



République Tunisienne

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Commission sectorielle de Mathématiques

Licence Fondamentale de Mathématiques

Juin 2018

Membres de la Commission

Pr. Mohamed Sifi : Coordinateur

Pr. Dorra Bourguiba : Rapporteur

Membres : Professeurs : Moncef Aouadi, Sami Aouaoui, Skander Belhaj, Mourad Bellassoued, Hechmi Ben

Messaoud, Ali Benhissi, Béchir Dali, Mondher Damak, Khalifa El Mabouk, Mohamed Hbaib, Mohamed Ali Jendoubi,

Sofien Kasmi, Maher Mili, Afif Masmoudi, Maher Moakher, Salem Omri, Adel Saddi.

Licence Fondamentale de Mathématiques

Semestre 1

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Analyse	Analyse 1	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Algèbre	Algèbre 1	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Informatique	Algorithmique et programmation en langage C	1H30	1H30	2		6		3		X Examen 2H
UT1	Transversale	Anglais 1		1H30		3	6	1,5	3	X	
		Initiation au calcul scientifique 1		2H00		3		1,5		X	
UO1	Option	*	2H00				4		2	X	
Total 22H30/semaine			09H30	11H00	2		30		18		

* Le module optionnel doit être un module d'ouverture à fixer par le département.

** Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.

Licence Fondamentale de Mathématiques

Semestre 2

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Analyse	Analyse 2	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Algèbre	Algèbre 2	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Physique 1	Mécanique	1H30	3H00			6		3		X Examen 2H
UT2	Transversale	Anglais 2		1H30		3	6	1,5	3	X	
		Initiation au calcul scientifique 2		02H00		3		1,5		X	
UO2	Option	*	2H00				4		2	X	
Total 22H00/semaine			09H30	12H30			30		18		

* Le module optionnel doit être un module d'ouverture à fixer par le département.

** Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.

Licence Fondamentale de Mathématiques

Semestre 3

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Analyse	Analyse 3	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Algèbre	Algèbre 3	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Physique 2	Electromagnétisme	1H30	3H00			6		3		X Examen 2H
UT3	Transversale	Anglais 3		1H30		3		1,5		X	
		Activités Mathématiques 1 avec SciLab2 (ou logiciel équivalent)		02H00		3	6	1,5	3	X	
UO3	Option	*	2H00				4		2	X	
Total 22H00/semaine			09H30	12H30			30		18		

*Le module optionnel doit être un module d'ouverture à fixer par le département.

** Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.

Licence Fondamentale de Mathématiques

Semestre 4

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Analyse	Analyse 4	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Algèbre	Algèbre 4	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Informatique	Algorithmique 2	1H30	1H30	2		6		3		X Examen 2H
UT4	Transversale	Anglais 4		1H30		3		1,5		X	
		Activités Mathématiques 2 avec SciLab (ou logiciel équivalent)		02H00		3	6	1,5	3	X	
UO4	Option	*	2H00				4		2	X	
Total 22H30/semaine			9H30	11H00	2H00	30		18			

*Le module optionnel doit être un module d'ouverture à fixer par le département.

** Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.

LF3 Parcours : Mathématiques

Semestre5

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Algèbre	Algèbre	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Calcul Intégral	Calcul intégral	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Topologie	Topologie	3	3			7		5		X Examen 2H
UT5	Transversale	Anglais 5		1H30		2	5	1,5	3	X	
		Schémas numériques pour les EDO		02H00		3		1,5		X	
UO5	Option	A fixer par le département.	2H00				4		2	X	
Total 23H30/semaine			11H00	12H30			30		20		

*** Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.**

LF3 Parcours : Mathématiques

Semestre 6

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Probabilités	Probabilités	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Calcul différentiel	Calcul différentiel	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Module 3	A choisir parmi la liste jointe	3	3			7		5		X Examen 2H
UT6	Transversale	Méthodologie		1H30		2	5	1,5	3	X	
		Statistiques	01H00	0H30		3		1,5		X	
UO6	Option	Traiter de préférence les fonctions holomorphes.	2H00				4		2	X	
Total 22H00/semaine			12H00	11			30		20		

* Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.

LF3 Parcours : Mathématiques et Applications

Semestre5

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Topologie	Topologie sur les espaces métriques	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Calcul Intégral	Calcul intégral	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Calcul différentiel	Calcul différentiel	3	3			7		5		X Examen 2H
UT5	Transversale	Anglais 5		1H30		2	5	1,5	3	X	
		Schémas numériques pour les EDO		2H00		3		1,5		X	
UO5	Option	A fixer par le département.	2H00				4		2	X	
Total 23H30/semaine			11H00	12H30			30		20		

***Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.**

LF3 Parcours : Mathématiques et Applications

Semestre6

Unité d'enseignement		Elément Constitutif d'UE	Volume Horaire (Semaine)			Crédits		Coefficients		Régime d'examen	
			C	TD	TP	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
UF1	Analyse numérique	Analyse numérique	3	3			7		5		X Examen 2H
UF2	Probabilités	Probabilités	3	3			7		5		X Examen 2H
UF3	Module 3	A choisir parmi la liste jointe	3	3			7		5		X Examen 2H
UT6	Transversale	Méthodologie		1H30		2	5	1,5	3	X	
		Statistiques	01H00	0H30		3		1,5		X	
UO6	Option	Traiter de préférence les fonctions holomorphes.	2H00				4		2	X	
Total 23H00/semaine			12H00	11		30		20			

***Dans le cas où les enseignements se font par groupe, il est souhaitable de désigner un coordinateur.**

PROGRAMMES

L₁

Programme des unités d'enseignement de L1

Semestre 1

Algèbre 1 (Unité obligatoire)
(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)

UF	ALGEBRE 1 : Semestre 1	Nbre HeuresCours
1	Calculs algébriques.	03H00
	1.1 Somme et produit finis.	
	1.2 Somme double.	
	1.3 Formule du binôme.	
2	Vocabulaire ensembliste.	04H30
	2.1 Eléments de logique.	
	2.2 Eléments de la théorie des ensembles.	
	2.3 Ensembles finis et dénombrement.	
	2.4 Applications et relations.	
3	Structures algébriques usuelles.	04H30
	3.1 Lois de composition internes.	
	3.2 Structure de groupe.	
	3.3 Structures d'anneau et de corps.	
4	Rappels d'arithmétique dans l'ensemble des entiers relatifs.	03H00
5	Polynômes	12H00
	5.1 Anneau des polynômes à une indéterminée.	
	5.2 Divisibilité et division euclidienne.	
	5.3 Fonctions polynomiales et racines.	
	5.4 Arithmétique dans $K[X]$.	
	5.5 Polynômes irréductibles de $C[X]$ et $R[X]$.	
6	Fractions rationnelles.	15H00
	6.1 Corps $K(X)$.	
	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 R .	

