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

|  |
| --- |
| Licence Mathématiques :Parcours Mathématiques et Informatique (MI)**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 |
| **Parcours (ou spécialité)** | Mathématiques & Informatique |
| **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 :****enseignant/e-chercheur/euse, enseignant/e dans les écoles, les collèges ou les lycées, ingénieur/e calcul, responsable de sécurité informatique, actuaire (projection en calcul de risques), analyste financier/ère, biostatisticien/ne, cryptographe, data scientiste, statisticien/ne, Ingénieure des travaux de la météorologie, Contrôleur/euse d'approche aérienne.* |

## Objectifs de la formation

### Objectif général

|  |
| --- |
| ***Objectif général :*** *La licence de mathématique vise à donner en trois ans une culture générale mathématique, permettant au futur diplômé de poursuivre ses études par un master ou une école d'ingénieur pour viser des débouchés professionnels.* *Elle s'ouvre aux métiers de l'enseignement et de la recherche ainsi qu'aux écoles d'ingénieurs. Elle dispense une formation généraliste en mathématiques.**L'objectif principal de la formation est de permettre l'acquisition de connaissances solides dans toutes les branches classiques des mathématiques (algèbre, géométrie, analyse, probabilités).Parallèlement, les étudiants apprennent un langage de programmation et se familiarisent avec un logiciel de calcul scientifique tout en restant ouvert aux disciplines connexes comme la statistique ou la physique.* |

### Objectifs spécifiques

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| ***Objectif spécifique****: Préciser deux ou trois objectifs spécifiques de la formation proposée.****Définition :****Il concerne une compétence ou un nombre réduit de compétences. Il découle de l’objectif général.**L'énoncé d'un objectif spécifique comporte : un verbe d'action qui décrit le comportement ou la performance visés (le comportement ou la performance est observable).****Exemple :****Développer les techniques de commerce international chez les apprenants.* |

|  |
| --- |
| ***Objectifs spécifiques :****Organiser et critiquer un raisonnement mathématique et rédiger de manière rigoureuse.**Modéliser des problèmes et les résoudre par des méthodes numériques ou statistiques.**Maîtriser des outils d’informatique et de programmation.**Utiliser des logiciels de calcul formels et scientifiques* *Mettre en œuvre des algorithmes de base de calcul numérique.**Utiliser les techniques de bases en probabilités et statistiques.**Développer les compétences linguistiques pour agir dans un environnement international.**Développer les habiletés en communication et management interculturels pour pouvoir assumer des postes de responsabilités dans une organisation internationale.* |

### Acquis d’apprentissages (Learning Outcomes)

|  |
| --- |
| *A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :**Connaissances (savoir) :**Analyser une situation complexe et savoir repérer les éléments dominants**Utiliser des logiciels d’acquisition et d’analyse de données adaptés**Utiliser un langage de programmation* *Aptitudes (savoir-faire) :**Traduire un problème simple en langage mathématique.**Organiser un raisonnement mathématique et rédiger de manière synthétique et rigoureuse.**Mettre en œuvre une démarche statistique pour le traitement des données.**Utiliser les propriétés algébriques, analytiques et géométriques (dans le plan et l'espace), et mettre en œuvre une intuition géométrique.**Résoudre des équations (linéaires, algébriques, différentielles) de façon exacte et par des méthodes numériques.**Écrire et mettre en œuvre des algorithmes de base de calcul scientifique.**Utiliser des logiciels de calcul formel et scientifique.**Attitudes (savoir-être) :**Savoir identifier ses compétences et les communiquer,**Travailler en équipe : s’intégrer, se positionner, collaborer**Rédiger et préparer des supports de communication.**Effectuer une recherche d’information, selon différents modes d’accès (Internet, bibliographie), et pouvoir faire une analyse de pertinence et une synthèse.* |

