

L1-S1

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Méthodes et techniques de calcul		S1	3	12	18		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	<p>Consolider les connaissances fondamentales d'analyse du secondaire, augmentées principalement d'une brève introduction aux équations différentielles. L'attention sera portée sur l'explication des méthodes et l'utilisation pratique des techniques de calcul : calculs sur les fractions, équation de degré deux, équations numériques simples (pouvant utiliser le logarithme) ou systèmes de quelques équations linéaires.</p> <p>On donnera aussi quelques exemples types d'utilisation dans d'autres sciences, de ces techniques..</p>
Programme	<p>Notions de base sur les fonctions d'une variable réelle: domaine ; fonction inversible ; fonction réciproque ; représentation dans le plan ; fonction paire et impaire ; symétries du graphe.</p> <p>Fonctions usuelles (logarithme, exponentielles, fonctions puissances, fonctions trigonométriques). Notions de continuité et limites d'une fonction; comportement asymptotique.</p> <p>Tangente et dérivée : monotonie, interprétation de la dérivée, explication pratique des accroissements finis.</p> <p>Compléments sur le calcul de primitives et leur application au calcul d'intégrales : Intégration par partie, changement de variables, fractions rationnelles (cas simples).</p> <p>Equations différentielles du premier ordre ; équations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants.</p>
Pré-requis	Bac
Compétences attendues	Savoir étudier une fonction numérique et exploiter son graphe. Savoir résoudre des équations différentielles simples et calculer des intégrales.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>A. Riviere, MCF, 25</p> <p>L. Pernas, PRAG</p> <p>A. Ouagga, MCF, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	Bibliographie : Liret et Martinet, Analyse 1-ère Année

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Calcul Matriciel		S1	6	20	28		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Consolider et approfondir la connaissance des nombres complexes, introduire sous une forme pratique les outils matriciels (principalement mais non exclusivement en basse dimension. L'expression d'un vecteur comme combinaison linéaire d'un ensemble générateur, et aussi la géométrie euclidienne élémentaire en dimension 2 ou 3 (sans axiomatisation nouvelle), seront utilisées comme champs d'application.
Programme	<p>Nombres complexes : représentations d'un nombre complexe : conjugué, module, argument. Exponentielle complexe. Forme d'Euler, de Moivre. Racines n-ièmes d'un nombre complexe. Applications à la trigonométrie.</p> <p>Systèmes d'équations linéaires, méthode du pivot de Gauss, rang. On traitera divers exemples d'application aux sciences (électricité, biologie,...)</p> <p>Calcul matriciel (somme produit, transposée, inverse).</p> <p>Exemples d'utilisation issus de la géométrie : Equations de droite ou de plan, intersection; produit scalaire, transformations géométriques, changement de repère (cas orthonormé), exemple des coordonnées polaires, cylindriques, sphériques.</p> <p>Notions élémentaires sur le déterminant d'une matrice : méthodes de calcul pour les déterminants 2×2 et 3×3, interprétation géométrique, applications. Formules de Cramer 2×2 et 3×3. Produit mixte et produit vectoriel dans \mathbf{R}^3.</p> <p>Espaces vectoriels sur le corps des nombres réels: Sous-espace, espace engendré par une partie, somme d'espaces vectoriels, somme directe, sous-espace supplémentaire. Base, dimension.</p>
Pré-requis	Bac
Compétences attendues	Savoir utiliser les nombres complexes, la résolution de systèmes, le calcul matriciel et les déterminants, notamment pour la recherche des bases, et pour la géométrie en basse dimension. Savoir déterminer si une famille de vecteurs réels est libre et savoir compléter une famille libre en une base.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Mohammed Eftekhari, MCF, 25 SungSoon Kim, MCF HDR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