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

UF2	ANALYSE 1 : Semestre 1	Nbre Heures Cours
1	Nombres réels.	04H30
	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.	09H00
	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.	
	2.2 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.	16H30
	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 \mathbb{R} dans \mathbb{C} .	

4	Analyse asymptotique.	12H00
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 en langage C (Unité obligatoire)**(1h30 Cours, 1h30 TD et 2H TP)(Semestre 1)**

UF	Informatique 1: Algorithmique et programmation en langage C: Semestre 1	Nbre Heures Cours
1	Algorithme et organigramme.	
	1.1 Généralités.	
	1.2 Principales structures algorithmiques.	
2	Le passage au langage de programmation.	
	2.1 Le Langage C : un peu d'histoire.	
	2.2 Mon premier programme C.	
3	Les briques de bases du langage C.	
	3.1 Les variables.	
	3.2 Les entrées/sorties.	
	3.3 Résumé des principales instructions.	
	3.4 Quelques exemples.	
	3.5 La bibliothèque standard du C	
	3.6 Ce qu'il faut retenir des briques de bases en C.	
4	Principe de base de la compilation.	
	4.1 Compiler un programme.	
	4.2 debugger un programme.	
5	Opérateurs logiques.	
6	Les tableaux.	
	6.1 Définition et manipulation.	
	6.2 Gestion dynamique des tableaux.	
7	Notion de sous-programme.	
	7.1 Généralités.	
	7.2 Retour sur les variables.	
8	Programmation récursive.	
	8.1 Principe.	
	8.2 En C	
9	Les pointeurs.	
	9.1 Sémantique et manipulation.	
	9.2 Occupation mémoire.	
	9.3 Arithmétique des pointeurs.	

10	Les chaînes de caractère.		
	10.1	Utilisation.	
	10.2	Manipulation.	
11	Les fichiers.		
	11.1	Manipulation.	
	11.2	Lecture/ecriture.	
12	Type énumère et type structuré.		
	12.1	Besoin de nouveaux types.	
	12.2	Type énumère.	
	12.3	Type structuré.	
13	Quelques types complexes.		
	13.1	Types chaînes.	

Initiation au calcul scientifique 1 (Unité Transversale)

(02h00 TD sur machine) (Semestre 1)

UF	Initiation au calcul scientifique 1 : Semestre 1		Nbre Heures Cours
1	Eléments de base.		
	1.1	Utilisation de MATLAB à la manière d'une calculatrice scientifique.	
	1.2	Calcul sur les nombres complexes.	
	1.3	Calcul matriciel.	
	1.4	Création de fonction à une et plusieurs variables et traçage de courbes.	
	1.5	Calcul sur les polynômes.	
2	Programmation.		
	2.1	Utilisation de MATLAB à la manière d'une calculatrice scientifique.	
	2.2	IF ELSE ELSEIF.	
	2.3	SWITCH.Script et fonctions. Affichage à l'écran (DISP) et Saisie au clavier (INPUT).	

Programme des unités d'enseignement de L1

Semestre 2

Algèbre 2 (Unité obligatoire)
(3h cours et 3h TD)(Semestre 2)

UF	ALGÈBRE 2 : Semestre 2	Nbre Heures Cours
1	Espaces vectoriels et applications linéaires.	15H00
	1.1 Espaces vectoriels.	
	1.2 Espaces de dimension finie.	
	1.3 Applications linéaires .	
	➤- Cas général.	
	➤- Cas de dimension finie, Théorème du rang.	
	1.4 Sous-espaces affines d'un espace vectoriel.	
2	Matrices.	15H00
	2.1 Opérations sur les matrices.	
	2.2 Matrices et applications linéaires.	
	2.3 Changements de bases, équivalence et similitude.	
	2.4 Opérations élémentaires, calcul du rang et matrices équivalentes.	
3	Groupe déterminants.	06H00
	3.1 Groupe symétrique.	
	3.2 Déterminants.	
4	Systèmes linéaires.	06H00

Analyse 2 (Unité obligatoire)
(3h cours et 3h TD)(Semestre 2)

UF	ANALYSE 2 : Semestre 2		Nbre Heures Cours
1	Intégration.		18H00
	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 variable. Calcul de primitives (polynôme en sin et cos, fraction rationnelle, fraction rationnelle en sin et cos, fraction rationnelle en x et racine(ax+b), fraction rationnelle en x et racine(ax ² +bx+c)	
2	Equations différentielles linéaires.		06H00
	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.	
	2.3	Equations de Bernoulli et Ricatti.	
3	Probabilités discrètes.		18H00
	3.1	Sommes infinies	
	3.2	Introduction au calcul des probabilités sur un ensemble au plus dénombrable.	
		➤ Expérience aléatoire événements et opérations sur les événements.	
		➤ Probabilités sur un univers fini; probabilités uniformes ; modèles d'urnes.	
		➤ Conditionnement et indépendance.	
		➤ Théorème de Bayes et formule de Bayes.	
	3.3	Variables aléatoires à une dimension.	
		➤ Généralités ; Fonction de répartition.	
		➤ Variables aléatoires discrètes.	
		➤ Loi de probabilités.	
		➤ Espérance mathématique; Variance.	
		➤ Fonction des moments ; génératrices.	
	3.4	Exemples de lois usuelles discrètes.	
		➤ Loi de Bernoulli ; Binomiale; Géométrique; Poisson.	
		➤ Négative binomiale; Hypergéométrique.	

Mécanique (Unité obligatoire)
(1h30 Cours et 3h00 TD)(Semestre 2)

UF	Physique 1 : Mécanique : Semestre 2	Nbre Heures Cours
1	Introduction: Systèmes des coordonnées, calcul vectoriel.	
2	Cinématique du point. Changement de référentiel.	
3	Dynamique dans des référentiels galiléen et non galiléen	
4	Travail. Energie.	
5	Moment cinétique	
6	Interaction de deux points matériels.	
7	Mouvement à force centrale. Loi de Kepler	
8	Introduction à la dynamique des solides.	

Initiation au calcul scientifique 2 (Unité transversale)
(2h00 TD sur machine) (Semestre 2)

UT	Initiation au calcul scientifique 2 : S4	Nbre Heures Cours
1	Résolution d'équation non linéaire à une inconnue.	
2	Méthodes de Dichotomie, Newton, du point fixe.	
3	Approximation de fonctions et de données.	
4	Intégration numérique.	
5	Formules de Newton-Cotes composites.	

