** **Paramètres de position (Mode, Moyenne, Médiane, ...)**
* **Paramètres de dispersion (Etendue, Ecart-moyen, Ecart-médiane, Ecart-type, Quartiles, déciles, centiles, quantiles,...)**
* **Paramètres de concentration (Médiale, Courme de Lorentz, Indice de Gini,...)**
* **Paramètres de forme (Paramètres de Yule, de Pearson, de Fisher,...).**
 |
| **3** | **Statistiques bidimensionnelle.** |
|  | **3.1** | **Généralités.** |
|  | **3.2** | **Ajustement par régression linéaire.*** **Méthode graphique.**
* **Méthode de Mayer.**
* **Méthode des moindres carrés.**
* **Méthodes Médiane-Médiane de Tukey.**
 |
|  | **3.3** | **Ajustement fonctionnel (polynomial, puissance, logarithmique,...)** |
|  | **3.4** | **Statistiques Chronologiques.*** **Généralités (Moyennes mobiles, indices saisonniers,...).**
* **Ajustement linéaire (Droite du Trend).**
* **Ajustement Fonctionnel.**
 |

**Programme des Modules du Tronc Commun**

**Semestre 2**

Algèbre 2 (EC Unité fondamentale)

(3h cours et 3h TD)(Semestre 2)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Algèbre 2** |
| **1** | **Espaces vectoriels.**  |
|  | **1.1** | **Espaces vectoriels, sous espaces vectoriels.**  |
|  | **1.2** | **Espaces de dimension finie, bases, théorème de la base incomplète, somme directe d’une famille finie de sous espaces vectoriels….** |
| **2** | **Matrices et applications linéaires.** |
|  | **2.1** | **Opérations sur les matrices, rang d’une matrice.**  |
|  | **2.2** | **Applications linéaires, matrice d’une application linéaire, théorème du rang.** |
|  | **2.3** | **Changement de base, matrices semblables, matrices équivalentes.** |
|  | **2.4** | **Méthode de Pivot de Gauss (résolution de système linéaire, recherche de l’inverse d’une matrice).** |
| **3** | **Déterminants (calcul pratique, applications aux systèmes de Cramer).**  |

Analyse 2 (EC Unité fondamentale)

(1h30 cours et 1h30 TD)(Semestre 2)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Analyse 2** |
| **1** | **Intégration.**  |
|  | **1.1** | **Intégrale d’une fonction en escalier sur un segment, fonctions intégrables au sens de Riemann. Propriétés de l’intégrale (linéarité, croissance, relation de Chasles). Formule de la moyenne.** |
|  | **1.2** | **Inégalités de Minkowski et Cauchy-Schwarz. Sommes de Riemann.** |
|  | **1.3** | **Primitives, intégration par parties, formule de Taylor avec reste intégrale.**  |
|  | **1.4** | **Changement de variables. Calcul de primitives (polynômes en sin et cos, fractions rationnelles, fractions rationnelles en sin et cos, fractions rationnelles en x et racine(ax+b), fractions rationnelles en x et racine (ax2+bx+c).** |
| **2** | **Equations différentielles linéaires.**  |
|  | **2.1** | **Equations différentielles linéaires du premier ordre. Méthode de variation de la constante.** |
|  | **2.2** | **Equations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants.**  |

Probabilités discrètes (EC Unité fondamentale)

(1h30 cours et 1h30TD)(Semestre 2)

|  |  |
| --- | --- |
| **ECUF** | **Probabilités discrètes.** |
| **1** | **Séries numériques à termes positifs.** |
|  | **1.1** | **Suite des sommes partielles.** |
|  | **1.2** | **Critère de comparaison, comparaison somme partielle et intégrale (sans passer par les intégrales généralisées) et applications aux séries de Riemann.** |
| **2** | **Introduction au calcul des probabilités sur un ensemble au plus dénombrable.** |
|  | **2.1** | **Expérience aléatoire événements et opérations sur les événements.** |
|  | **2.2** | **Probabilités sur un univers fini; probabilités uniformes; modèles d'urnes.** |
|  | **2.3** | **Conditionnement et indépendance.** |
|  | **2.4** | **Théorème de Bayes et formule de Bayes.** |
| **3** | **Variables aléatoires à une dimension.** |
|  | **3.1** | **Généralités ; Fonction de répartition.** |
|  | **3.2** | **Variables aléatoires discrètes.** |
|  | **3.3** | **Loi de probabilités.** |
|  | **3.4** | **Espérance mathématique; Variance.** |
|  | **3.5** | **Fonction des moments ; génératrices.** |
| **3** | **Exemples de lois usuelles discrètes.** |
|  | **3.1** | **Loi de Bernoulli; Binomiale; Géométrique; Poisson.** |
|  | **3.2** | **Négative binomiale; Hypergéométrique.** |

Algorithmique et Programmation 2 (Unité fondamentale)