## 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 40% | * Année 1 : 30
* Année 2 : 30
* Année 3 : 40
* Année 4 : 40
 |
| Bac Sciences expérimentales | [x]  Oui [ ]  Non 20% |
| Bac Economie et Gestion | [ ]  Oui [ ]  Non % |
| Bac Informatique | [x]  Oui [ ]  Non 30% |
| Bac Lettres | [ ]  Oui [ ]  Non % |
| Bac Sport | [ ]  Oui [ ]  Non % |
| Bac Technique | [x]  Oui [ ]  Non 10% |
| Autres (à préciser) : | [ ]  Oui [ ]  Non % |

Test d’admission : [ ]  Oui [x]  Non

## Perspectives académiques

|  |
| --- |
| *L’obtention de cette licence ouvre l’accès à différents masters :**Mathématiques fondamentales, Mathématiques appliquées, éducation et formation, préparation de l’agrégation, ingénierie mathématique....**Et, sous conditions, aux masters des disciplines d’application des mathématiques :**informatique, actuariat, Data sciences, Big data, ingénierie mécanique, banque et finance, logistique...* |

## Perspectives à l'échelle internationale

|  |
| --- |
| *Cette formation offre des possibilités de mobilités dans le cadre international en se présentant aux différents programmes de mobilité telles que:**Erasmus, Co-diplômation, PFE, Bourses d’alternance, Parrainage…* |

# 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 la CNS.******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: 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** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 1** | **LMI111** |  | **Algèbre 1** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 1** | **LMI112** |  | **Analyse 1** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 1** | **LMI113** |  | **Algorithmique et programmation** 1 | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Unité Optionnelle** | **LMI114** |  | **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** | **Unité Transversale** | **LMI115** | **LMI115/1** | **Anglais1** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMI115/2** | **Simulation statistique avec R** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques: 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** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 2** | **LMI121** |  | **Algèbre 2** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 2** | **LMI122** | **LMI122/1** | **Analyse 2** | **21** | **21** |  | **4** | **7** | **2** | **4** |  | **1h30** |
| **LMI122/2** | **Probabilités discrètes** | **21** | **21** | **3** | **2** | **1h30** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 2** | **LMI123** |  | **Algorithmique et****programmation 2** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Unité Optionnelle** | **LMI124** |  | **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** | **Unité Transversale** | **LMI125** | **LMI125/1** | **Anglais 2** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMI125/2** | **Simulation numérique 1 avec Python** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 343** |  |  | **161** | **181** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques: Semestre -3**

**Parcours Math & Info (MI)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 3** | **LMI231** |  | **Algèbre 3** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 3** | **LMI232** |  | **Analyse 3** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Fondement des bases des données** | **LMI233** |  | **Fondement des bases des données** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Unité Optionnelle** | **LMI234** |  | **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** | **Unité Transversale** | **LMI235** | **LMI235/1** | **Anglais 3** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMI235/2** | **Introduction aux réseaux informatiques** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 343** |  |  | **161** | **182** | **161** | **182** | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques: Semestre -4**

**Parcours Math & Info (MI)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Algèbre 4** | **LMI241** |  | **Algèbre 4** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 4** | **LMI242** |  | **Analyse 4** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Conception des Systèmes d’information** | **LMI243** |  | **Conception des Systèmes d’information** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Unité Optionnelle** | **LMI244** |  | **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** | **Unité Transversale** | **LMI245** | **LMI245/1** | **Simulation numérique avec Python 2**  | **14** | **14** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMI245/2** | **Logiciels (\*)** |  | **21** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL:343** |  |  | **161** | **182** | **161** | **182** | **30** |  | **15** |  |  |

