



Licence Mathématiques Appliquées : Parcours Sciences des données (SD)

Pour la période : 2019-2020 / 2022-2023

$$\int_{\mathcal{X}} \tau(x) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx = M \left(\tau(\xi) \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \ln l(\xi, \theta) \right) \int_{\mathcal{X}} \tau(x) \cdot \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \ln l(x, \theta) \right) \cdot f(x, \theta) dx = \int_{\mathcal{X}} \tau(x) \left(\frac{\partial}{\partial \theta} \frac{f(x, \theta)}{f(x, \theta)} \right) f(x, \theta) dx$$
$$\frac{\partial}{\partial \theta} M \tau(\xi) = \frac{\partial}{\partial \theta} \int_{\mathcal{X}} \tau(x) f(x, \theta) dx = \int_{\mathcal{X}} \tau(x) \frac{\partial}{\partial \theta} f(x, \theta) dx$$

1 Offre de formation

1.1 Demandeur(s)

Université	
Etablissement	
Département(s)	

1.2 Identification du parcours

Domaine	Sciences, technologies et études technologiques
Mention	Mathématiques Appliquées
Parcours (ou spécialité)	Sciences des données
Nature de la licence	<input checked="" type="checkbox"/> Normale <input type="checkbox"/> Co-construction <input type="checkbox"/> Co-diplomation <input type="checkbox"/> Co-habilitation
Type de formation	<input checked="" type="checkbox"/> Initiale <input type="checkbox"/> Continue
Mode d'organisation de la formation	<input checked="" type="checkbox"/> Présentielle <input type="checkbox"/> A distance <input type="checkbox"/> Mixte <input type="checkbox"/> Alternance
Commission Nationale Sectorielle	Commission Nationale Sectorielle de Mathématiques

1.3 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
- Administrateur de bases de données
- Chargé d'études
- Statisticien
- etc.

1.4 Objectifs de la formation

1.4.1 Objectif général

Objectif général : Le parcours **LMASD** est une formation pluridisciplinaire qui permet d'acquérir de solides compétences en mathématiques, statistique, informatique et économie. Il a pour objectif de former des mathématiciens appliqués, spécialistes des outils, logiciels et méthodes statistiques, de la modélisation aléatoire et déterministe, et du calcul scientifique. Les enseignements de mathématiques appliquées incluent l'apprentissage et l'utilisation des principaux logiciels représentatifs des domaines étudiés.

1.4.2 Objectifs spécifiques

Objectifs spécifiques : A la fin de la formation, le diplômé de la licence LMASD aura acquis des compétences dans les domaines :

- Modélisation aléatoire (modèles et outils de la statistique décisionnelle et computationnelle).
- Fouille de données (méthodes et algorithmes de Data Mining, apprentissage).
- Logiciel de statistique R.
- Probabilités appliquées (simulation de Monte-Carlo, mathématiques financières).
- Modélisation mathématique et mise en œuvre de méthodes de calcul numérique à l'aide du logiciel Python.

1.4.3 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 :

- Raisonnement mathématique
- Analyse, modélisation statistique de données
- Traitement statistique des données
- Gestion de base de données et de système d'information
- Machine Learning
- Langues étrangères
- Communication
- Aide à la décision
- Travail en équipe

- Compétences relationnelles et organisationnelles
- Connaissance de l'entreprise.

Les étudiants pourront se diriger vers l'un des nombreux domaines d'activité où la statistique trouve des applications et des développements. Ils pourront envisager des fonctions de chargé d'études dans des secteurs tels que

- L'industrie : sûreté de fonctionnement, contrôle qualité
- La santé : bio statistique, épidémiologie, industrie pharmaceutique, organisme de santé, veille sanitaire
- Le secteur tertiaire : banque, assurance, marketing

1.5 Conditions d'accès à la formation

Nature du Bac et répartition		Nombre prévu d'étudiants repartis sur les années d'habilitation
Bac Mathématiques	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 50%	<input type="checkbox"/> Année 1 : 30 étudiants <input type="checkbox"/> Année 2 : 30 étudiants <input type="checkbox"/> Année 3 : 40 étudiants <input type="checkbox"/> Année 4 : 40 étudiants
Bac Sciences expérimentales	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 20%	
Bac Economie et Gestion	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 10%	
Bac Informatique	<input checked="" type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 20%	
Bac Lettres	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 	
Bac Sport	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 	
Bac Technique	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 	
Autres (à préciser) :	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non 	

Test d'admission : Oui Non

1.6 Perspectives académiques

La licence de mathématique LMASD 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.

