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

|  |
| --- |
| Licence Mathématiques Appliquées :Parcours Mathématiques Appliquées (MA)**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)** | Mathématiques Appliquées |
| **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 :*** *Ce licence permet de travailler dans les services d’analyse statistique et R&D des secteurs industriels de pointe ; les banques, assurances, milieux financiers ; la recherche appliquée en statistique (bio-statistique, épidémiologie, fiabilité) ou en mathématiques (méthodes numériques pour des modèles de la physique, de la biologie...).**Parmi les métiers, on peut citer le métier de** [*Actuaire*](https://diplomeo.com/formations-metier-pour-devenir-actuaire)
* [*Administrateur de bases de données*](https://diplomeo.com/formations-metier-pour-devenir-administrateur_de_base_de_donnees)
* *Chargé d'études*
* *Statisticien*
* *etc.*
 |

## Objectifs de la formation

### Objectif général

|  |
| --- |
| **Objectif général*:*** *Le parcours Mathématiques et applications (MA) de la mention Mathématiques Appliquées propose aux étudiants une formation avancée en mathématiques générales (algèbre, analyse, modélisation), leur permettant d'acquérir les connaissances théoriques nécessaires à la recherche académique ou industrielle et à l'enseignement en mathématiques.* |

### Objectifs spécifiques

|  |
| --- |
| ***Objectifs spécifiques****: A la fin de la formation, le diplômé de la licence MA aura acquis des compétences dans les domaines :** *Analyse.*
* *Algèbre.*
* *Logiciel de statistique R.*
* *Probabilités et statistiques.*
* *Modélisation mathématique et mise en œuvre de méthodes de calcul numérique à l’aide du logiciel Python.*
 |

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

|  |
| --- |
| ***Acquis d’apprentissages****: le titulaire d'une telle licence aura acquis au cours de son parcours les capacités suivantes :** *• Rigueur de raisonnement• Apprentissage de nouvelles connaissances en mathématiques appliquées• Recul mathématique sur les trois années de licence, avec compréhension des liens forts entre les différents domaines• Capacité d'implémentation de simulations et de méthodes numériques*.
 |

## 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

|  |
| --- |
| *La licence de mathématique LMA 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*. |

## 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…* |

# 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 : Voir Plan 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** | **LMA111** |  | **Algèbre 1** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 1** | **LMA112** |  | **Analyse 1** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 1** | **LMA113** |  | **Algorithmique et programmation 1** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Option** | **LMA114** |  | **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** | **LMA115** | **LMA115/1** | **Anglais1** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMA115/2** | **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** | **LMA121** |  | **Algèbre 2** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse et Probabilités** | **LMA122** | **LMA122/1** | **Analyse 2** | **21** | **21** |  | **4** | **7** | **2** | **4** |  | **1h30** |
| **LMA122/2** | **Probabilités discrètes** | **21** | **21** | **3** | **2** | **1h30** |
| **3** | **Algorithmique et programmation 2** | **LMA123** |  | **Algorithmique et****Programmation 2** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Option** | **LMA124** |  | **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** | **LMA125** | **LMA125/1** | **Anglais 2** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMA125/2** | **Simulation numérique 1 avec Python** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL : 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées: Semestre -3**

**Parcours : Mathématiques Appliquées**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **LMA231** |  | **Algèbre** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 3** | **LMA232** |  | **Analyse 3** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Electromagnétisme** | **LMA233** |  | **Electromagnétisme** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Option** | **LMA234** | **LMA234/1** | **A fixer par le département** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **LMA234/2** | **A fixer par le département** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale** | **LMA235** | **LMA235/1** | **Anglais 3** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMA235/2** | **Soft skills** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées: Semestre -4**