**(\*) Excel avancé – Logiciel SPSS – Maple ou autre**

**Licence Mathématiques: Semestre -5**

**Parcours Math & Info (MI)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Intégration et probabilités** | **LMI351** |  | **Intégration et probabilités** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **3h** |
|  | **Calcul Différentiel** | **LMI352** |  | **Calcul Différentiel** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **3h** |
| **3** | **Introduction Big Data** | **LMI353** |  | **Introduction Big Data** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Unité Optionnelle** | **LMI354** |  | **A fixer par le département** | **21** | **21** |  | **3** | **6** |  | **3** |  | **3h** |
| **A fixer par le département** | **21** | **21** | **3** |  |
| **5** | **Unité Transversale** | **LMI355** | **LMI355/1** | **Introduction Intelligence artificielle** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMI355/2** | **Big Data avec Python** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 343** |  |  | **161** | **182** | **161** | **182** | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques: Semestre -6**

**Parcours Math & Info (MI)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **Nombre de Crédits accordés** | **Coefficients** | **Modalité d’évaluation** |
| **Cours** | **TD** | **TP** | **ECUE** | **UE** | **ECUE** | **UE** | **Contrôle continu** | **Régime mixte** |
| **1** | **Probabilités avancées et Initiation à l’inférence statistique** | **LMI361** |  | **Probabilités avancées et Initiation à l’inférence statistique** | **42** | **42** |  |  | **6** |  | **4** |  | **3h** |
| **2** | **Bases de données NoSQL - machine learning** | **LMI362** |  | **Bases de données NoSQL** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **2** | **4** |  | **3h** |
| **Machine learning** | **21** | **21** | **3** | **2** |
| **3** | **Activités pratiques** | **LMI363** |  | **Stage** |  |  | **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 dure 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 3 (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Algèbre 3** |
| **1** | **Structures algébriques usuelles.** |
|  | **1.1** | **Groupes et sous-groupes.*** **Morphismes de groupes.**
* **Groupes monogènes et cycliques.**
* **Ordre d’un sous-groupe.**
 |
|  | **1.2** | **Groupes quotients et décomposition canonique d'un morphisme de groupes.** |
|  | **1.3** | **Anneaux.*** **Idéaux d’un anneau commutatif.**
* **L’anneau Z/*n*Z.**
* **Anneaux de polynômes à une indéterminée.**
 |
|  | **1.4** | **Algèbres.** |
| **2** | **Réduction des endomorphismes et des matrices carrées.** |
|  | **2.1** | **Généralités.*** **Éléments propres d’un endomorphisme, d’une matrice carrée.**
* **Polynôme caractéristique. Polynôme minimal.**
 |
|  | **2.2** | **Endomorphismes.*** **Endomorphismes et matrices carrées diagonalisables.**
* **Endomorphismes nilpotents, matrices nilpotentes.**
 |
|  | **2.3** | **Polynômes d’un endomorphisme, d’une matrice carrée.*** **Lemme de décomposition des noyaux. Sous espaces caractéristiques**
* **Polynômes annulateurs et diagonalisation.**
* **Endomorphismes à polynôme minimal scindé.**
 |
| **3** | **Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants.** |
|  | **3.1** | **Cas des matrices diagonalisables.** |
|  | **3.2** | **Cas des matrices trigonalisables.** |
|  | **3.3** | **Equations différentielles linéaires d’ordre supérieur à coefficients constants.** |

Analyse 3 (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Analyse 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.**
 |

Fondements des bases de données (Unité fondamentale)

(1h30 Cours et 1H30 TD)(Semestre 3)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Fondements des bases de données** |
| **1** | **Introduction à l’approche BD.** |
| **2** | **Modélisation conceptuelle des BD (Diagramme de classe UML).**  |
| **3** | **Le modèle relationnel et son algèbre.** |
| **4** | **Le Langage SQL.** |

Introduction aux réseaux informatiques (Unité transversale)