1.7 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-diplômations, PFE, Bourses d'alternance, Parrainage...

2 Programme de la formation

2.1 (Descriptif détaillé du parcours)

Instructions
Codes des modules : Voir plan d'études.
Volume horaire (règle/loi) : Voir plan d'études.
Volume horaire total <u>convenu</u> : 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 $MU \geq 10$ et $NA \geq 10$. 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 $MU \geq 10$ 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 semestre S5, 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 présentielle (14 semaines)			Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre 1	LSD111		Algèbre 1	42	42			7		4		2h
2	Analyse 1	LSD112		Analyse 1	42	42			7		4		2h
3	Algorithmique et programmation 1	LSD113		Algorithmique et programmation 1	21	21			4		2		1h30
4	Option	LSD114		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	LSD115	LSD115/1	Anglais1		21		3	6	1	2	X	
			LSD115/2	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)		Élément constitutif d'UE (ECUE)	Volume total des heures de formation présentielle (14 semaines)			Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECU E	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre 2	LSD121		Algèbre 2	42	42			7		4		2h
2	Analyse et Probabilités	LSD122	LSD122/1	Analyse 2	21	21		4	7	2	4		1h30
			LSD122/2	Probabilités discrètes	21	21		3		2			1h30
3	Algorithmique et programmation 2	LSD123		Algorithmique et Programmation 2	21	21			4		2		1h30
4	Option	LSD124		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	LSD125	LSD125/1	Anglais 2		21		3	6	1	2	X	
			LSD125/2	Simulation numérique 1 avec Python	14	14		3		1		X	
TOTAL : 343					161	182			30		15		

Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -3
Parcours Sciences des données (LSD)

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume total des heures de formation présentielle (14 semaines)			Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre	LSD231		Algèbre	42	42			7		4		2h
2	Analyse 3	LSD231		Analyse 3	42	42			7		4		2h
3	Econométrie	LSD233		Econométrie	21	21			4		2		1h30
4	Option	LSD234		<i>A fixer par le département</i>	21	21		3	6	1,5	3		1h30
				<i>A fixer par le département</i>	21	21		3		1,5			1h30
5	Transversale	LSD235	LSD235/1	Anglais 3		21		3	6	1	2	X	
			LSD235/2	Programmation orienté objet en Python	14	14		3		1		X	
TOTAL : 343					161	181			30		15		

Licence Mathématiques Appliquées : Semestre -4
Parcours Sciences des données (LSD)

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume total des heures de formation présentielle (14 semaines)			Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Probabilités	LSD241		Probabilités	42	42			7		4		2h
2	Analyse 4	LSD242		Analyse 4	42	42			7		4		2h
3	Analyse des données	LSD243		Analyse des données	21	21			4		2		1h30
4	UEO	LSD363		<i>A fixer par le département</i>	21	21		3	6	1,5	3		1h30
				<i>A fixer par le département</i>	21	21		3		1,5			1h30
5	Transversale	LSD245	LSD245/1	Simulation numérique 2avec Python	14	14		3	6	1	2	X	
			LSD245/2	Logiciels (*)		21		3		1		X	
TOTAL :343					161	181			30		15		

(*) Excel avancé – Logiciel SPSS – Maple

Licence Mathématiques Appliquées: Semestre -5
Parcours Sciences des données (LSD)

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	Calcul intégral	LSD351		Calcul intégral	42	42			7		4		3h
2	Calcul différentiel	LSD352		Calcul différentiel	42	42			7		4		3h
3	Econométrie	LSD353		Econométrie	21	21			4		2		1h30
4	Option	LSD354		<i>A fixer par le département</i>	21	21		3	6		3		
				<i>A fixer par le département</i>	21	21		3					
5	Transversale	LSD355	LSD355/1	Intelligence artificielle	14	14		3	6	1	2	X	
			LSD355/2	Introduction Data Science		21		3		1		X	
TOTAL : 343					161	181			30		15		