(1h30C, 1h30 TD sur machine) (Semestre 2)

|  |  |
| --- | --- |
| **UF** | **Algorithmique et Programmation 2** |
| **1** | **Introduction à la complexité des algorithmes.** |
|  | **1.1** | **Notions de complexité algorithmique en se basant sur un exemple.**  |
|  | **1.2** | **Les grandes familles de complexité d’algorithme :**  **constants, logarithmiques, linéaires, quasi-linéaires, quadratique,**  **cubiques, exponentiels.** |
|  | **1.3** | **Notations asymptotiques.** |
| **2** | **Sur l’allocation de mémoire et l’importance de la dynamicité.** |
| **3** | **Listes chaînées (Unidirectionnelles, bidirectionnelles, circulaires).** |
| **4** | **Opération sur les listes chaînées.** |
|  | **4.1** | **Insertion d’un maillon (au début, au milieu et à la queue d’une liste.** |
|  | **4.2** | **Suppression d’un maillon (au début, au milieu et à la queue d’une liste).** |
| **5** | **Types abstraits de données.** |
| **6** | **Piles, files.** |
|  | **6.1** | **Spécification des opérations (empiler, dépiler, enfiler, défiler, ….).** |
|  | **6.2** | **Implantation avec tableaux et listes chaînées.** |
| **7** | **Piles, files.** |
|  | **7.1** | **Définitions.** |
|  | **7.2** | **Arbres binaires.** |
|  | **7.3** | **Parcours d'Arbres binaires.** |
|  | **7.4** | **Opérations sur les arbres binaires de recherche.** |

Simulation numérique 1 avec Python (Unité Transversale)

(1h Cours, 1h TD sur machine) (Semestre 2)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Simulation numérique 1 avec Python** |
| **1** | **Initiation à Python.** |
| **2** | **Calcul sur les nombres complexes.** |
| **3** | **Fonction d'une variable, traçage de courbes.** |
| **4** | **Calcul sur les polynômes : Racines, PGCD, Schémas de Hörner.** |
| **5** | **Arithmétique: Nombres premiers, Algorithme d'Euclide, Les nombres de Fibonacci, Les nombres de Mersenne, calcul de " a mod b ".** |
| **6** | **Calcul sur les suites.** |
| **7** | **Fonctions continues, la fonction exp : exp(x) = lim (1+x/n)n** |

**Programme des unités d’enseignement de L2**

**Semestre 3**

Algèbre (Unité fondamentale)

 (3h00 Cours et 3h00 TD) (Semestre 3)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Algèbre** |
| **1** | **Réduction des endomorphismes et des matrices carrées.** |
|  | **1.1** | **Généralités.** |
|  |  | * **Éléments propres d’un endomorphisme, d’une matrice carrée.**
 |
|  |  | * **Polynôme caractéristique, polynôme minimal.**
 |
|  | **1.2** | **Endomorphismes.** |
|  |  | * **Endomorphismes et matrices carrées diagonalisables.**
 |
|  |  | * **Endomorphismes nilpotents, matrices nilpotentes.**
 |
|  | **1.3** | **Polynômes d’un endomorphisme, d’une matrice carrée.** |
|  |  | * **Lemme de décomposition des noyaux.**
 |
|  |  | * **Polynômes annulateurs et diagonalisation.**
 |
|  |  | * **Endomorphismes à polynôme minimal scindé.**
 |
| **2** | **Normes.** |
|  | **2.1** | **Normes dans un espace vectoriel.** |
|  | **2.2** | **Normes sur IRn (équivalence admise en général, démontrée pour N1, N2 et N∞.)** |
|  | **2.3** | **Norme induite d’une matrice et d’une application linéaire.** |
| **3** | **Espaces euclidiens.** |
|  | **3.1** | **Produit scalaire.** |
|  | **3.2** | **Norme associée à un produit scalaire.** |
|  | **3.3** | **Bases orthonormées.** |
|  | **3.4** | **Procédé de Schmidt.** |
|  | **3.5** | **Projections.** |

Analyse 3 (Unité fondamentale)

(3h00 Cours et 3h00 TD) (Semestre 3)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Analyse 3 (Semestre 3)** |
| **1** | **Intégrales généralisées.** |
|  | **1.1** | **Généralités.** |
|  | **1.2** | **Convergence absolue.** |
|  | **1.3** | **Critères de comparaison et d’équivalence.** |
|  | **1.4** | **Règle d’Abel.** |
| **2** | **Séries numériques.** |
|  | **2.1** | **Définitions et propriétés.** |
|  | **2.2** | **Séries à termes positifs.** |
|  |  | * **Critère de comparaison.**
 |
|  |  | * **Règles de d’Alembert et de Cauchy.**
 |
|  |  | * **Critères d’équivalence.**
 |
|  | **2.3** | **Séries à termes quelconques** |
|  |  | * **Convergence absolue.**
 |
|  |  | * **Séries alternées.**
 |
|  |  | * **Critère d’Abel.**
 |
|  | **2.4** | **Equivalence des sommes partielles et des restes.** |
|  | **2.5** | **Produit de Cauchy de deux séries absolument convergentes.** |
| **3** | **Eléments de topologie de Rn.** |
|  | **3.1** | **Normes usuelles sur R*n*.**  |
|  | **3.2** | **Boules, voisinages, ouverts, fermés,** |
|  | **3.3** | **Suites de R*n*.**  |
|  | **3.4** | **Adhérence, intérieur et frontière.** |
|  | **3.5** | **Compacité d’une partie de R*n* (définition à l’aide des suites).**  |
|  | **3.6** | **Parties connexes, connexité par arcs.** |
| **4** | **Suites et séries de fonctions.** |
|  | **4.1** | **Suites de fonctions.** |
|  |  | * **Convergences simple et uniforme.**
 |
|  |  | * **Théorèmes de continuité, dérivabilité et d’intégration.**
 |
|  |  | * **Théorème de convergence dominée pour les suites de fonctions continues par morceaux définies sur un intervalle quelconque. (Admis)**
 |
|  | **4.2** | **Séries de fonctions.** |
|  |  | * **Convergences simple uniforme et normale.**
 |
|  |  | * **Critère d’Abel.**
 |
|  |  | * **Théorèmes de passage à la limite, de dérivation et d’intégration terme à terme.**
 |