(1h00 Cours et 1H00 TD)(Semestre 3)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Introduction aux réseaux informatiques** |
| **1** | **Introduction aux réseaux informatiques.** |
|  | **1.1** | **Classification des réseaux LAN, MAN, WAN,**  |
|  | **1.2** | **Les topologies,** |
|  | **1.3** | **Câblages** |
| **2** | **Le modèle en couches : OSI.** |
|  | **2.1** | **Couches** |
|  | **2.2** | **Services**  |
|  | **2.3** | **Protocoles** |
| **3** | **Couche physique.** |
|  | **3.1** | **Les modes de communications** |
|  | **3.2** | **Voie de transmission,**  |
|  | **3.3** | **Transmission en bande de base,**  |
|  | **3.4** | **Modulation et caractéristiques d’une voie de transmission** |
| **4** | **Couche liaison.** |
|  | **4.1** | **Mise en correspondance d’unité de données** |
|  | **4.2** | **Détection et correction des erreurs,** |
|  | **4.3** | **Contrôle de flux, le respect de la causalité, établissement et libération de connexion de liaison de données, les fonctions annexes d’administration de liaison, les protocoles.** |
| **5** | **Couche réseau.** |
|  | **5.1** | **Modes de transfert.** |
|  | **5.2** | **Le modèle TCP/IP.** |
|  | **5.3** | **Adressage IP.** |
|  | **5.4** | **Routage et fragmentation.** |

Anglais 1, 2 et 3 (Unité Transversale)

01h30 Cours) (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**

Algèbre 4(Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Algèbre 4** |
| **1** | **Formes bilinéaires symétriques et formes quadratiques.** |
|  | **1.1** | **Espace dual.** |
|  | **1.2** | **Formes bilinéaires symétriques.** |
|  | **1.3** | **Formes quadratiques.** |
|  |  | * **Réduction de Gauss.**
 |
|  |  | * **Bases orthogonales.**
 |
| **2** | **Espaces préhilbertiens réels.**  |
|  | **2.1** | **Produit scalaire.** |
|  | **2.2** | **Norme associée à un produit scalaire.** |
|  | **2.3** | **Orthogonalité, Bases orthonormales (cas de dimension finie).** |
|  | **2.4** | **Projection orthogonale sur un sous-espace de dimension finie.** |
|  | **2.5** | **Hyperplans affines d’un espace euclidien** |
|  | **2.6** | **Suites orthonormales de vecteurs d’un espace préhilbertien réel, Inégalité de Bessel.** |
| **3** | **Endomorphismes des espaces euclidiens.** |
|  | **3.1** | **Adjoint d’un endomorphisme.** |
|  | **3.2** | **Endomorphismes symétriques, endomorphismes orthogonaux d’un espace euclidien.** |
|  | **3.3** | **Diagonalisation des endomorphismes symétriques d’un espace euclidien.** |
|  | **3.4** | **Isométries vectorielles d’un espace euclidien.** |
| **4** | **Endomorphismes des espaces hermitiens.** |
|  | **4.1** | **Produit scalaire sur un C-espace vectoriel.** |
|  | **4.2** | **Espace hermitien.** |
|  | **4.3** | **Relation entre produit scalaire et norme.** |
|  | **4.4** | **Endomorphismes hermitiens, unitaires.** |

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.** |
| **2** | **Séries de Fourier.** |
|  | **2.1** | **Séries trigonométriques.** |
|  | **2.2** | **Coefficients de Fourier.** |
|  | **2.3** | **Convergence en moyenne quadratique, normale.** |
|  | **2.4** | **Théorème de Dirichlet.**  |
|  | **2.5** | **Formule de Parseval.** |
| **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.** |

Conception des systèmes d’information (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Conception des systèmes d’information** |
| **1** | **Introduction générale.** |
| **2** | **Modélisation.** |
|  | **2.1** | **Pourquoi modéliser ?**  |
|  | **2.2** | **Modèle d’un système informatique.** |
|  | **2.3** | **L’approche orientée objet.** |
| **3** | **Le langage de modélisation unifié – UML.** |
|  | **3.1** | **Historique.** |
|  | **3.2** | **Les objectifs d’UML.** |
|  | **3.3** | **Les diagrammes en UML :****o Diagramme de cas d’utilisation****o Diagramme de classe****o Diagramme d’objet****o Diagramme de collaboration****o Diagramme de séquence****o Diagramme d’état/transition****o Diagramme d’activité** |