L_2

Programme des unités d'enseignement de L2

Semestre 3

Algèbre 3 (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 3)

UF	ALGÈBRE 3 :Semestre 3	Nbre Heures Cours
2	Réduction des endomorphismes et des matrices carrées.	18H00
2.1	Généralités.	
	➤ Éléments propres d'un endomorphisme, d'une matrice carrée.	
	➤ Polynôme caractéristique.	
2.2	Endomorphismes.	
	➤ Endomorphismes et matrices carrées diagonalisables.	
	➤ Endomorphismes nilpotents, matrices nilpotentes.	
2.3	Polynômes d'un endomorphisme, d'une matrice carrée.	
	➤ Lemme de décomposition des noyaux.	
	➤ Polynômes annulateurs et diagonalisabilité.	
	➤ Endomorphismes à polynôme minimal scindé.	
3	Équations différentielles linéaires.	15H00
3.1	Généralités.	
3.2	Solutions d'une équation différentielle linéaire.	
3.3	Exponentielle d'un endomorphisme, d'une matrice.	
3.4	Systèmes différentiels linéaires homogènes à coefficients constants.	
4	Structures algébriques usuelles.	09H00
4.1	Groupes et sous-groupes.	
	➤ Morphismes de groupes.	
	➤ Groupes monogènes et cycliques.	
	➤ Ordre d'un sous-groupe.	
4.2	Groupes quotients et décomposition canonique d'un morphisme de groupe.	
4.3	Anneaux.	
	➤ Idéaux d'un anneau commutatif.	
	➤ L'anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$.	
	➤ Anneaux de polynômes à une indéterminée.	
4.4	Algèbres.	

Analyse 3 (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 3)

UF	ANALYSE 3 : Semestre 3	Nbre Heures Cours
1	Intégrales généralisées.	06H00
	1.1 Généralités.	
	1.2 Convergence absolue.	
	1.3 Critères de comparaison et d'équivalence.	
	1.4 Règle d'Abel.	
2	Séries numériques.	06H00
	2.1 Définitions et propriétés.	
	2.2 Séries à termes positifs.	
	➤ Critère de comparaison.	
	➤ Critères de d'Alembert et de Cauchy.	
	➤ Critères d'équivalence.	
	2.3 Séries à termes quelconques	
	➤ Convergence absolue.	
	➤ Séries alternées.	
	➤ Règle d'Abel .	
	2.4 Equivalence des sommes partielles et des restes.	
	2.5 Produit de Cauchy de deux séries absolument convergentes.	
3	Suites et séries de fonctions.	15H00
	3.1 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)	
	3.2 Séries de fonctions.	
	➤ Convergences simple uniforme et normale.	
	➤ Règle d'Abel.	
	➤ Théorèmes de passage à la limite, de dérivation et d'intégration terme à terme.	
4	Séries entières.	09H00
	4.1 Lemme d'Abel, rayon de convergence.	
	4.2 Dérivation et intégration des séries entières réelles.	
	4.3 Fonctions usuelles d'une variable complexe.	
	4.4 Développement en séries entières des fonctions usuelles.	

	4.5	Produit de deux séries entières.	
5	Séries de Fourier.		06H00
	5.1	Séries trigonométriques.	
	5.2	Coefficients de Fourier.	
	5.3	Convergence en moyenne quadratique, normale.	
	5.4	Théorème de Dirichlet.	
	5.5	Formule de Parseval.	

**Activités Mathématiques 1 avec le logiciel Scilab(ou autre logiciel)
(Unité transversale)
(02h00 TD sur machine)(Semestre 3)**

UF	Activités Mathématiques 1 : Semestre 3		Nbre Heures Cours
1	Visualisation graphique 2D.		
	1.1	Plusieurs courbes sur le même graphique.	
	1.2	Affichage de plusieurs graphes côte à côte.	
	1.3	Courbes paramétrées.	
	1.4	Tracé d'un champ de vecteurs.	
3	Visualisation graphique 3D.		
	2.1	Spirale Archimédienne. (plot3d).	
	2.2	Fonctions à 2 variables. (surf).	
3	Précision, erreurs d'arrondi, zéro machine. (Résolution numérique d'une équation du deuxième degré...)		
4	Etude numérique du comportement de suite de nombre complexe.		
	4.1	Racines de l'unité.	
	4.2	Ensemble de Mandelbrot.	
5	Suite récurrente.		
	5.1	Calcul de racine carrée.	
	5.2	Suite de Fibonacci.	
6	Arithmétique.		
	6.2	Division euclidienne.	
	6.2	Calcul du PGCD.	
	6.3	Identité de Bezout.	
2	Tableaux et tri.		
2	Calcul des nombres premiers entre 1 et n (Le crible d'Eratosthène).		

Programme des unités d'enseignement de L2

Semestre 4

Algèbre 4(Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 4)

UF	ALGÈBRE 4 : Semestre 4	Nbre Heures Cours
1	Formes bilinéaires symétriques et formes quadratiques.	09H00
	1.1 Espace dual.	
	1.2 Formes bilinéaires symétriques.	
	1.3 Formes quadratiques.	
	➤ Réduction de Gauss.	
	➤ Bases orthogonales.	
2	Espaces préhilbertiens réels.	15H00
	2.1 Produit scalaire.	
	2.2 Norme associée à un produit scalaire.	
	2.3 Orthogonalité, Bases orthonormales.	
	2.4 Projection orthogonale sur un sous-espace de dimension finie.	
	2.5 Hyperplans affines d'un espace euclidien	
	2.6 Suites orthonormales de vecteurs d'un espace préhilbertien réel.	
3	Endomorphismes des espaces euclidiens.	12H00
	3.1 Adjoint d'un endomorphisme.	
	3.2 Endomorphismes symétriques d'un espace euclidien.	
	3.3 Matrices orthogonales.	
	3.4 Isométries vectorielles d'un espace euclidien.	
4	Endomorphismes des espaces hermitiens.	06H00
	4.1 Produit scalaire sur un C-espace vectoriel.	
	4.2 Espace hermitien.	
	4.3 Relation entre produit scalaire et norme.	
	4.4 Endomorphismes hermitiens, unitaires.	