**Parcours : Mathématiques Appliquées**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **Analyse numérique** | **LMA241** |  | **Analyse numérique**  | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **2** | **Analyse 4** | **LMA242** |  | **Analyse 4** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **2h** |
| **3** | **Mathématiques discrètes** | **LMA243** |  | **Mathématiques discrètes**  | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **1h30** |
| **4** | **Option** | **LMA244** | **LMA244/1** | **A fixer par le département** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1,5** | **3** |  | **1h30** |
| **LMA244/2** | **A fixer par le département** | **21** | **21** | **3** | **1,5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale** | **LMA245** | **LMA245/1** | **Simulation numérique 2 avec Python**  |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMA245/2** | **Logiciels (\*)** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **Total = 343** |  |  | **161** | **182** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

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

**Licence Mathématiques Appliquées: Semestre -5**

**Parcours : Mathématiques Appliquées**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **LMA351** |  | **Intégration** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **3h** |
| **2** | **Topologie des espaces métriques** | **LMA352** |  | **Topologie des espaces métriques** | **42** | **42** |  |  | **7** |  | **4** |  | **3h** |
| **3** | **Fonctions holomorphes** | **LMA353** |  | **Fonctions holomorphes** | **21** | **21** |  |  | **4** |  | **2** |  | **2h** |
| **4** | **Option** | **LMA354** | **LMA354/1** | **A fixer par le département** | **21** | **21** |  | **3** | **6** | **1.5** | **3** |  | **1h30** |
| **LMA354/2** | **A fixer par le département** | **21** | **21** | **3** | **1.5** | **1h30** |
| **5** | **Transversale** | **LMA355** | **LMA355/1** | **Soft skills** |  | **21** |  | **3** | **6** | **1** | **2** | **X** |  |
| **LMA355/2** | **Introduction Data Sciences** | **14** | **14** |  | **3** | **1** | **X** |  |
| **TOTAL: 363** |  |  | **161** | **181** |  |  | **30** |  | **15** |  |  |

**Licence Mathématiques Appliquées: Semestre -6**

**Parcours : Mathématiques Appliquées**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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** | **Calcul différentiel et équations différentielles** | **LMA361** |  | **Calcul différentiel et équations différentielles** | **42** | **42** |  |  | **6** |  | **4** |  | **3h** |
| **2** | **Probabilités - Statistique** | **LMA362** |  | **Probabilités - Statistique** | **42** | **42** |  |  | **6** |  | **4** |  | **3h** |
| **3** | **Activités pratiques** | **LMA363** |  | **Méthodologie,****Projet et Soutenance** |  |  |  |  | **18** |  | **7** | **Voir rubrique conditions de réussite** |
| **TOTAL : 168H/S** |  |  | **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.**
 |

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 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**

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.** |

Analyse numérique (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **ANALYSE NUMERIQUE** |
| **1** | **Rappels et compléments d’algèbre linéaire.** |
|  | **1.1** | **Normes matricielles.** |
|  | **1.2** | **Conditionnement.**  |
| **2** | **Résolution des systèmes linéaires.** |
|  | **2.1** | **Méthodes directes.**  |
|  |  | * **Méthode de Gauss.**
 |
|  |  | * **Factorisations LU.**
 |
|  |  | * **Factorisation de Cholesky.**
 |
|  | **2.2** | **Méthodes itératives.** |
|  |  | * **Méthode de Jacobi.**
 |
|  |  | * **Méthode de Gauss-Siedel.**
 |
|  |  | * **Méthode de relaxation.**
 |
| **3** | **Calcul des valeurs et des vecteurs propres d’une matrice.** |
|  | **3.1** | **Méthode de la puissance.** |
|  | **3.2** | **Méthode de la puissance inverse.**  |
| **4** | **Interpolation et approximation polynômiale.** |
|  | **4.1** | **Interpolations polynômiale.** |
|  |  | * **Interpolation de Lagrange.**
 |
|  |  | * **Interpolation d’Hermite.**
 |
|  | **4.2** | **Polynômes de meilleures approximations.**  |
|  |  | * **Meilleure approximation uniforme.**
 |
|  |  | * **Meilleure approximation au sens des moindres carrés continue.**
 |
|  |  | * **Meilleure approximation au sens des moindres carrés discret.**
 |
| **5** | **Intégration numérique.** |
|  | **5.1** | **Formule de quadrature de Newton-Cotes.** |
|  | **5.2** | **Formule de quadrature de Gauss.** |
| **6** | **Résolution numérique des équations non linéaires.** |
|  | **6.1** | **Méthode de la sécante.** |
|  | **6.2** | **Méthode des approximations successives.** |
|  | **6.2** | **Méthode de Newton.** |