Probabilités (Unité fondamentale)

(1h30 Cours et 1h30 TD)(Semestre 3)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Probabilités (Semestre 3)** |
| **1** | **Espace probabilisé** |
|  | **1.1** | **Tribu (Tribu engendrée, Tribu borélienne)** |
|  | **1.2** | **Espace probabilisé, probabilité****Distinguer deux cas : cas discret (L’univers est au plus dénombrable), cas continu (L’univers est non dénombrable tel qu’un intervalle non réduit à un point)** |
|  | **1.3** | **Probabilité conditionnelle, indépendance** |
|  | **1.4** | **Formule de la probabilité totale, théorème de Bayes et applications** |
| **2** | **Loi d’une variable aléatoire continue réelle** |
|  | **2.1** | **Densité d'une variable aléatoire réelle** |
|  | **2.2** | **Fonction de répartition, Médiane, Quantile, Mode** |
|  | **2.3** | **Espérance mathématique, variance, moments d’ordre supérieurs** |
|  | **2.4** | **Calcul de loi (loi de g(X))** |
|  | **2.5** | **Fonction génératrice des moments et calcul de E(g(X))** |
| **3** | **Lois usuelles continues** |
|  | **3.1** | **Loi uniforme** |
|  | **3.2** | **Loi exponentielle, loi de Cauchy, loi Gamma** |
|  | **3.3** | **Loi normale** |
| **4** | **Lois dérivées de la loi normale** |
|  | **4.1** | **Loi Khi deux** |
|  | **4.2** | **Loi de Student** |
|  | **4.3** | **Loi de Fisher** |
| **5** | **Lois jointes** |
|  | **5.1** | **Lois jointes continues, densité marginale, densité conditionnelle, Théorème de changement variables (Loi de g(X, Y))** |
|  | **5.2** | **Loi de la somme des variables aléatoires indépendantes continues** |
|  | **5.3** | **E (g(X, Y)), Covariance, Corrélation linéaire, régression linéaire simple** |
| **6** | **Convergence des suites de variables aléatoires et TCL** |
|  | **6.1** | **Inégalités en probabilités (Inégalité de Tchebychev, Inégalité de Markov)** |
|  | **6.2** | **Fonction caractéristique** |
|  | **6.3** | **Types de convergence des suites de variables aléatoires dans le cas continue ou discret (Convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence en loi)** |
|  | **6.4** | **Théorème central limite et loi des grands nombres** |
|  | **6.5** | **Applications du TCL** |
| **7** | **Outils et méthodes de simulation** |
|  | **7.1** | **Méthode de simulation de variables aléatoires (Méthode d’inversion, Acceptation rejet)** |
|  | **7.2** | **Méthode de Monte-Carlo** |

Electromagnétisme (Unité fondamentale)

 (1h30 Cours et 1h30 TD)(Semestre 3)

|  |  |
| --- | --- |
| **UF** | **ELECTROMAGNETISME  :Semestre 2** |
| **1** | **Electrostatique. Magnétostatique.** |
| **2** | **Régimes variables.** |
| **3** | **Force électromotrice. Loi de Faraday-Henry.** |
| **4** | **Equation d’Ampère-Maxwell. Equation de Maxwell.** |
| **5** | **Potentiels électromagnétiques.** |
| **6** | **Electrostatique. Magnétostatique.** |
| **7** | **Solutions en ondes planes des équations de Maxwell.** |
| **8** | **Polarisation.** |
| **9** | **Milieux électriques et aimantes. Milieux conducteurs.** |
| **10** | **Conditions de raccordement.** |
| **11** | **Conservation de l’énergie.** |

Anglais 1, 2 et 3 (Unité Transversale)

(01h30 TD) (Semestre 1,2 et 3)

**Une certification des compétences de ce module est exigible**

**Les unités se déroulent uniquement sous forme de TD. A chaque séance, les «compétences» suivantes seront systématiquement cultivées.**

* **Compréhension orale : par le biais de documents audio/vidéo authentiques traitant de sujets d'actualité politique, sociale et bien évidemment scientifique. Une «teinte thématique» conditionnera le choix des supports documentaires afin de fournir aux étudiants, outre un bon niveau d'anglais général et usuel, une connaissance solide du vocabulaire spécifique à leur discipline principale.**
* **Expression orale en continu : par le biais de petites présentations hebdomadaires d'entraînement à la prise de parole (obligatoires mais non notées – sauf si la prestation permet l'octroi d’une note valorisante), d'une durée de 5 à 10 minutes, sur un sujet choisi par l'étudiant. Chaque présentation sera suivie d'un échange (questions / réponses) avec le reste du groupe TD.**
* **Interaction orale : échanges étudiants / enseignant mais également et surtout étudiants / étudiants. Débats d'idées, opposition, collaboration, etc. Il s'agit de favoriser la communication et d'encourager les étudiants à surmonter des appréhensions bien souvent liées à un manque de pratique.**
* **Compréhension écrite : étude de différents types de documents écrits authentiques (article de revue scientifique, article de journal, etc...).**