Licence Mathématiques Appliquées :Semestre -6
Parcours Sciences des données (LSD)

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume total des heures de formation présentielle (7 semaines)			Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Modélisation stochastique & Méthode de Monte Carlo	LSD361		Modélisation stochastique	21	21		3	6	2	4		1h30
				Méthode de Monte Carlo	21	21		3		2		1h30	
2	Equations différentielles & Optimisation différentielle	LSD362		Equations différentielles	21	21		3	6	2	4		1h30
				Optimisation différentielle	21	21		3		2		1h0	
3	Activités pratiques	LSD363		Stage					20		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	Éléments de logique.
	2.2	Éléments 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 : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sous-groupes, sous-groupes de Z. ➤ Groupe monogène. ➤ Ordre d'un élément, Théorème de Lagrange. ➤ Morphisme de groupes. ➤ Le groupe S_n, 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 $\mathbb{C}[X]$ et $\mathbb{R}[X]$: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Décomposition en facteurs irréductibles, ➤ Division suivant les puissances croissantes, ➤ Relation entre racines et coefficients.
6	Fractions rationnelles.	
	6.1	Corps $K(X)$ ($K = \mathbb{R}$ ou \mathbb{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 \mathbb{C} et sur \mathbb{R} .

Analyse 1 (Unité fondamentale) (3h cours et 3h TD)(Semestre 1)

UEF	Analyse 1	
1	Nombres réels.	
	1.1	Ensembles de nombres usuels : \mathbb{N} , \mathbb{Z} , \mathbb{D} , \mathbb{Q} .
	1.2	Nombres réels. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Généralités : majorant, minorant, minimum, maximum, borne supérieure, borne inférieure. Axiome de la borne supérieure. ➤ Intervalles de \mathbb{R}. 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 emboîtés, Théorème de Bolzano-Weierstrass.
	2.4	Suite de Cauchy. Définition. \mathbb{R} 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. <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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. <ul style="list-style-type: none"> ➤ 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	Récurtivité.	
12	Notion de pointeur. Opérateurs sur les pointeurs.	

Simulation statistique avec \mathcal{R} (Unité transversale)**(1h00 Cours et 1h00 TD) (Semestre 1)**

UET	Programmation statistique avec \mathcal{R}	
1	Initiation au logiciel \mathcal{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. <ul style="list-style-type: none">➤ 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. <ul style="list-style-type: none">➤ 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. <ul style="list-style-type: none">➤ 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 (ax ² +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 dynamique.	
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 \mathbb{R}^n (équivalence admise en général, démontrée pour N_1, N_2 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 \mathbb{R}^n.	
	3.1	Normes usuelles sur \mathbb{R}^n .
	3.2	Boules, voisinages, ouverts, fermés,
	3.3	Suites de \mathbb{R}^n .
	3.4	Adhérence, intérieur et frontière.
	3.5	Compacité d'une partie de \mathbb{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.

Econométrie (Unité fondamentale)
(1h00 Cours, 1h30 TD)(Semestre 3)

UF	Econométrie: Semestre 3	
1	Econométrie et dimension spatiale.	
	1.1	Les types de données.
	1.2	L'économétrie spatiale.
	1.3	Historique de l'économétrie spatiale.
2	Structurer des relations spatiales.	
	2.1	La représentation spatiale des données.

	2.2	La matrice de distance Section.
	2.3	La matrice de pondération spatiale.
	2.4	Standardisation de la matrice de pondérations spatiales.
3	Auto-corrélation spatiale.	
	3.1	Test d'auto-corrélation spatiale.
	3.2	Tests globaux d'auto-corrélation spatiale.
	3.3	Test locale d'auto-corrélation spatiale.
	3.4	Application sur GeoDa.
4	Modèles économétriques spatiaux et modélisation spatio-temporelle.	
	4.1	Le modèle de régression linéaire
	4.2	Lien entre modèle temporels et spatiale.
	4.3	Les sources de l'auto-corrélation spatiale.
	4.4	Tests statistiques.
5	Mise en pratique sur Stata.	
	5.1	Cartographie et tests Section.
	5.2	Estimation et choix de modèles.
	5.3	Interprétation des résultats.