Mathématiques discrètes (EC Unité fondamentale)

 (1h30 Cours et  1H30 TD)(semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **ECUEF** | **MATHEMATIQUES DISCRETES**  |
| **1** | **Combinatoire.** |
|  | **1.1** | **Problèmes classiques combinatoires. Bijections. Exemple : Mot de Dyck, arbres binaires et autres applications des nombres de Catalan.** |
|  | **1.2** | **Récurrences, nombres de Fibonacci et leurs généralisations.**  |
|  | **1.3** | **Graphes. Définitions, connexité. Couplage, graphes bipartis. Graphes planaires, formules d'Euler, discussion de coloriages.** |
| **2** | **Arithmétique.** |
|  | **2.1** | **Equations modulo n (théorème des restes revisités. Polynômes d'ordre p, le nombre de racines. Le groupe (Z/nZ)★, fonction d'Euler, générateurs, logarithme discret. Carrés et non carrés, la loi de réciprocité quadratique. Fonctions arithmétiques multiplicatives.**  |
| **3** | **Cryptographie classique et à clé publique.**  |

Excel avancé (Unité fondamentale)

(1h30 TD sur machine) (Semestre 4)

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Excel avancé** |
| **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,AnalysistoolPack.** |
| **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.** |

Simulation numérique avec Python 2 (Unité Transversale)

(01h00 C, 01h00 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 (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Intégration**  |
| **1** | **Théorie de la mesure** |
|  | **1.1** | **Tribu, Tribu engendrée, Tribu Borélienne**  |
|  | **1.2** | **Mesures, Espace mesuré, propriétés, mesure sigma-finie** |
|  |  | **Ensembles négligeables** |
|  |  | **La mesure de Lebesgue (existence admise)** |
| **2** | **Fonctions mesurables** |
|  | **2.1** | **Fonctions étagées et Fonctions mesurables**  |
|  | **2.2** | **Théorème de Beppo-Levy (densité des fonctions étagées dans l’ensemble des fonctions mesurables)** |
| **3** | **Intégrales** |
|  | **3.1** | **Intégrale d’une fonction étagée positive** |
|  | **3.2** | **Intégrale d’une fonction mesurable positive** |
|  | **3.3** | **Intégrale d’une fonction mesurable de signe quelconque** |
| **4** | **Théorèmes de convergences** |
|  | **4.1** | **Théorème de convergence monotone** |
|  | **4.2** | **Lemme de Fatou** |
|  | **4.3** | **Théorème de convergence dominée : applications à la continuité et la dérivabilité des fonctions définies par une intégrale** |
| **5** | **Mesures produits** |
|  | **5.1** | **Tribus produits** |
|  | **5.2** | **Produit de deux mesures sigma-finies** |
|  | **5.3** | **Théorème de Fubini** |
|  | **5.4** | **Image d’une mesure et mesure à densité** |
| **6** | **Théorème de changement de variables** |
|  | **6.1** | **Difféomorphismes et Jacobien, Formule de changement de variables** |
|  | **6.2** | **Quelques exemples de changement de variables** |
| **7** | **Espace Lp** |
|  | **7.1** | **Inégalité de Hölder, Inégalité de Minkowski** |
|  | **7.2** | **Inclusion des espaces de Lp** |