**L'optique générale est semblable à celle de la compréhension orale dans le choix des thèmes abordés.**

**Programme des unités d’enseignement de L2**

**Semestre 4**

Optimisation et recherche opérationnelle 1 (Unité Fondamentale)

 (3h Cours , 3h TD ) (Semestre 4)

**Optimisation 1  (calcul intégral et optimisation sans contraintes)**

**Objectif : Apprendre à résoudre des problèmes d’optimisation sans contraintes dans Rn**

**Prérequis : Analyse 1 et 2 (dérivabilité, développement limité, convexité et concavité des fonctions à une seule variables)**

**Programme :**

**Chapitre 1 : Fonctions à plusieurs variables et calcul différentiel.**

**Limite et continuité. Dérivées partielles premières et secondes et composition. Différentiabilité, différentiabilité-continuité-existence de dérivées partielles, théorème de Schwatz. Formules de Taylor (au moins à l’ordre 2)**

**Chapitre 2 : Convexité**

**Les ensembles convexes. Les fonctions convexes, épigraphe, continuité des fonctions convexes, …Caractérisation de la convexité avec la dérivée première et seconde, les fonctions strictement convexes et les fonctions alpha convexes et leurs caractérisations avec les dérivées premières et secondes.**

**Chapitre 3 : Optimisation sans contraintes**

**Condition nécessaire, Condition suffisante d’optimalité. Nature des points critiques. Cas des fonctions convexes et concaves. L’optimisation quadratique. Algorithmes : Méthode de relaxation, Méthode de gradient, gradient à pas optimal et à pas conjugué.**

**Recherche Opérationnelle 1 : (Théorie de graphe et applications)**

**Objectif : Maîtriser les outils de base de l'optimisation combinatoire et discrète**

**Prérequis : Algorithmique**

**Programme :**

**Problème du plus court chemin (le problème de voyageur de commerce). Problème de flot maximal. Ordonnancement de projet.**

**Problème de coloriage (le sodoku, répartition de jeux olympiques,..)**

**Algorithmes pouvant être programmés:**

**algorithme de Dijkstra**

**algorithme de coloration de Welsh et Powel**

**Branch – and – bound (séparation et évaluation)**

**Algorithme de fourmi (métaheurisique pour la recherche du plus court chemin)**

**Les tests peuvent se faire sur des problèmes réels ou des instances issues de bibliothèques telles que l’OR-library.**

Analyse 4 (Unité fondamentale)

(3h00 Cours et 3h00 TD) (Semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Analyse 4** |
| **1** | **Séries entières.** |
|  | **1.1** | **Lemme d’Abel, rayon de convergence.** |
|  | **1.2** | **Dérivation et intégration des séries entières réelles.** |
|  | **1.3** | **Fonctions usuelles d’une variable complexe.** |
|  | **1.4** | **Développement en séries entières des fonctions usuelles.** |
|  | **1.5** | **Produit de deux séries entières.** |
|  | **1.6** | **Parties connexes, connexité par arcs.** |
| **2** | **Séries de Fourier.** |
|  | **2.1** | **Lemme d’Abel, rayon de convergence.** |
|  | **2.2** | **Dérivation et intégration des séries entières réelles.** |
|  | **2.3** | **Fonctions usuelles d’une variable complexe.** |
|  | **2.4** | **Développement en séries entières des fonctions usuelles.** |
|  | **2.5** | **Produit de deux séries entières.** |
| **3** | **Fonctions à plusieurs variables.** |
|  | **3.1** | **Limite.** |
|  | **3.2** | **Continuité.** |
| **4** | **Calcul différentiel.** |
|  | **4.1** | **Dérivées partielles d’ordre 1 et 2, fonctions de classe *C*1 et de classe *C*2 sur un ouvert de R*n*.**  |
|  | **4.2** | **Différentiabilité d’une fonction de R*n* dans R*m*; matrice jacobienne.**  |
|  | **4.3** | **Théorème de Schwarz.** |
|  | **4.4** | **Formule de Taylor d’ordre 2, matrices hessiennes, extrémas.** |
| **5** | **Intégrale dépendant d’un paramètre.** |
|  | **5.1** | **Continuité.** |
|  | **5.2** | **Dérivabilité.** |

 Probabilités (Unité fondamentale)