Simulation numérique 2 avec Python (Unité Transversale)

(01h C, 01h TD sur machine) (Semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Simulation numérique 2 avec Python: Semestre 4** |
| **1** | **Interpolation polynomiale de Lagrange.** |
| **2** | **Calcul intégral approché: Formule du type rectangle, formule du trapèze, formules composites.** |
| **3** | **Calcul matriciel.** |
| **4** | **Résolution d'un système linéaire par les méthodes directes : Gauss, Cholesky.** |
| **5** | **Résolution d'équations non linéaires à une inconnue. Méthode de Newton.** |

Excel avancé (Unité transversale)

(1h00 Cours et 1h00 TD) (Semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Excel avancé: S4** |
| **1** | **Partie 1** |
|  | **1.1** | **Notions de base en algorithmique.** |
|  | **1.2** | **Excel ans son environnement.** |
|  | **1.3** | **Les fonctions Excel.** |
|  | **1.4** | **Les extensions Excel : Solver, Analysis tool Pack.** |
| **2** | **Partie 2** |
|  | **2.1** | **Les variables.** |
|  | **2.2** | **La gestion d’erreurs.** |
|  | **2.3** | **Les modules, formes et classes.** |
|  | **2.4** | **Les bonnes pratiques.** |
| **3** | **Partie 3** |
|  | **3.1** | **Présentation des Macro VBA.** |
|  | **3.2** | **Implémentation modulaire d’un projet en VBA.** |

**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 (Unité fondamentale)

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **UEF** | **CALCUL DIFFERENTIEL** | **Nbre H Cours** |
| **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.** |  |

Introduction Big Data (Unité fondamentale)

 (1h30 C, 1H30 TD sur machine)(Semestre 5)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Introduction Big Data:** |
| **1** | **Les notions de base de Big Data.** |
| **2** | **Principes fondamentaux de Hadoop Map Reduce.** |
|  | **2.1** | **Système de fichiers distribué.** |
|  | **2.2** | **Modèle de programmation MapReduce.** |
| **3** | **L’écosystème Hadoop.** |
| **4** | **Les architectures Big Data: traitement batch, micro-batch, flux. Architecture Lambda, architecture Kappa.** |
| **5** | **Les Bases de données NoSQL.** |
| **6** | **Présentation d'Apache Spark.** |
|  | **6.1** | **Historique du Framework.** |
|  | **6.2** | **Comparaison avec l'environnement Apache Hadoop.** |
|  | **6.3** | **Les différents modules de Spark.** |

Introduction intelligence artificielle (Unité transversale)

 (1H30 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.** |

Big Data avec Python (Unité Transversale)

 (1h cours et 1h TD)(Semestre 5)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | Big Data avec Python**:** Semestre 5 |
| **1** | **Introduction au langage python** |
|  | **1.1** | **Python pour le traitement des données** |
|  |  | **Le processus de développement d’un outil en python pour la data science****L’importation des données (texte, csv, Excel, web scrapping., SQL..)** |
|  | **1.2** | **La préparation et le nettoyage des données (jointure, filtre, transformation, traitement des données manquantes avec pandas, numpy et scipy)** |
| **2** | **La data visualisation** |
|  | **1.1** | **Présentation des principes de la data visualisation** |
|  | **2.2** | **Quelques graphiques simples avec matplotlib : scatter plot, box plot, histogrammes…** |
|  | **2.3** | **Présentation de visualisation plus avancées** |
|  | **2.4** | **Utilisation de Bokeh pour des visualisations interactives** |
| **3** | **Les bibliothèques pour le big data** |
|  | **3.1** | **pyspark** |
|  | **3.2** | **Faire des requêtes sur un cluster hadoop** |

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

**Semestre 6**

Probabilités avancées et Initiation à l’inférence statistique (Unité fondamentale)