Programmation orienté objet en Python (Unité Transversale)

(01h00C, 01h00C TD sur machine) (Semestre 3)

UET	Programmation orienté objet en Python : Semestre 3
1	Notion de classe, objet, classes abstraites, interface.
2	Les variables (membres, de classe, etc.).
3	Notion d'héritage.
4	Encapsulation.
5	Les aspects avancés de la programmation orientée objet.

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

<p>Analyse 4 (Unité fondamentale) (3h00 Cours et 3h00 TD) (Semestre 4)</p>

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 \mathbb{R}^n .
	4.2	Différentiabilité d'une fonction de \mathbb{R}^n dans \mathbb{R}^m ; matrice jacobienne.
	4.3	Théorème de Schwarz.
	4.4	Formule de Taylor d'ordre 2, matrices hessiennes, extrémums.
5	Intégrale dépendant d'un paramètre.	
	5.1	Continuité.
	5.2	Dérivabilité.

<p>Probabilités (Unité fondamentale) (3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 4)</p>

UEF	Probabilités	
1	Espace probabilisé	
	1.1	Tribu (Tribu engendrée, Tribu borélienne)
	1.2	Espace probabilisé, probabilité

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

Analyse des données (Unité Fondamentale)

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

UEF	Analyse des données	
1	Analyse en Composantes Principales (ACP)	
	1.1	Définitions : Espace des individus, Espace des variables
	1.2	Principes de l'ACP : Espaces et axes principaux, Composantes principales

	1.3	ACP dans l'espace des variables
	1.4	Reconstruction des données de départ
	1.5	Pratique de l'ACP
	1.6	Exemples : Description du jeu des données, Choix du nombre d'axes à retenir
2	Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)	
	2.1	Principes de l'AFC : Nuages des profils, métrique du Chi-2, Inertie
	2.2	ACP des deux nuages profils
	2.3	Formules de reconstitution

Simulation numérique avec Python 2 (Unité Transversale)
(01h00 C, 01h00TD sur machine) (Semestre 3)

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).

Excel avancé (Unité fondamentale)
(1h00 Cours et 1h00 TD) (Semestre 4)

UEF	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,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.

Programme des unités d'enseignement de L3

Semestre 5

<p>Intégration (Unité fondamentale)</p> <p>(3h00 Cours et 3h00 TD) (Semestre 5)</p>

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 L^p	
	7.1	Inégalité de Hölder, Inégalité de Minkowski
	7.2	Inclusion des espaces de L^p

Calcul différentiel (Unité fondamentale)**(1 h30 Cours et 1h30 TD) (Semestre 5)**

UEF	CALCUL DIFFERENTIEL	
1	Applications Différentiables.	
	1.1	Espaces vectoriels normés et applications linéaires
	1.2	Différentiabilité.
	1.3	Différentielles de quelques applications particulières.
	1.4	Dérivées directionnelles.
	1.5	Fonctions définies sur un espace de dimension finie.
		Dérivées partielles.
		Matrice Jacobienne.
		Opérateurs différentiels classiques : Gradient, divergence, rotationnel en dimension 3.
2	Théorème des accroissements finis.	
	2.1	Théorème des accroissements finis.
	2.2	Critère pratique de différentiabilité.
	2.3	Différentielle et applications lipchitziennes.
	2.4	Différentielle et convergence uniforme (suites et séries de fonctions différentiables).
3	Inversions locales et fonctions implicites.	
	3.1	Difféomorphismes de classe C^k , $k>0$.
	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.