Analyse 4 (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 4)

UF	ANALYSE 4 : Semestre 4	Nbre Heures Cours
1	Éléments de topologie de \mathbb{R}^n.	15H00
	1.1 Normes usuelles sur \mathbb{R}^n .	
	1.2 Boules, voisinages, ouverts, fermés,	
	1.3 Suites de \mathbb{R}^n .	
	1.4 Adhérence, intérieur et frontière.	
	1.5 Compacité d'une partie de \mathbb{R}^n (définition à l'aide des suites).	
	1.6 Parties connexes, connexité par arcs.	
2	Fonctions à plusieurs variables.	06H00
	2.1 Limite.	
	2.2 Continuité.	
3	Calcul différentiel.	12H00
	3.1 Dérivées partielles d'ordre 1 et 2, fonctions de classe C^1 et de classe C^2 sur un ouvert de \mathbb{R}^n .	
	3.2 Différentiabilité d'une fonction de \mathbb{R}^n dans \mathbb{R}^m ; matrice jacobienne.	
	3.3 Théorème de Schwarz.	
	3.4 Formule de Taylor d'ordre 2, matrices hessiennes, extrémums.	
4	Intégrale dépendant d'un paramètre.	09H00
	4.1 Continuité.	
	4.2 Dérivabilité.	

Electromagnétisme 3 (Unité obligatoire)**(1h30 Cours et 3h00 TD)(Semestre 3)**

UF	ELECTROMAGNETISME : Semestre 3	Nbre Heures Cours
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.	

Activités Mathématiques 2 avec le logiciel Scilab (ou autre logiciel)**(Unité transversale)****(02h00 TD sur machine)(Semestre 4)**

UF	Activités Mathématiques 2 : Semestre 4	Nbre Heures Cours
1	Résolution de systèmes linéaires par méthode directe.	
	1.1 Programmation de la méthode de Pivot de Gauss.	
	1.2 Avec Scilab.	
2	Calcul de valeurs propres avec Scilab.	
3	Intégration numérique.	
	3.1 Méthode des rectangle.	
	3.2 Méthode de Monte Carlo.	
4	Résolution numérique des équations différentielles.	
	4.1 Euler.	
	4.2 Range Kutta.	
5	Variables aléatoires.	
	5.1 Simulation de variables aléatoires discrètes.	
	5.2 Phénomènes limites et approximation (Binomial et Poisson).	
	5.3 Générer un échantillon	
	5.4 Représentations graphiques : Histogrammes.	

L3

Licence Fondamentale de Mathématiques

Parcours Mathématiques

Programmes

Programme des unités d'enseignement de S5
LFM3 : Parcours : Mathématiques

Algèbre (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5)

UF	ALGEBRE : Semestre 5	Nbre Heures Cours
1	Groupes.	06H
	1.1 Rappels.	
	1.2 Groupe quotient.	
	1.3 Décomposition canonique d'un homomorphisme.	
2	Groupe opérant sur un ensemble.	15H
	2.1 Stabilisateur, équation des classes.	
	2.2 Théorèmes de Sylow.	
	2.3 Théorème de classification des groupes abéliens finis.	
3	Anneaux.	15H
	3.1 Anneaux commutatifs, anneaux intègres.	
	3.2 Caractéristique d'un anneau unitaire.	
	3.3 Idéaux, idéaux premiers, maximaux.	
	3.4 Anneau quotient.	
	3.5 Anneau principal.	
4	Corps.	06H
	4.1 Définition et exemples.	
	4.2 Corps des fractions d'un anneau intègre.	

Topologie (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5)

UF	TOPOLOGIE : Semestre 5	Nbre Heures Cours
1	Espaces métriques et espaces topologiques.	12H00
1.1	Distances, sous espaces métriques, distances équivalentes.	
1.2	Métrique induite, espace produit, partie bornée.	
1.3	Normes, Espace vectoriel normé, normes équivalentes.	
1.4	Quelques notions de topologie. Topologie induite.	
1.5	Fermés, base de voisinages, espace topologique séparé, intérieur, adhérence.	
1.6	Suites dans un espace topologique et métrique.	
1.7	Applications continues, homéomorphismes : (continuité dans les espaces topologiques, continuité dans les espaces métriques, continuité séquentielle, applications ouvertes, applications fermées.)	
2	Topologie produit.	06H00
2.1	Comparaison des topologies.	
2.2	Base, système générateur d'une topologie (topologie engendrée par une famille de parties).	
2.3	Continuité et constructions de topologies.	
2.4	Topologie produit (quelconque), topologie quotient.	
3	Espaces topologiques compacts.	12H00
3.1	Définition (Borel-Lebesgue) et exemples.	
3.2	Propriétés élémentaires.	
3.3	Continuité et compacité (Théorème de Weirstrass).	
3.4	Compacité et suites, espaces métriques compacts (Bolzano-Weierstrass), Théorème de Heine.	
3.5	Compacité dans les espaces vectoriels normés.	
3.6	Espaces localement compacts.	
3.7	Compactifié d'Alexandrov.	

4	Espaces métriques complets.		07H30
	4.1	Suites de Cauchy.	
	4.2	Complétude, espaces de Banach, (exemples : $B(X,E)$ et $C_b(X,E)$ ou X espace topologique et E Banach, un espace compact est complet).	
	4.3	Prolongement d'une application uniformément continue.	
	4.4	Complété d'un espace métrique.	
	4.5	Théorème du point fixe.	
5	Espaces Connexes.		04H30
	5.1	Connexité, exemple fondamental.	
	5.2	Fonctions continues et connexité.	
	5.3	Union, adhérence et produit, composantes connexes.	
	5.4	Connexité par arcs.	

Calcul intégral (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5)

UF	CALCUL INTEGRAL : Semestre 5	Nbre Heures Cours
1	Tribus.	06H
	1.1 Tribus: tribu engendrée, tribu borélienne....	
	1.2 Applications mesurables.	
	1.3 Approximation par des fonctions étagées.	
2	Mesures.	06H
	2.1 Définitions et exemples.	
	2.2 Ensembles négligeables.	
	2.3 Complétion d'une mesure.	
	2.4 Construction de la mesure de Lebesgue.	
3	Intégration par rapport à une mesure.	06H
	3.1 Intégrale d'une fonction étagée positive.	
	3.2 Intégrale d'une fonction mesurable positive.	
	3.3 L'espace des fonctions intégrables à valeurs réelles ou complexes.	
	3.4 Intégrale au sens de Lebesgue.	
	3.5 Comparaison des intégrales Riemann et de Lebesgue.	
4	Théorèmes de convergences.	06H
	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.	06H
	5.1 Tribus produit.	
	5.2 Produit de deux mesures sigma-finies.	
	5.3 Théorème de Fubini.	
	5.4 Image d'une mesure et mesure de densité.	
6	Théorème de changement de variables.	06H
	6.1 Difféomorphismes et Jacobien.	
	6.2 Formule de changement de variables.	
	6.3 Quelques exemples de changement de variables.	
7	Espaces L^p.	06H
	7.1 Définition, inégalités de Hölder et de Minkowski.	
	7.2 Les semi-normes $\ \cdot\ _p$.	
	7.3 Les espaces L^p	
	7.4 Complétude de L^p .	