(1h30 Cours et 1h30TD) (Semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Initiation à la Probabilité** |
| **1** | **Espace probabilisé** |
|  | **1.1** | **Tribu (Tribu engendrée, Tribu borélienne)** |
|  | **1.2** | **Espace probabilisé, probabilité****Distinguer deux cas : cas discret (L’univers est au plus dénombrable), cas continu (L’univers est non dénombrable tel qu’un intervalle non réduit à un point)** |
|  | **1.3** | **Probabilitéconditionnelle,indépendance** |
|  | **1.4** | **Formule de la probabilité totale, théorème de Bayes et applications** |
| **2** | **Loi d’une variable aléatoire continue réelle** |
|  | **2.1** | **Densité d'une variable aléatoire réelle** |
|  | **2.2** | **Fonction de répartition, Médiane, Quantile, Mode** |
|  | **2.3** | **Espérance mathématique, variance, moments d’ordre supérieurs** |
|  | **2.4** | **Calcul de loi (loi de g(X))** |
|  | **2.5** | **Fonction génératrice des moments et calcul de E(g(X))** |
| **3** | **Lois usuelles continues** |
|  | **3.1** | **Loiuniforme** |
|  | **3.2** | **Loi exponentielle, loi de Cauchy, loi Gamma** |
|  | **3.3** | **Loinormale** |
| **4** | **Lois dérivées de la loi normale** |
|  | **4.1** | **Loi Khi deux** |
|  | **4.2** | **Loi de Student** |
|  | **4.3** | **Loi de Fisher** |
| **5** | **Lois jointes** |
|  | **5.1** | **Lois jointes continues, densité marginale, densité conditionnelle, Théorème de changement variables (Loi de g(X,Y) )** |
|  | **5.2** | **Loi de la somme des variables aléatoires indépendantes continues** |
|  | **5.3** | **E(g(X,Y)), Covariance, Corrélation linéaire, régression linéaire simple** |
| **6** | **Convergence des suites de variables aléatoires et TCL** |
|  | **6.1** | **Inégalités en probabilités (Inégalité de Tchebychev, Inégalité de Markov)** |
|  | **6.2** | **Fonction caractéristique** |
|  | **6.3** | **Types de convergence des suites de variables aléatoires dans le cas continue ou discret (Convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence en loi)** |
|  | **6.4** | **Théorème central limite et loi des grands nombres** |
|  | **6.5** | **Applications du TCL** |
| **7** | **Outils et méthodes de simulation** |
|  | **7.1** | **Méthode de simulation de variables aléatoires (Méthode d’inversion, Acceptation rejet)** |
|  | **7.2** | **Méthode de Monte-Carlo** |

Simulation numérique avec Python 2 (Unité Transversale)

(02h00 TD sur machine) (Semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Simulation numérique avec Python 2** |
| **1** | **Interpolation polynomiale de Lagrange.** |
| **2** | **Intégration numérique : Méthodes composites(méthode des rectangles, méthode des trapèzes, méthode de Simpson).** |
| **3** | **Calcul matriciel.** |
| **4** | **Équations linéaires : méthodes directes (méthode d'élimination de Gauss, décomposition LU, décomposition de Cholesky).** |
| **5** | **Équations non linéaires (cas des fonctions d’une variable) : Méthodes itératives(Méthode de Newton).** |

**Programme des unités d’enseignement de L3**

**Semestre 5**

Intégration et Probabilités (Unité fondamentale)

 (3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **UEF** | **Intégration et Probabilités** | **NbreHeuresCours** |
| **1** | **Espace mesuré** |  |
|  | **1.1** | **Tribus*** **Définition, opérations sur les tribus**
* **Tribu engendrée**
* **Tribuborélienne**
* **Tribu produit**
 | **3h00** |
|  | **1.2** | **Application mesurable*** **Définitions**
* **Opérations sur les applications mesurables**
* **Fonctions boréliennes**
 | **1h30** |
|  | **1.3** | **Mesures*** **Définition et propriétés élémentaires**
* **Mesure de Dirac, Mesure de comptage**
* **Mesure de Lebesgue (Existence et unicité admises)**
* **Mesure image et mesure à densité**
 | **1h30** |
|  | **1.4**  | **Classe monotone** * **Définition, opérations sur les classes monotones**
* **Lemme de classe monotone et théorème d’unicité**
* **Application: Unicité de la mesure de Lebesgue**
 | **1h30** |
| **2** | **Intégrale par rapport à une mesure** |  |
|  | **2.1** | **Intégrale d’une fonction mesurable positive*** **Intégrale d’une fonction étagée**
* **Intégrale d’une fonction mesurable positive**
* **linéarité de l’intégrale, monotonie de l’intégrale**
* **Théorème de convergence monotone (première version)**
* **Lemme de Fatou (première version)**
 | **3h00** |
|  | **2.2** | **Fonction intégrable*** **Définition et propriétés élémentaires**
* **Inégalité de Markov**
 | **1h30** |
|  | **2.3** | **Théorèmes de convergence** * **Ensemble négligeable**
* **Théorème de convergence monotone**
* **Lemme de Fatou**
* **Théorème de convergence dominée**
 | **3h00** |
|  | **2.4** | **Intégrale dépendant d’un paramètre*** **Théorème de continuité sous l’intégrale**
* **Théorème de dérivation sous l’intégrale**
 | **1h30** |
| **3** | **Espace mesuré produit** |  |
|  | **3.1** | **Produit de deux mesures sigma-finie** | **1h30** |
|  | **3.2** | **Théorème de Fubini-Tonnellei et Théorème de Fubini*** **Thérème de Fubini-Tonnelli**
* **Théorème de Fubini**
* **Extention: Produit de n mesures sigma-fini**
 | **1h30** |
| **4** | **Intégrale de Lebesgue** |  |
|  | **4.1** | **Quelques propriétés de la mesure de Lebesgue*** **Invariance par translations**
* **Régularité (inférieurement, extérieurement)**
* **Lien avec l’intégrale usuelle (de Riemann)**
 | **3h00** |
|  | **4.2** | **Mesure de Lebesgue sur IR^d** | **1h30** |
|  | **4.3** | **Théorème de changement de variables*** **Difféomorphisme et jacobien**
* **Formule de changement de variables**
* **Exemples : Coordonnées polaires de IR^2, Coordonnées sphériques de IR^3.**
 | **1h30** |
| **5** | **Espace probabilisé**  |  |
|  | **5.1** | **Vocabulaires probabilistes*** **Evénement, probabilité, univers,… etc**
* **Modèle d’urnes(rappel)**
 | **1h30** |
|  | **5.2** | **Probabilité conditionnelle*** **Définition**
* **Formules des probabilités totales**
* **Formule de Bayes**
* **Formule des probabilités composées**
 | **1h30** |
|  | **5.3** | **Indépendance*** **Evénements indépendants**
* **Lemme de Borel-Cantelli**
* **Familles indépendantes (Démontrer que si les familles sont indépendantes et stables par intersections finies, alors les tribus engendrées sont aussi indépendantes)**
 | **3h00** |
| **6** | **Variables aléatoires** |  |
|  | **6.1** | **Définition et loi*** **Cas particuliers : v.a entière, discrète, réelle, numérique, vectorielle, complexe**
* **Opérations sur les variables aléatoires**
* **Lois discrètes usuelles : Loi de Dirac, Bernoulli, uniforme sur un ensemble fini, binomiale, géométrique, loi de Poisson.**
* **Lois usuelles à densités : Loi uniforme sur [a,b], loi exponentielle, loi gaussienne, loi de Cauchy, loi Gamma.**
 | **3h00** |
|  | **6.2** | **Espérance et moments d’une variable aléatoire réelle*** **Définition de l’espérance**
* **Formule de transfert**
* **Cas de v.a discrètes et cas de v.a à densité**
* **Théorèmes de convergence (Rappels de 4.3)**
* **Caractérisation de la loi par la méthode de l’espérance**
* **Moments, variance**
* **Inégalité de Markov et inégalité de Tchebychev**
 | **3h00** |
|  | **6.3** | **Fonction de répartition et fonction génératrice** * **Définition et propriétés de la fonction de répartition**
* **Exemples : Fonctions de répartition des lois usuelles**
* **Définition et propriétés de la fonction génératrice**
* **Exemples : Fonctions génératrices des lois usuelles**
 | **1h30** |
| **7** | **Variables aléatoires indépendantes** |  |
|  | **7.1** | **Définitions et propriétés*** **Loi conjointe coïncide avec le produit des lois marginales**
* **Indépendance et fonctions de répartitions**
* **Indépendance et fonction génératrices**
 | **3h00** |
|  | **7.2** | **Indépendance et densités**  | **1h30** |
|  | **7.3** | **Somme de v.a.r indépendantes** | **1h30** |