Inférence statistique (Unité fondamentale)**(1h30 C, 1h30 TD) Semestre 5**

UET	Inférence statistique	
1	Estimateur et ses propriétés statistiques	
	1.1	Définitions (statistique, estimateur, estimation), Modèle statistique paramétrique
	1.2	Propriétés des estimateurs (Biais, asymptotiquement sans biais, estimateur convergent, asymptotiquement convergent)
	1.3	Ordre sur les estimateurs (Erreur quadratique moyenne, estimateur efficace, estimateur asymptotiquement efficace)
2	Méthode du maximum de vraisemblance (MV)	
	2.1	Introduction de la méthode
	2.2	Fonction de vraisemblance, Information de Fisher, Inégalité de Rao-Cramer et mesure de l'efficacité
	2.3	Propriétés asymptotiques de l'estimateur MV
	2.4	Applications (loi exponentielle, loi normale, loi de Poisson, loi de Bernoulli)
3	Méthode des moments	
	3.1	Introduction de la méthode
	3.2	Applications (loi exponentielle, loi normale, loi de Poisson, loi de Bernoulli)
4	Intervalles de confiance	
	4.1	Introduction
	4.2	Construction des intervalles de confiance
	4.3	Intervalle de confiance de la moyenne et de la variance
5	Tests paramétriques	
	5.1	Généralités
	5.2	Tests de conformité (paramètre vectoriel, fréquence, moyenne, variance)
	5.3	Etude du cas gaussien (effectif réduit et large effectif)
6	Test de Khi-deux	
	6.1	Généralités sur la construction du test
	6.2	Tests d'adéquation d'une loi théorique

Introduction intelligence artificielle (Unité transversale)**(1h00 C, 1H00 TD sur machine)(Semestre 5)**

UET	Introduction Intelligence artificielle	
1	Introduction.	
2	Formulation d'un problème.	
	2.1	Rappels sur les logiques.
	2.2	Programmation logique.
3	Résolution d'un problème par recherche aveugle.	

	3.1	Largeur d'abord
	3.2	Profondeur d'abord.
	3.3	Profondeur limitée.
	3.4	Profondeur limitée itérative.
4	Résolution d'un problème par recherche heuristique.	
	4.1	Recherche best-first.
	4.2	Hillclimbing.
	4.3	Algorithme A*, heuristiques.
	4.4	Recherche en faisceau (beamsearch).
	4.5	Recherche par recuit-simulé.
5	Jeux stratégiques et algorithmes recherche.	
	5.1	min-max.
	5.2	alpha-beta.

Introduction Data Science (Unité transversale)

(1h30TD sur machine)(Semestre 5)

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

Programme des unités d'enseignement de L3

Semestre 6

Modélisation stochastique (Unité fondamentale)

(1h30 Cours, 1h30 TD)(Semestre 6)

UF	Modélisation Stochastique: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Espérances conditionnelles.	09H
	1.1 Quelques propriétés de l'espérance conditionnelle..	
	1.2 Filtrations.	
	1.3 Processus adaptés.	
	1.4 Stratégies dans les jeux d'hasard.	
2	Introduction aux martingales.	06H
	2.1 Définition de martingale. Premières propriétés.	
	2.2 Transformation de martingales.	
	2.3 Théorème d'arrêt optionnel de Doob.	
	2.4 Théorème de convergence des martingales.	
	2.5 Martingales bornées dans L^2 .	
3	Chaînes de Markov.	15H
	3.1 Définition et propriétés.	
	3.2 Récurrences aléatoires. Matrice de transition. Equation de Chapman-Kolmogorov. Loi de la chaîne de Markov.	
	3.3 Calculs de probabilités liées à la chaîne, probabilité d'atteinte, méthode à un pas.	
	3.4 Calculs de probabilités liées à la chaîne, probabilité d'atteinte, méthode à un pas.	
	3.5 Mesures invariantes. Existence et unicité.	
	3.6 Excursions. Récurrence nulle et récurrence positive.	

Méthode de Monte-Carlo (Unité fondamentale)

(1h30 Cours, 1h30 TD)(Semestre 6)

UEF	Méthode de Monte-Carlo: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Introduction de la méthode de Monte-Carlo. Techniques de réduction de la variance. Introduction aux suites à discrétance faible.	09H
	1.1 Description de la méthode.	
	1.2 Théorèmes de convergence.	
	1.3 Exemples.	
	1.4 Comparaison avec les méthodes déterministes.	
2	Simulations de variables aléatoires.	06H

	2.1	Inversion de la fonction de répartition.	
	2.2	Simulation d'une loi exponentielle.	
	2.3	Simulation de variables gaussiennes (Méthode de Box-Müller)	
	2.4	Simulation d'une variable poissonnienne.	
	2.5	Méthode de rejet.	
	2.6	Vérification par histogramme.	
3	Réduction de variance.		15H
	3.1	Echantillonnage préférentiel.	
	3.2	Variable de contrôle.	
	3.3	Variation antithétiques.	
	3.4	Méthode de stratification.	
	3.5	Valeur moyenne ou stratification.	