Topologie sur les espaces métriques (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **TOPOLOGIE SUR LES ESPACES METRIQUES: S 5**  |
| **1** | **Espaces métriques.** |
|  | **1.1** | **Distances – Espaces métriques (Définitions et exemples, espace métrique produit, boules, voisinages, ouverts, fermés, diamètre d’une partie, partie bornée, sous-espace métrique).** |
|  | **1.2** | **Distances topologiquement équivalentes.** |
|  | **1.3** | **Intérieur, adhérence, densité.** |
|  | **1.4** | **Espaces vectoriels normés (juste que c’est un cas particulier d’espace métrique, le reste sera fait dans le module de calcul différentiel).** |
|  | **1.5** | **Les suites (suite convergente, valeur d’adhérence d’une suite, caractérisation d’une partie fermée, caractérisation de la densité).** |
|  | **1.6** | **Limite supérieure et limite inférieure d’une suite numérique.** |
|  | **1.7** | **Applications continues (définition, continuité séquentielle, homéomorphisme, application lipchitzienne, application uniformément continue).** |
| **2** | **Espaces métriques complets.** |
|  | **2.1** | **Définitions et exemples.** |
|  | **2.2** | **Propriétés élémentaires.** |
|  | **2.3** | **Prolongement d’application uniformément continue.** |
|  | **2.4** | **Complétion d’un espace métrique.** |
| **3** | **Espaces métriques compacts.** |
|  | **3.1** | **Définition (Borel-Lebesgue) et exemples.** |
|  | **3.2** | **Le théorème de Bolzano-Weierstrass.** |
|  | **3.3** |  **Propriétés élémentaires (produit fini).** |
|  | **3.4** | **Continuité et compacité.** |
|  | **3.5** | **Compacité dans les espaces vectoriels normés (en dimension finie les compacts sont les fermés bornés et toutes les normes sont équivalentes, théorème de Riesz).** |
| **4** | **Espaces métriques connexes.** |
|  | **4.1** | **Définition et exemples.** |
|  | **4.2** | **Fonctions continues et connexité.** |
|  | **4.3** | **Union, adhérence, produit, composante connexes.** |
|  | **4.4** | **Connexité par arcs.** |
| **5** | **Les théorèmes d’Ascoli et Stone-Weierstrass (cas réel et complexe).** |

Fonctions holomorphes (Unité fondamentale)

 (1h30 Cours, 1h30 TD)(Semestre5)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **UEF** | **Fonctions holomorphes: Semestre 5 ou 6** | **Nbre heures cours** |
| **1** | **Fonctions holomorphes.** | **4H30**  |
|  | **1.1** | **Généralités: Domaine de C, continuité, dérivabilité.** |  |
|  | **1.2** | **Fonctions holomorphes sur un domaine.**  |  |
|  | **1.3** | **Equations de Cauchy-Riemann.** |  |
| **2** | **Fonctions élémentaires.** | **4H30**  |
|  | **2.1** | **Fonctions homographiques.** |  |
|  | **2.2** | **Fonctions trigonométriques et hyperboliques.** |  |
|  | **2.3** | **Fonction logarithme, fonction puissance.** |  |
| **3** | **Intégrale le long d’un chemin et applications**  | **6H**  |
|  | **3.1** | **Intégration le long d’un chemin, le long d'un arc de courbe.** |  |
|  | **3.2** | **Théorème de Cauchy, Formule de Cauchy.**  |  |
|  | **3.3** | **Fonction analytique, Zéros d'une fonction analytique.** |  |
|  | **3.4** | **Résidu en un pôle, méthodes pratiques pour le calcul des résidus.** |  |
| **4** | **Le théorème des résidus.**  | **6H** |
|  | **4.1** | **Le théorème des résidus.**  |  |
|  | **4.2** | **Applications du théorème des résidus au calcul d’intégrales : Fonctions trigonométriques, Fractions rationnelles, Produit d’une Fraction rationnelle et d’un logarithme, Produit d’une Fraction rationnelle et d’une puissance, Calcul de la transformée de Fourier d’une fraction rationnelle, Calcul de la transformée de Laplace d’une fraction rationnelle.** |  |