Calcul différentiel et Topologie sur les espaces métriques (Unité fondamentale)

 (3h Cours et 3h TD) (Semestre 5)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Calcul différentiel et Topologie sur les espaces métriques** |
| 1. **CALCUL DIFFERENTIEL**
 |
| **1** | **Applications Différentiables.** |
|  | **1.1** | **Espaces vectoriels normés et applications linéaires** |
|  | **1.2** | **Différentiabilité.** |
|  | **1.3** | **Différentielles de quelques applications particulières.** |
|  | **1.4** | **Dérivées directionnelles.** |
|  | **1.5** | **Fonctions définies sur un espace de dimension finie.** |
|  |  | * **Dérivées partielles.**
 |
|  |  | * **Matrice Jacobienne.**
 |
|  |  | * **Opérateurs différentiels classiques : Gradient, divergence, rotationnel en dimension 3.**
 |
| **2** | **Théorème des accroissements finis.** |
|  | **2.1** | **Théorème des accroissements finis.** |
|  | **2.2** | **Critère pratique de différentiabilité.** |
|  | **2.3** | **Différentielle et applications lipchitziennes.** |
|  | **2.4** | **Différentielle et convergence uniforme (suites et séries de fonctions différentiables).** |
| **3** | **Inversions locales et fonctions implicites.** |
|  | **3.1** | **Difféomorphismes de classe Ck, k>0.** |
|  | **3.2** | **Théorème d’inversion locale.** |
|  | **3.3** | **Fonctions implicites.** |
|  |  | * **Théorème des fonctions implicites.**
 |
|  |  | * **Différentielle de l'application implicite.**
 |
| **4** | **Différentielles d’ordre supérieur.** |
|  | **4.1** | **Différentielles d’ordre 2.** |
|  | **4.2** | **Théorème de Schwartz.** |
|  | **4.3** | **Différentielles partielles d’ordre 2.** |
|  | **4.4** | **Différentielles d’ordre supérieur.** |
|  | **4.5** | **Symétrie des différentielles d’ordre supérieur.** |
|  | **4.6** | **Formules de Taylor : Formule de Taylor avec reste intégral.** |
|  | **4.7** | **Formule de Taylor-Lagrange, Formule de Taylor-Young.** |
|  | **4.8** | **Extrema relatifs d’une fonction.** |
| 1. **TOPOLOGIE SUR LES ESPACES METRIQUES**
 |
| **1** | **Espaces métriques.** |
|  | **1.1** | **Distances, sous espaces métriques, distances équivalentes.** |
|  | **1.2** | **Métrique induite, espace produit, partie bornée.** |
|  | **1.3** | **Normes, Espace vectoriel normé, normes équivalentes.** |
|  | **1.5** | **Fermés, base de voisinages, espace topologique séparé, intérieur, adhérence.** |
|  | **1.6** | **Suites dans un espace métrique.** |
|  | **1.7** | **Applications continues, homéomorphismes : (continuité dans les espaces métriques, continuité séquentielle, applications ouvertes, applications fermées.)** |
| **2** | **Compacité.** |
|  | **2.1** | **Définition (Borel-Lebesgue) et exemples.** |
|  | **2.2** | **Propriétés élémentaires.** |
|  | **2.3** | **Continuité et compacité (Théorème de Weirstrass).** |
|  | **2.4** | **Compacité et suites, espaces métriques compacts (Bolzano-Weierstrass), Théorème de Heine.** |
|  | **2.5** | **Compacité dans les espaces vectoriels normés.** |
| **3** | **Complétion.** |
|  | **3.1** | **Suites de Cauchy.** |
|  | **3.2** | **Complétude.** |
|  | **3.3** | **Prolongement d’une application uniformément continue.** |
|  | **3.4** | **Complété d’un espace métrique.** |
|  | **3.5** | **Théorème du point fixe.** |
| **4** | **Connexité.** |
|  | **4.1** | **Connexité, exemple fondamental.**  |
|  | **4.2** | **Fonctions continues et connexité.**  |
|  | **4.3** | **Union, adhérence et produit, composantes connexes.** |
|  | **4.4** | **Connexité par arcs.**  |