 (3h00 Cours, 3h00 TD)(Semestre 6)

|  |  |
| --- | --- |
| **UF** | **Probabilités avancées et initiation à l’inférence statistique** |
| **1.** | **Espérance conditionnelle** |
|  | **1.1** | **Vecteur aléatoire et Espérance mathématique** |
|  | **1.2** | **Covariance de deux variables aléatoires** |
|  | **1.3** | **Matrice de covariance** |
|  | **1.4** | **Espérance conditionnelle (projection)** |
| **2** | **Vecteurs Gaussiens** |
|  | **2.1** | **Exemple fondamental et définition** |
|  | **2.2** | **Transformation linéaire d’un vecteur gaussien** |
|  | **2.3** | **Vecteurs gaussiens et indépendance** |
| **3** | **Convergence des variables aléatoires** |
|  | **3.1** | **Lemme de Borel-Cantelli** |
|  | **3.2** | **Convergence presque sûrement, convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence dans Lp, convergence en loi**  |
|  | **3.3** | **Loi des grands nombres** |
|  | **3.4** | **Théorème central limite (TCL)** |
| **4** | **Initiation à l’inférence statistique** |
|  | **4.1** | **Généralités sur la Théorie de l’estimation** |
|  | **4.2** | **Propriétés des estimateurs:** * **Biais Consistance**
* **Erreur Quadratique Moyenne**
* **Information de Fisher, Inégalité de Cramer-Rao Efficacité,….**
 |
|  | **4.3** | **Méthodes usuelles pour la construction d’estimateurs:** * **Méthode des moments**
* **Méthode du maximum de vraisemblance**
* **Méthode des moindres carrés**
 |
|  | **4.4** | **Estimation par région de confiance** |
|  | **4.5** | **Estimateurs usuels pour une fréquence ou proportion, une moyenne, une variance,…** |
|  | **4.6** | **Applications avec le logiciel R ou Python** |

Bases de données NoSQL (Unité fondamentale)

 (1h30 C, 1H30 TD sur machine)(Semestre 6)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Bases de données NoSQL** |
| **1** | **Rappel de quelques notions de SQL (principe ACID).** |
| **2** | **Historique du NoSQL.** |
| **3** | **Transactions et cohérence des données en NoSQL (Théorème CAP).** |
| **4** | **Schémas de données dans les bases NOSQL avec les 4 grandes familles présentées (paires clés-valeurs, bases orientés documents, bases orientés colonnes, bases orientés graphiques).** |

Machine Learning (Unité fondamentale)

 (1h30 C, 1H30 TD sur machine)(Semestre 6)

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Machine Learning** |
| **1** | **Introduction.** |
|  | **1.1** | **Place du Machine Learning en IA.** |
|  | **1.2** | **Les disciplines fondatrices du Machine Learning.** |
|  | **1.3** | **Les domaines d’application du Machine Learning.** |
|  | **1.4** | **Facteurs d’émergence du Machine Learning.** |
|  | **1.5** | **Exemples de types de problème en Machine Learning.** |
| **2** | **Apprentissage supervisé.** |
|  | **2.1** | **Terminologie de l’apprentissage supervisé.** |
|  | **2.2** | **Notions de sur apprentissage.** |
|  | **2.3** | **Algorithmes d’apprentissage supervisé (k plus proches voisins, machines à vecteur de support, arbres de décision, etc).** |
|  | **2.4** | **Exemples d’application en Apprentissage supervisé.** |
| **3** | **Apprentissage non supervisé.** |
|  | **3.1** | **Terminologie de l’apprentissage non supervisé.** |
|  | **3.2** | **Calcul des ressemblances (variables quantitatives, variables qualitatives).** |
|  | **3.3** | **Algorithmes d’apprentissage non supervisé.** |
|  | **3.4** | **Exemples d’application en Apprentissage non supervisé.** |
| **4** | **Manipulation des logiciels WEKA, TANAGRA, etc.** |