Introduction Data Science (Unité transversale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UET** | **Unité transversale : 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 et statistique (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Probabilités et statistique**  |
| **1** | **Espace probabilisé** |
|  | **1.1** | **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)**  |
|  | **1.2** | **Probabilité conditionnelle, indépendance** |
|  | **1.3** | **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** | **Fonction génératrice des moments**  |
| **3** | **Lois usuelles continues** |
|  | **3.1** | **Loi uniforme**  |
|  | **3.2** | **Loi exponentielle, loi de Cauchy, loi Gamma** |
|  | **3.3** | **Loi normale et lois derivées de la lois normale (Loi Khi deux, loi de Student, loi de Fisher)** |
| **4** | **Lois jointes** |
|  | **4.1** | **Lois jointes continues, densité marginale, densité conditionnelle, Théorème de changement variables (Loi de g(X,Y) )** |
|  | **4.2** | **Loi de la somme des variables aléatoires indépendantes continues** |
|  | **4.3** | **E(g(X,Y)), Covariance, Corrélation linéaire, régression linéaire simple** |
| **5** | **Convergence des suites de variables aléatoires et TCL** |
|  | **5.1** | **Inégalités en probabilités (Inégalité de Tchebychev, Inégalité de Markov)** |
|  | **5.2** | **Fonction caractéristique** |
|  | **5.3** | **Types de convergence des suites de variables aléatoires dans le cas continue ou discret (Convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence en loi)** |
|  | **5.4** | **Théorème central limite et loi des grands nombres** |
| **6** | **Estimateur et ses propriétés statistiques** |
|  | **6.1** | **Définitions (statistique, estimateur, estimation), Modèle statistique paramétrique** |
|  | **6.2** | **Propriétés des estimateurs (Biais, asymptotiquement sans biais, estimateur convergent, asymptotiquement convergent)** |
|  | **6.3** | **Ordre sur les estimateurs (Erreur quadratique moyenne, estimateur efficace, estimateur asymptotiquement efficace)** |
| **7** | **Méthode du maximum de vraisemblance (MV)** |
|  | **7.1** | **Introduction de la méthode**  |
|  | **7.2** | **Fonction de vraisemblance, Information de Fisher, Inégalité de Rao-Cramer et mesure de l’efficacité** |
|  | **7.3** | **Propriétés asymptotiques de l’estimateur MV** |
|  | **7.4**  |  **Applications (loi exponentielle, loi normale, loi de Poisson, loi de Bernoulli)** |
| **8** | **Méthode des moments** |
|  | **8.1** | **Introduction de la méthode**  |
|  | **8.2** | **Applications (loi exponentielle, loi normale, loi de Poisson, loi de Bernoulli)** |
| **9** | **Intervalles de confiance** |
|  | **9.1** | **Introduction** |
|  | **9.2** | **Construction des intervalles de confiance** |
|  | **9.3** | **Intervalle de confiance de la moyenne et de la variance** |

Calcul différentiel et Equations Différentielles (Unité fondamentale)