Schémas numériques pour EDO (Unité transversale)

(2h00 Cours)(Semestre 5)

UT	Schémas numériques pour E.D.O. : Semestre5		Nbre Heures Cours
1	Schémas numériques à un pas.		
	1.1	Schémas d'Euler explicite.	
	1.2	Schéma d'Euler implicite.	
	1.3	Schéma du point milieu.	
		Schéma de Heun.	
		Schéma de Runge-Kutta.	
		Exemple : Résolution du système d'équation de Lotka-Volterra, qui modélise un système de proie-prédateur.	
2	Etude d'erreur.		
	2.1	Etude numérique de l'erreur et de l'ordre de convergence.	
	2.2	Etude théorique.	
		➤ Consistance d'un schéma.	
		➤ Stabilité d'un schéma.	
		➤ Convergence d'un schéma et ordre de convergence	
		➤ Démonstration et application des théorèmes de convergence.	

Objectif : Comprendre, programmer et analyser quelques méthodes numériques pour approcher des solutions d'équations différentielles ordinaires (EDO).

Programme des unités d'enseignement de S6
LFM3 : Parcours : Mathématiques

Calcul différentiel (Unité obligatoire)

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

UF	CALCUL DIFFERENTIEL ; Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Espaces vectoriels normés et applications linéaires.	06H00
	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.	06H00
	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.	04H30
	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	Inversions locales et fonctions implicites.	06H00
	5.1 Difféomorphismes de classe C^k , $k>0$.	
	5.2 Théorème d'inversion locale.	
	5.3 Fonctions implicites.	
	➤ Théorème des fonctions implicites.	
	➤ Différentielle de l'application implicite.	

	5.4	Un peu de géométrie différentielle (Les hyper-surfaces, arc paramétré, nappe paramétrée, espace tangent, Immersion, Submersion).	
6	Différentielles d'ordre supérieur.		07H30
	6.1	Différentielles d'ordre 2.	
	6.2	Théorème de Schwartz.	
	6.3	Différentielles partielles d'ordre 2.	
	6.4	Différentielles d'ordre supérieur.	
	6.5	Symétrie des différentielles d'ordre supérieur.	
	6.6	Formules de Taylor : Formule de Taylor avec reste intégral.	
	6.7	Formule de Taylor-Lagrange, Formule de Taylor-Young.	
7	Problèmes d'extrema.		06H00
	7.1	Extrema relatifs d'une fonction.	
	7.2	Cas des fonctions deux fois différentiables.	
	7.3	Cas des fonctions convexes.	
	7.4	Extrema sous contraintes.	
	7.5	Le cas d'une seule contrainte.	
	7.6	Le cas de plusieurs contraintes.	
	7.7	Le cas convexe.	

Probabilités (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 6)

UF	Probabilités : Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Espaces probabilisés.	07H30
	1.1 Rappel sur les tribus.	
	1.2 Mesures et probabilités.	
	1.5 Conditionnement.	
	➤ Probabilité conditionnelle à un événement.	
	➤ Formule de Bayes.	
	1.3 Indépendance.	
	➤ Indépendance d'événements.	
	➤ Indépendance de tribus.	
2.	Lois de Probabilités.	04H30
	2.1 Lois absolument continues et loi mixte.	
	2.2 Fonction de répartition.	
	2.3 Loi Uniforme, exponentielle, normale...	
	2.4 Espérance et Théorème de Transfert.	
	2.5 Fonction caractéristique.	
	2.6 Moments d'ordre p, variance.	
	2.7 Inégalités de Markov et Chybechev.	
3.	Indépendance de variables aléatoires et loi jointe.	6H00
	3.1 Indépendance de variables aléatoires.	
	3.2 Densité jointe, densité conditionnelle, changement de variables.	
	3.3 Lois marginales.	
	3.4 Loi de la somme finie des variables aléatoires indépendantes.	
4.	Espérance conditionnelle.	07H30
	4.1 Vecteur aléatoire et Espérance mathématique.	
	4.2 Covariance de deux variables aléatoires.	
	4.3 Matrice de covariance.	
	4.4 Espérance conditionnelle (projection).	

5	Vecteurs Gaussiens.	03H
	5.1	Exemple fondamental.
	5.2	Définition.
	5.3	Transformation linéaire d'un vecteur gaussien.
	5.4	Vecteurs gaussiens et indépendance.
6	Convergence des variables aléatoires.	12H
	6.1	Lemme de Borel-Cantelli.
	6.2	Convergence presque sûrement, convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence dans L^p , convergence en loi.
	6.3	Loi des grands nombres.
	6.4	Théorème de la limite centrale (TCL).
	6.5	Approximation d'une loi binomiale par une loi de Poisson.
	6.6	Approximation d'une loi de Poisson par une loi normale.
	6.7	Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.

Méthodologie (Unité transversale)

(1h30 TD)(Semestre 6)

Méthodologie (S6) (Unité transversale)

Description : L'objet de cette unité est d'initier les étudiants au travail personnel encadré en mathématiques. Ils seront amenés à aborder et à approfondir un thème de Mathématiques du niveau de la licence ou se rapportant aux programmes des collèges et lycées. Ce travail est encadré par un enseignant du Département de Mathématiques. Le projet doit mener à une compréhension du thème proposé, compréhension attestée par la rédaction d'un mémoire et par une soutenance orale.

L'organisation se fait en faisant repartir les étudiants en des groupes de TD d'une dizaine d'étudiants.

Statistiques (Unité transversale)
(1h00 Cours et 0h30 TD)(Semestre 6)

UT	STATISTIQUES: Semestre 6 <i>Unité transversale</i>	Nbre Heures Cours
1	Initiation au logiciel \mathcal{R} .	
2	Représentations graphiques, paramètres numériques.	
3	Initiation à la théorie de l'estimation ponctuelle et par région de confiance.	
4	Initiation à la théorie des tests paramétriques.	
4.1	Identification des paramètres.	
	➤ Moyenne.	
	➤ Variance.	
	➤ Fréquence.	
4.2	Tests de comparaison.	