Analyse numérique 2 (Unité Fondamentale)

(1h30 Cours, 1h30 TD) (Semestre 5)

**Analyse Numérique II**

**Objectif : Résolution numérique des systèmes linéaires et non linéaires.**

**Pré-requis : Algèbre 1 et 2 (outil d’Algèbre linéaire : espaces vectoriels, application linéaire, matrice, déterminant, valeurs propres et vecteurs propres d’une matrice, …).**

**Programme :**

**Chapitre 1 : Rappel et Complément d’algèbre**

**Rappel d’algèbre linéaire (matrice, déterminant, systèmes linéaires, valeurs propres, vecteurs propres, …).**

**Normes vectorielles et matricielles. Suites de vecteurs et de matrices. Les matrices symétriques définies positives. Conditionnement d’une matrice.**

**Chapitre 2 : Méthodes directes de résolution des systèmes linéaires**

**Conditionnement d’un système linéaire et erreurs d’arrondis. Méthode de Gauss. Méthode LU.**

**Méthode de Scholesky.**

**Chapitre 3 : Méthodes itératives de résolution des systèmes linéaires**

**Etude générale. Convergence et rapidité d’une méthode itérative. Méthode de Jacobi, Gauss-Seidel et relaxation. Méthode du gradient. Méthode du gradient conjugué**

**Chapitre 4. : Résolution numérique des systèmes non linéaires**

**Méthode de point fixe : convergence locale et globale. Méthode de Newton : convergence locale et globale.**

**TP sous Matlab.**

Introduction intelligence artificielle (Unité transversale)

(1h00 C, 1H00 TD sur machine) (Semestre 5)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Introduction Intelligence artificielle** |
| **1** | **Introduction.** |
| **2** | **Formulation d’un problème.** |
|  | **2.1** | **Rappels sur les logiques.** |
|  | **2.2** | **Programmation logique.** |
| **3** | **Résolution d’un problème par recherche aveugle.** |
|  | **3.1** | **Largeur d’abord** |
|  | **3.2** | **Profondeur d’abord.** |
|  | **3.3** | **Profondeur limitée.** |
|  | **3.4** | **Profondeur limitée itérative.** |
| **4** | **Résolution d’un problème par recherche heuristique.** |
|  | **4.1** | **Recherche best-first.** |
|  | **4.2** | **Hillclimbing.** |
|  | **4.3** | **Algorithme A\*, heuristiques.** |
|  | **4.4** | **Recherche en faisceau (beamsearch).** |
|  | **4.5** | **Recherche par recuit-simulé.** |
| **5** | **Jeux stratégiques et algorithmes recherche.** |
|  | **5.1** | **min-max.** |
|  | **5.2** | **alpha-beta.** |

Introduction Data Sciences (EC Unité Transversale)

 (1h30 C, 1H30TD sur machine)(Semestre 5)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Introduction Data Science: Librairies Pandas et sklearn.** |
| **1** | **Statistique exploratoire des données.** |
| **2** | **Les méthodes de classification (knn, svm,...).** |
| **3** | **Les problèmes de régressions.** |
| **4** | **Evaluation des modèles (cross validation, scores,...).** |

**Programme des unités d’enseignement de L3**

**Semestre 6**

Probabilités avancées et Initiation à la théorie des tests (Unité fondamentale)