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

|  |  |
| --- | --- |
| **UEF** | **Calcul différentiel et Equations Différentielles; Semestre 6**  |
| **1** | **Espaces vectoriels normés et applications linéaires.** |
|  | **1.1** | **Bref rappels des espaces de Banach.** |
|  | **1.2** | **Séries normalement convergentes dans un espace de Banach.** |
|  | **1.3** | **Applications linéaires continues.** |
|  | **1.4** | **Applications multi- linéaires continues.** |
|  | **1.5** | **Isomorphismes d’espaces vectoriels normés.** |
| **2** | **Applications Différentiables.** |
|  | **2.1** | **Différentiabilité.** |
|  | **2.2** | **Différentielles de quelques applications particulières.** |
|  | **2.3** | **Dérivées directionnelles.** |
|  | **2.4** | **Fonctions définies sur un espace de dimension finie.** |
|  |  | * **Dérivées partielles.**
 |
|  |  | * **Matrice Jacobienne.**
 |
|  |  | * **Opérateurs différentiels classiques : Gradient, divergence, rotationnel en dimension 3.**
 |
| **4** | **Théorème des accroissements finis.** |
|  | **4.1** | **Théorème des accroissements finis.** |
|  | **4.2** | **Critère pratique de différentiabilité.** |
|  | **4.3** | **Différentielle et applications lipchitziennes.** |
|  | **4.4** | **Différentielle et convergence uniforme (suites et séries de fonctions différentiables).** |
| **5** | **Différentielles d’ordre supérieur.** |
|  | **5.1** | **Différentielles d’ordre 2.** |
|  | **5.2** | **Théorème de Schwartz.** |
|  | **5.3** | **Différentielles partielles d’ordre 2.** |
|  | **5.4** | **Différentielles d’ordre supérieur.** |
|  | **5.5** | **Symétrie des différentielles d’ordre supérieur.** |
|  | **5.6** | **Formules de Taylor : Formule de Taylor avec reste intégral.** |
|  | **5.7** | **Formule de Taylor-Lagrange, Formule de Taylor-Young.** |
|  | **5.8** | **Extrema relatifs d’une fonction.** |
| **6** | **Rappels sur les équations différentielles.** |
|  | **6.1** | **Équations différentielles :définitions et exemples.** |
|  | **6.2** | **Notion de solution locale,** |
|  | **6.3** | **Théorème d'existence et d'unicité.** |
|  | **6.4** |  **Solutions maximales.**  |
|  | **6.5** | **Solutions globales (critères d’extension).** |
| **7** | **Équations différentielles linéaires.** |
|  | **7.1** | **Résolvantes.** |
|  | **7.2** | **Wronskien.**  |
|  | **7.3** | **Théorème de Liouville.**  |
|  | **7.4** | **Variation de la constante.**  |
|  | **7.5** | **Résolution explicite dans le cas des coefficients constants.** |

## Descriptif des activités pratiques

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| *Différentes activités pratiques peuvent être envisagées selon les options suivantes :** *Stage au 6èmesemestre avec quelques petites activités initiales pendant les semestres précédents*
* *Stage entre les années/semestre :*
	+ *Stage d’été après la 1èreannée comptabilisé en 2ème année*
	+ *Stage d’été après la 2èmeannée comptabilisé en 3ème année*
	+ *Stage entre les semestres si le calendrier universitaire le permet et comptabilisé pendant la même année*
* *Stage d’alternance*
* *Activités pratiques réparties du S1 à S6 -à ne pas confondre avec les TD et TP des modules habituels !*

*Selon le type d’activité pratique, préciser les éléments indiqués dans le tableau suivant :* |

|  |  |
| --- | --- |
| **Types d’activités** |  |
| **Objectifs** |  |
| **Organisation** |  |
| **Durée** |  |
| **Lieu** |  |
| **Rapport/rendu** |  |
| **Evaluation** |  |
| **Nombre de crédits** |  |
| **Autres détails** |  |

## Inter-liaisons entre les semestres du parcours, passerelles (à préciser), évaluation et progression

|  |
| --- |
|  |

# Méthodes pédagogiques adoptées (classiques et innovantes)

|  |
| --- |
| **Instructions** |
| *Différentes approches pédagogiques peuvent être adoptées pour rendre l’expérience d’apprentissage plus attractive etstimulante aux apprenants. On cite à ce titre, les exemples suivants de pédagogies actives :** *Apprentissage par projet*
* *Apprentissage par résolution de problème*
* *Apprentissage par étude de cas*
* *Apprentissage par conception*
* *Apprentissage par investigation*

*Préciser le(s) type(s) de pédagogies adoptées/envisagées dans le cadre de l’offre de formation proposée pour habilitation.* |