Fonction d'une variable complexe (Option au choix)
(2h00 Cours)(Semestre 6)

	Fonction d'une variable complexe: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Fonctions holomorphes.	6H
1.1	Rappels sur le Corps \mathbb{C} : Topologie de \mathbb{C} .	
1.2	Fonctions holomorphes : Dérivabilité au sens complexe, Equations de Cauchy-Riemann.	
1.3	Propriété géométrique des fonctions holomorphes.	
2	Fonctions analytiques.	4H
2.1	Fonctions définies par une série entière.	
2.2	Fonctions analytiques.	
2.3	Fonction exponentielle, fonction logarithme.	
3	Intégrale le long d'un chemin et applications	4H

	3.1	Opérations sur les chemins.	
	3.2	Intégration le long d'un chemin.	
	3.3	Formule de Cauchy dans les ouverts convexes : Analyticité des fonctions holomorphes.	
4	Points singuliers et fonctions méromorphes.		4H
	4.1	Fonctions homéomorphes dans une couronne et séries de Laurent.	
	4.2	Points Singuliers, pôles, fonctions méromorphes.	
5	Le théorème des résidus.		10H
	5.1	Le théorème des résidus.	
	5.2	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.	

Un module à fixer par le département parmi la liste suivante :

- 1) Equations différentielles.**
- 2) Analyse numérique et optimisation.**
- 3) Géométrie élémentaire.**
- 4) Eventuellement, une autre unité (intitulé et programme) proposée par la commission de la licence.**

Equations différentielles (Unité au choix)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 6)

Equations Différentielles : Semestre 6		Nbre Heures Cours
1	Equations différentielles.	12H
	1.1 Définitions et exemples.	
	1.2 Notion de solution locale.	
	1.3 Théorème de Cauchy-Lipchitz.	
	1.4 Solutions maximales.	
	1.5 Solutions globales (critère d'extension).	
	1.6 Lemme de Gronwall.	
	1.7 Dépendance.	
2	Equations différentielles linéaires.	12H
	2.1 Résolvantes,	
	2.2 Wronskien.	
	2.3 Théorème de Liouville.	
	2.4 Variation de la constante.	
	2.5 Formule de Duhamel.	
	2.6 Résolution explicite dans le cas des coefficients constants.	
	2.7 Solutions développables en série entière.	
3	Etudes quantitatives.	12H
	3.1 Champs de vecteurs.	
	3.2 Flot d'une équation différentielle autonome.	
	3.3 Domaine de régularité.	
	3.4 Point singulier.	
	3.5 Orbite d'un champ de vecteurs.	
	3.6 Equivalence de deux champs de vecteurs.	
	3.7 Linéarisation.	
4	Stabilité.	03H
	4.1 Stabilité des points singuliers au sens de Lyapunov.	
	4.2 Fonction de Lyapunov.	
5	Equations différentielles linéaires dans le plan.	03H
	5.1 Systèmes dynamiques dans le plan.	
	5.2 Stabilité de Lyapunov.	

Analyse numérique et optimisation (Unité au choix)

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

UC	Analyse numérique et optimisation: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Résolution numérique des systèmes linéaires.	12H
	1.1 Rappels sur les méthodes directes.	
	1.2 Conditionnement.	
	1.3 Exemples de méthodes itératives.	
2	Résolution numérique des systèmes non linéaires.	12H
	2.1 Méthodes de point fixe.	
	2.2 Méthode de Newton en dimension n.	
3	Optimisation sans contrainte.	09H
	3.1 Théorèmes d'existence et d'unicité.	
	3.2 Méthodes de descente.	
	3.3 Méthode du gradient conjugué.	
4	Optimisation avec contrainte.	09H
	4.1 Théorèmes d'existence et d'unicité.	
	4.2 Méthodes de gradient avec projection.	
	4.3 Méthodes de dualité.	

Géométrie élémentaire (Unité au choix)

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

UC	GEOMETRIE ELEMENTAIRE: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Rappels et compléments de géométrie affine euclidienne.	12H
1.1	Espaces et applications affine. Calcul barycentrique. Convexité.	
1.2	Espaces affines euclidiens, orthogonalité.	
1.3	Isométries : formes réduites, classification en dimension 2 et 3, engendrement du groupe orthogonal.	
2	Géométrie classique dans le plan et l'espace.	12H
2.1	Aires et volumes.	
2.2	Angles non orientés. Angles orientés dans le plan.	
2.3	Etude des configurations classiques : triangles, cercles, faisceau de cercles, polyèdres réguliers.	
2.4	Coniques : définitions géométriques, classification, étude analytique.	

Licence Fondamentale de Mathématiques

Parcours Mathématiques et Applications

Programmes

Programme des unités d'enseignement de (S5)

LFM3 : Parcours : Mathématiques et applications

Topologie sur les espaces métriques (Unité obligatoire)

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

UF1	TOPOLOGIE SUR LES ESPACES METRIQUES : Semestre 5	Nbre Heures Cours
1	Espaces métriques.	12H
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.	06H00
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.	12H
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.		06H00
	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).		06H00

**Calcul intégral (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5)**

UF2	CALCUL INTEGRAL: Semestre 5	Nbre Heures Cours
1	Tribus.	06H
	1.1 Tribus.	
	1.2 Applications mesurables.	
	1.3 Approximation par des fonctions étagées.	
2	Mesures.	06H
	2.1 Définitions et exemples.	
	2.2 Ensembles négligeables.	
	2.3 Complétion d'une mesure.	
	2.4 Mesure de Lebesgue.	
3	Intégration par rapport à une mesure.	06H
	3.1 Intégrale d'une fonction étagée positive.	
	3.2 Intégrale d'une fonction mesurable positive.	
	3.3 L'espace des fonctions intégrables à valeurs réelles ou complexes.	
	3.4 Intégrale au sens de Lebesgue.	
	3.5 Comparaison des intégrales Riemann et de Lebesgue.	
4	Théorèmes de convergences.	06H
	4.1 Théorème de convergence monotone.	
	4.2 Lemme de Fatou.	
	4.3 Théorème de convergence dominée : application aux fonctions définies par une intégrale.	
5	Mesures produits.	06H
	5.1 Tribus produit.	
	5.2 Produit de deux mesures sigma-finies.	
	5.3 Théorème de Fubini.	
	5.4 Image d'une mesure et mesure de densité.	
6	Théorème de changement de variables.	06H
	6.1 Difféomorphismes et Jacobien.	
	6.2 Formule de changement de variables.	
	6.3 Quelques exemples de changement de variables.	
7	Espaces L^p.	06H
	7.1 Définition, inégalités de Hölder et de Minkowski.	
	7.2 Les semi-normes $\ \cdot\ _p$.	
	7.3 Les espaces $L^p(X)$.	
	7.4 Complétude de L^p .	