 (3hCours, 3h TD)(Semestre 6)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Probabilités avancées et Initiation à la théorie des tests** |
| 1. **Probabilités avancées**
 |
| **1** | **Rappel** |
|  | **1.1** | **Lois de probabilités** |
|  | **1.2** | **Notion d’indépendance** |
| **2** | **Vecteurs Gaussiens** |
|  | **2.1** | **Exemple fondamental** |
|  | **2.2** | **Définition, fonction des moments génératrice d’un vecteur Gaussien** |
|  | **2.3** | **Transformation linéaire d’un vecteur gaussien** |
|  | **2.4** | **Vecteurs gaussiens et indépendance** |
| **3** | **Espérance conditionnelle sur L2(Ω)** |
|  | **3.1** | **Espérance conditionnelle (projection), propriétés** |
|  | **3.2** | **Lois conditionnelles (noyau)** |
| **4** | **Convergence des suites de variables aléatoires** |
|  | **4.1** | **Lemme de Borel-Cantelli** |
|  | **4.2** | **Convergence presque sûrement, convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence dans Lp, convergence en loi**  |
|  | **4.3** | **Loi des grands nombres** |
|  | **4.4** | **Théorème central limite (version multivariée)** |
| 1. **Initiation à la théorie des tests: Semestre6**
 |
| **1** | **Estimateur et ses propriétés statistiques** |
|  | **1.1** | **Définitions (statistique, estimateur, estimation), Modèle statistique paramétrique** |
|  | **1.2** | **Propriétés des estimateurs (Biais, asymptotiquement sans biais, estimateur convergent,asymptotiquement convergent)** |
|  | **1.3** | **Ordre sur les estimateurs (Erreur quadratique moyenne, estimateur efficace, estimateur asymptotiquement efficace)** |
| **2** | **Méthode du maximum de vraisemblance (MV)** |
|  | **2.1** | **Introduction de la méthode** |
|  | **2.2** | **Fonction de vraisemblance, Information de Fisher, Inégalité de Rao-Cramer et mesure de l’efficacité** |
|  | **2.3** | **Propriétés asymptotiques de l’estimateur MV** |
|  | **2.4**  |  **Applications (loi exponentielle, loi normale, loi de Poisson, loi de Bernoulli)** |
| **3** | **Méthode des moments** |
|  | **3.1** | **Introduction de la méthode** |
|  | **3.2** | **Applications (loi exponentielle, loi normale, loi de Poisson, loi de Bernoulli)** |
| **4** | **Intervalles de confiance** |
|  | **4.1** | **Introduction** |
|  | **4.2** | **Construction des intervalles de confiance** |
|  | **4.3** | **Intervalle de confiance de la moyenne et de la variance** |
| **5** | **Tests paramétriques** |
|  | **5.1** | **Généralités** |
|  | **5.2** | **Tests de conformité (paramètre vectoriel, fréquence, moyenne, variance)** |
|  | **5.3** | **Etude du cas gaussien (effectif réduit et large effectif)** |
| **6** | **Test de Khi-deux** |
|  | **6.1** | **Généralités sur la construction du test** |
|  | **6.2** | **Tests d’adéquation d’une loi théorique** |

Résolution numérique des EDO (Unité fondamentale)

 (3h Cours, 3h TD ) (Semestre 6)

**Résolution numérique des EDO et EDP**

**Objectif : Résolution numérique de quelques EDO et EDP en dimension 1**

**Pré-requis : (Calcul intégral, équations différentiel, analyse numérique I et analyse numérique II)**

**Programme :**

**Chapitre 1 : Introduction aux équations différentielles**

**Rappel sur les techniques de résolution des équations différentielles ordinaires du 1er et second ordre (les équations linéaires, les équations à variables séparées, les équations homogènes, les équations de Bernouilli, les équations de Ricatti…).**

**Rappel sur les théorèmes d’existence et d’unicité : problème de Cauchy, théorème de Cauchy-Lipschitz, motivation.**

**Chapitre 2 : Résolution numérique des EDO**

**EDO et intégration numérique : Schémas d’Euler explicite, implicite**

**Consistance, ordre, stabilité et convergence d’un schéma à un pas.**

**Schéma de Runge-Kutta.**

**Chapitre 3 : Méthode des différences finies**

**Discrétisation de l’équation de Laplace 1D avec des conditions aux limites de types : Dirichlet, Neuman et mixtes.**

**Cas plus général d’équations elliptique 1D : exemple déformation d’un fil élastique**

**Discrétisation de l’équation de la chaleur 1D, schéma d’Euler explicite, schéma d’Euler implicite, théta schéma et schéma de Crank-Nicolson.**

**Discrétisation de l’équation de transport 1D**

**Discrétisation de l’équation des ondes 1D (équation de la corde vibrante).**

## Descriptif des activités pratiques

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| *Une des originalités de cette formation est qu’elle associe la finalité professionnelle à une formation générale solide. À sa sortie, le titulaire est polyvalent, capable de s’adapter à des situations professionnelles diverses dans les différents secteurs d’activité. Le titulaire d'une licence dispose d’une formation orientée métiers.* *Les activités pratiques sont envisagées comme suit :****Le Projet De Fin d'Etude :****Projet tutoré* *Les projets tutorés sont réalisés pendant le semestre cinq de la formation par des groupes d’environ trois étudiants. Ils laissent une forte initiative au groupe et ils impliquent un temps de travail important en dehors des enseignements prévus dans l'emploi du temps.**Les projets tutorés peuvent comprendre:**•    des visites d’entreprises**•    des conférences**•    des jeux d’entreprise et simulations**•    des recherches documentaire, bibliographiques ( Réduite de Jordan, Fonctions harmoniques …)**•    des missions débouchant sur la résolution de problèmes concrets (études, organisation de manifestations,…)**Les Stages:**Deux stages dans des établissements industriels et commerciaux sont prévus durant le cursus de formation :**Un stage d’initiation : d’une durée de 3 semaines. Il est effectué à la fin de la deuxième année. Il valide le passage au semestre cinq. Son objectif est de permettre de découvrir les réalités et les impératifs du milieu industriel et commercial.**Un stage de fin d’études : Il est effectué tout au long du semestre 6 encadré par un enseignant de la filière et co-encadré par un industriel. L’objectif visé par ce stage est de concrétiser les connaissances techniques acquises durant la formation sous forme de réalisation de projets à caractère appliqué.* |