Optimisation différentielle (Unité fondamentale)

(1h30 Cours, 1h30 TD) (Semestre 6)

UEF	Optimisation différentielle : Semestre 6	
1	Outils Théoriques - Concepts Algorithmiques.	
	1.1	Ensembles convexes.
	1.2	Fonctions convexes.
	1.3	Conditions d'optimalité.
2.	Méthodes de l'Optimisation sans Contrainte.	
	2.1	Méthodes à Directions de Descente.
	2.2	Autour du Gradient Conjugué.
	2.3	Méthodes à Régions de Confiance.
	2.4	Algorithmes de Newton.
	2.5	Algorithmes de Quasi-Newton.
	2.6	Autres Approches Algorithmes.
3.	Méthodes de l'Optimisation avec Contraintes.	
	3.1	Projection et Activation.
	3.2	Pénalisation.
	3.3	Dualité.
	3.4	Méthodes B-Newtoniennes.
	3.5	Méthodes de Points Intérieurs.
4.	Etudes de problèmes particuliers.	
	4.1	Problèmes de Moindres-Carrés.
	4.2	Optimisation Linéaire : Théorie et Algorithme du Simplexe.
	4.3	Optimisation Linéaire : Algorithmes de Points Intérieurs.
	4.4	Optimisation Semi-Définie Positive.
	4.5	Optimisation Quadratique.

Equations différentielles (Unité fondamentale)**(1h30 Cours, 1h30 TD) (Semestre 6)**

UEF	Equations différentielles : Semestre 6	
1	Rappels sur les équations différentielles.	
	1.1	Équations différentielles : définitions et exemples.
	1.2	Notion de solution locale,
	1.3	Théorème d'existence et d'unicité.
	1.4	Solutions maximales.
	1.5	Solutions globales (critères d'extension).
2	Équations différentielles linéaires.	
	2.1	Résolvantes.
	2.2	Wronskien.
	2.3	Théorème de Liouville.
	2.4	Variation de la constante.
	2.5	Résolution explicite dans le cas des coefficients constants.
	2.6	Les conditions de Karush-Kuhn et Tucker.

2.2 Descriptif des activités pratiques

Instructions
<p><i>Différentes activités pratiques peuvent être envisagées selon les options suivantes :</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>Stage au 6^{ème} semestre avec quelques petites activités initiales pendant les semestres précédents</i>▪ <i>Stage entre les années/semestre :</i><ul style="list-style-type: none">○ <i>Stage d'été après la 1^{ère} année comptabilisé en 2^{ème} année</i>○ <i>Stage d'été après la 2^{ème} année comptabilisé en 3^{ème} année</i>○ <i>Stage entre les semestres si le calendrier universitaire le permet et comptabilisé pendant la même année</i>▪ <i>Stage d'alternance</i>▪ <i>Activités pratiques réparties du S1 à S6 -à ne pas confondre avec les TD et TP des modules habituels !</i> <p><i>Selon le type d'activité pratique, préciser les éléments indiqués dans le tableau suivant :</i></p>

Types d'activités	
Objectifs	
Organisation	
Durée	
Lieu	
Rapport/rendu	
Evaluation	
Nombre de crédits	
Autres détails	

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

--

3 **Méthodes pédagogiques adoptées (classiques et innovantes)**

Instructions
<p><i>Différentes approches pédagogiques peuvent être adoptées pour rendre l'expérience d'apprentissage plus attractive et stimulante aux apprenants. On cite à ce titre, les exemples suivants de pédagogies actives :</i></p> <ul style="list-style-type: none">▪ <i>Apprentissage par projet</i>▪ <i>Apprentissage par résolution de problème</i>▪ <i>Apprentissage par étude de cas</i>▪ <i>Apprentissage par conception</i>▪ <i>Apprentissage par investigation</i> <p><i>Préciser le(s) type(s) de pédagogies adoptées/envisagées dans le cadre de l'offre de formation proposée pour habilitation.</i></p>