Calcul différentiel (Unité obligatoire)

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

UF1	CALCUL DIFFERENTIEL ; Semestre 5	Nbre Heures Cours
1	Espaces vectoriels normés et applications linéaires.	06H
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.	06H
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.	
	➤ Operateurs différentiels classiques : Gradient, divergence, rotationnel.	
4	Théorème des accroissements finis.	04H30
4.1	Théorème des accroissements finis.	
4.2	Critère pratique de différentiabilité.	
4.3	Différentielle et applications lipschitziennes.	
4.4	Différentielle et convergence uniforme.	
5	Inversions locales et fonctions implicites.	06H
5.1	Difféomorphismes.	
5.2	Théorème d'inversion locale.	
5.3	Fonctions implicites.	
	➤ Théorème des fonctions implicites.	
	➤ Différentielle de l'application implicite.	
5.4	Un peu de géométrie différentielle (Les hypersurfaces, arc paramétré, nappe paramétrée, espace tangent, Immersion, Submersion).	
6	Différentielles d'ordre supérieur.	07H30
6.1	Différentielles d'ordre 2.	

	6.2	Théorème de Schwartz.	
	6.3	Différentielles partielles d'ordre 2.	
	6.4	Différentielles d'ordre supérieur.	
	6.5	Symétrie des différentielles d'ordre supérieur.	
	6.6	Formules de Taylor : Formule de Taylor avec reste intégral.	
	6.7	Formule de Taylor-Lagrange, Formule de Taylor-Young.	
7	Problèmes d'extrema.		06H
	7.1	Extrema relatifs d'une fonction.	
	7.2	Cas des fonctions deux fois différentiables.	
	7.3	Cas des fonctions convexes.	
	7.4	Extrema sous contraintes.	
	7.5	Le cas d'une seule contrainte.	
	7.6	Le cas de plusieurs contraintes.	
	7.7	Le cas convexe.	

Schémas numériques pour EDO (Unité transversale)

(2h00 Cours)(Semestre 5)

UT2	Schémas numériques pour E.D.O. (Unité transversale): Semestre 5 Volume horaire : 2h/semaine : cours sur ordinateur		Nbre Heures Cours
1	Schémas numériques à un pas.		
	1.1	Schémas d'Euler explicite.	
	1.2	Schéma d'Euler implicite.	
	1.3	Schéma du point milieu.	
		➤ Schéma de Heun.	
		➤ Schéma de Runge-Kutta.	
		➤ Exemple : Résolution du système d'équation de Lotka-Volterra, qui modélise un système de proie-prédateur.	
2	Etude d'erreur.		
	2.1	Etude numérique de l'erreur et de l'ordre de convergence.	
	2.2	Etude théorique.	
		➤ Analyse de convergence	
		➤ Présentation.	
		➤ Démonstration et application des théorèmes de stabilité.	
		➤ Consistance et convergence.	

Programme des unités d'enseignement de (S6)
LFM3 : Parcours : Mathématiques et applications

Analyse numérique (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 6)

UF2	ANALYSE NUMERIQUE: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Rappels et compléments d'algèbre linéaire.	03H
	1.1 Normes matricielles.	
	1.2 Conditionnement.	
2	Résolution des systèmes linéaires.	09H
	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.	06H00
	3.1 Méthode de la puissance.	
	3.2 Méthode de la puissance inverse.	
4	Interpolation et approximation polynômiale.	12H
	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.	06H00
	5.1 Formule de quadrature de Newton-Cotes.	
	5.2 Formule de quadrature de Gauss.	

6	Résolution numérique des équations non linéaires.	06H00
	6.1	Méthode de la sécante.
	6.2	Méthode des approximations successives.
	6.2	Méthode de Newton.

Probabilités (Unité obligatoire)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 6)

UF	Probabilités : Semestre 6		Nbre Heures Cours
1	Espaces probabilisés.		06H
	1.1	Tribus.	
	1.2	Mesures et probabilités.	
	1.5	Conditionnement	
		➤ Probabilité conditionnelle à un événement.	
		➤ Formule de Bayes	
	1.6	Indépendance.	
		➤ Indépendance d'événements.	
		➤ Indépendance de tribus.	
2.	Lois de Probabilités.		04H30
		Lois absolument continues et loi mixte	
		Fonction de répartition	
		Loi Uniforme, exponentielle, normale...	
		Espérance et Théorème de Transfert	
		Fonction caractéristique	
		Moments d'ordre p, variance	
		Inégalités de Markov et Chébychev	
3.	Indépendance de variables aléatoires et loi jointe. 06H		
		➤ Indépendance de variables aléatoires.	
		Densité jointe, densité conditionnelle, changement de variables.	
		➤ Lois marginales.	
		➤ Loi de la somme finie des variables aléatoires indépendantes.	

		➤ Moments d'ordre p , variance	
		➤ Inégalités de Markov et Chébychev	
4.	Espérance conditionnelle.		06H
		➤ Vecteur aléatoire et Espérance mathématique.	
		➤ Covariance de deux variables aléatoires.	
		➤ Matrice de covariance.	
		➤ Espérance conditionnelle (projection)	
5	Vecteurs Gaussiens.		03H
	3.1	Exemple fondamental.	
	3.2	Définition.	
	3.3	Transformation linéaire d'un vecteur gaussien.	
	3.4	Vecteurs gaussiens et indépendance.	
6	Convergence des variables aléatoires.		09H
	4.1	Lemme de Borel-Cantelli.	
	4.2	Convergence presque sûrement, convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence dans L^p , convergence en loi.	
	4.3	Loi des grands nombres.	
	4.4	Théorème de la limite centrale (TCL)	
	5.2	Approximation d'une loi binomiale par une loi de Poisson.	
	5.3	Approximation d'une loi de Poisson par une loi normale.	
	5.4	Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.	
7	Outils et méthodes de simulation.		06H
	6.1	Méthodes de simulation des variables aléatoires.	
		➤ Méthode d'inversion.	
		➤ Acceptation-Rejet.	
	6.2	Méthode de Monte-Carlo	
	6.3	Introduction à l'estimation des paramètres.	

Méthodologie (Unité transversale)

(1h30 TD)(Semestre 6)

Méthodologie (S6) (Unité transversale)

Description : *L'objet de cette unité est d'initier les étudiants au travail personnel encadré en mathématiques. Ils seront amenés à aborder et à approfondir un thème de Mathématiques du niveau de la licence ou se rapportant aux programmes des collèges et lycées. Ce travail est encadré par un enseignant du Département de Mathématiques. Le projet doit mener à une compréhension du thème proposé, compréhension attestée par la rédaction d'un mémoire et par une soutenance orale.*

L'organisation se fait en faisant repartir les étudiants en des groupes de TD d'une dizaine d'étudiants.

Statistiques (Unité transversale)
(1h00 Cours et 0h30 TD)(Semestre 6)

UT2	STATISTIQUES: Semestre 6 <i>Unité transversale</i>	Nbre Heures Cours
1	Initiation au logiciel \mathcal{R}.	12H
2	Représentations graphiques, paramètres numériques.	12H
3	Initiation à la théorie de l'estimation ponctuelle et par région de confiance.	
4	Initiation à la théorie des tests paramétriques.	
	4.1 Identification des paramètres.	
	➤ Moyenne.	
	➤ Variance.	
	➤ Fréquence.	
	4.2 Tests de comparaison.	

Fonctions holomorphes(Option au choix)
(2h00 Cours)(Semestre 6)

	Fonctions holomorphes: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Fonctions holomorphes.	6H
	1.1 Rappels sur le Corps \mathbb{C} : Topologie de \mathbb{C} .	
	1.2 Fonctions holomorphes : Dérivabilité au sens complexe, Equations de Cauchy-Riemann.	
	1.3 Propriété géométrique des fonctions holomorphes.	
2	Fonctions analytiques.	4H
	2.1 Fonctions définies par une série entière.	
	2.2 Fonctions analytiques.	
	2.3 Fonction exponentielle, fonction logarithme.	

3	Intégrale le long d'un chemin et applications		4H
	3.1	Opérations sur les chemins.	
	3.2	Intégration le long d'un chemin.	
	3.3	Formule de Cauchy dans les ouverts convexes : Analyticité des fonctions holomorphes.	
4	Points singuliers et fonctions méromorphes.		4H
	4.1	Fonctions homéomorphes dans une couronne et séries de Laurent.	
	4.2	Points Singuliers, pôles, fonctions méromorphes.	
5	Le théorème des résidus.		10H
	5.1	Le théorème des résidus.	
	5.2	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.	

LFM3 Parcours Mathématiques et Applications

Un module à fixer par le département parmi la liste suivante :

- 1) Equations différentielles.***
- 2) Algèbre et arithmétique.***
- 3) Mathématiques discrètes.***
- 4) Eventuellement, une autre unité (intitulé et programme) proposée par la commission de la licence.***

Equations différentielles (Unité au choix)
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 6)

UC	EQUATIONS DIFFERENTIELLES: Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Introduction aux équations différentielles.	06H
	1.1 Le problème à deux corps.	
	1.2 Equations linéaires scalaires du premier ordre.	
	1.3 Exemples d'équations non-linéaires scalaires.	
	1.4 Méthode de séparation des variables, équations homogènes, facteurs intégrants.	
	1.5 Exemples: équations de Riccati, de Bernoulli, de Lagrange-Clairaut.	
2	Théorèmes généraux.	09H
	2.1 Théorème de Cauchy Lipchitz.	
	2.2 Lemme de Gronwall. Théorème de Péano.	
	2.3 Solutions maximales, solutions globales. Dépendance continue.	
3	Systèmes et équations linéaires.	06H
	3.1 Coefficients constants, coefficients variables.	
	3.2 Solutions développables en séries entières.	
4	Stabilité.	06H
	4.1 Systèmes linéaires autonomes dans le plan.	
	4.2 Méthode de Lyapounov.	
	4.3 Systèmes dynamiques dans le plan.	
5	Champs de vecteurs.	06H
	5.1 Flot.	
	5.2 Equations aux dérivées partielles du premier ordre.	
6	Méthodes numériques.	09H
	6.1 Généralités sur les méthodes à un pas.	
	6.2 Consistance, stabilité, convergence.	
	6.3 Méthodes d'Euler et du point milieu.	
	6.4 Méthode de Runge-Kutta d'ordre 4.	

Algèbre et Arithmétique (Unité au choix)**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 6)**

UC	ALGEBRE ET ARITHMETIQUE : Semestre 6	Nbre Heures Cours
1	Groupes.	09H
	1.1 Définitions.	
	1.2 Rappels sur les groupes cycliques.	
	1.3 Le groupe des racines nième de l'unité.	
	1.4 Morphismes de groupes.	
	1.5 Groupes des permutations.	
	1.6 Introduction de la notion de groupe quotient pour les groupes commutatifs	
	1.7 Le groupe Z/nZ .	
2	Anneaux et corps.	09H
	2.1 Définitions.	
	2.2 Anneau intègre; morphismes d'anneaux; sous-anneaux et idéaux; idéaux premiers; idéaux maximaux	
	2.3 L'anneau des polynômes.	
	2.4 Anneau quotient – L'anneau Z/nZ .	
	2.5 Corps. Corps finis et lois de réciprocité.	
	2.6 Applications à la résolution des équations algébriques.	
3	Arithmétique.	12H
	3.1 L'anneau Z .	
	3.2 Division euclidienne; divisibilité; nombres premiers.	
	3.3 Algorithme d'Euclide; pgcd.	
	3.4 Congruences.	
	3.5 Fonction indicatrice d'Euler	
4	Applications à la cryptographie.	12H
	4.1 Système RSA.	
	4.2 Signature.	
	4.3 Le logarithme discret.	
	4.4 Cryptographie à clé publique.	
	4.5 Echange de clés Diffie-Hellman.	

Mathématiques discrètes (Unité au choix)

(3h00 Cours et 3H00 TD)(Semestre 6)

MATHEMATIQUES DISCRETES: Semestre 6		Nbre Heures Cours
1	Combinatoire.	6H
1.1	Arrangements, combinaisons. Problèmes classiques combinatoires. Bijections. Exemple : Mot de Dyck, arbres binaires et autres applications des nombres de Catalan.	
1.2	Réurrences, nombres de Fibonacci et leurs généralisations.	
1.3	Graphes. Définitions, connexité. Couplage, graphes bipartis. Graphes planaires, formules d'Euler, discussion de coloriage.	
2	Arithmétique.	4H
2.1	Congruences, équations modulo n (théorème de Bezout, théorème des restes revisités. Polynômes d'ordre p , le nombre de racines. Le groupe $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^*$, fonction d'Euler, générateurs, logarithme discret, équations. Carrés et non carrés, la loi de réciprocité quadratique. Fonctions arithmétiques multiplicatives.	
3	Cryptographie classique et à clé publique.	4H