L1-S2

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Probabilités et statistique		S2	3	12	18		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Introduire les éléments de probabilités et de statistiques qui pourront être utilisés ou approfondis en L2 et L3, en privilégiant les applications scientifiques liées au programme de licence.
Programme	Vocabulaire de la statistique. Statistique descriptive à une et deux variables : représentations graphiques, paramètres de position et de dispersion. Droite de régression des moindres carrés. Introduction au calcul des probabilités. Probabilité conditionnelle. Indépendance. Notions de variables aléatoires réelles discrètes et à densité. Moments. Lois usuelles (dont Binomiale, Poisson, Normale). Approximations de lois, dont celle de la Binomiale par la Normale.
Pré-requis	Bac
Compétences attendues	Disposer des notions de probabilités et statistiques nécessaires à tout étudiant se destinant à une carrière scientifique ou technique
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Stéphane Ducay, PRAG
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Algèbre linéaire 1		S2	3	12	16		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Acquérir les notions de base sur les applications linéaires sur \mathbb{R} ou \mathbb{C} .
Programme	<p>Applications linéaires sur \mathbb{R} ou \mathbb{C}: images, noyau, espace vectoriel des applications linéaires, endomorphismes linéaires, forme linéaire.</p> <p>Matrices :</p> <p>Définition, sommes et produits de matrice. Espace vectoriel des matrices. Groupe des matrices inversibles. Formule de Cramer en dimension 2 et 3. Matrices transposée.</p> <p>Matrice d'une application linéaire relativement à des bases données. Matrice d'un endomorphisme. Changement de bases. Matrice de passage. Rang d'une matrice. Rang d'une application linéaire. Formule du rang. Matrices équivalentes. Matrices semblables.</p> <p>Matrices de projections, de rotations, de symétries.</p>
Pré-requis	Structures Fondamentales et Calcul Matriciel
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Elise Janvresse, PR 26
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Analyse réelle fondamentale		S2	3	12	16		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Acquisition des outils et modes de raisonnement fondamentaux d'Analyse. Construction de l'intégrale définie, révision des règles de calcul ou d'encadrement d'intégrales.
Programme	Fonctions numériques (à valeurs réelles et complexes) de la variable réelle : Limite d'une fonction en un point. Continuité. Valeurs intermédiaires, image d'un intervalle. Dérivabilité, égalité et inégalité des accroissements finis, cas des fonctions à valeurs complexes. Inégalités de convexité. Intégrale définie (fonctions continues par morceaux), convergence des sommes de Riemann, théorème fondamental de l'Analyse.
Pré-requis	MTC, Structures Fondamentales
Compétences attendues	Savoir restituer et utiliser les résultats et raisonnements fondamentaux d'Analyse. Savoir majorer ou minorer une fonction, ou une intégrale.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alain Rivière, MCF 25 Abderrahmane Ouagga, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Analyse réelle appliquée		S2	3	12	16		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Approfondissement de l'étude des limites (développements limités) et des divers procédés de sommation (séries, intégrales généralisées).
Programme	<p>Relations de comparaison, Formule de Taylor. Développements limités.</p> <p>Intégrales généralisées : définition, cas positif, convergence absolue, usage des relations de comparaisons.</p> <p>Séries numériques : Convergence. Cas positif. Critère de Cauchy, de d'Alembert. Convergence absolue. Séries alternées et règle d'Abel.</p> <p>Théorèmes de comparaisons. Relations avec l'intégrale.</p>
Pré-requis	Le S1 commun
Compétences attendues	<p>Savoir utiliser un développement limité et les relations de prépondérance entre fonctions usuelles, pour lever une indétermination de limite ou pour étudier la convergence d'une série numérique ou d'une intégrale généralisée.</p> <p>Savoir calculer la somme d'une série ou la valeur d'une intégrale.</p>
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Abderrahmane Ouaqqa, MCF, 25 Louis Pernas, PRAG
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Se m estr e	ECT S	Heure s CM	Heure s TD	Heure s TP	Type
Courbes paramétrées et géométrie		S2	3	12	16		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Se familiariser avec les arcs paramétrés. Comprendre les différentes façons de définir une courbe et comment passer de l'une à l'autre.
Programme	<p>Définition d'une courbe paramétrée. Exemples de courbes paramétrées du plan et de l'espace.</p> <p>Etude locale d'un paramétrage : points réguliers et points singuliers, tangente en un point, position locale par rapport à la tangente, plan osculateur. Changement de paramètre.</p> <p>Propriétés métriques de courbes : longueur d'un arc, abscisse curviligne, courbure, torsion.</p> <p>Courbes planes : coordonnées polaires ; courbes définies par une équation polaire ; courbes définies par une équation implicite</p> <p>Trace des courbes planes. Asymptote des courbes planes.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	Savoir étudier un arc paramétré.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Abderrahmane Ouagga, MCF, 25 Clemence Labrousse, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	<p>BIBLIOGRAPHIE :</p> <p>J. Dixmier, Cours de Mathématiques du 1er cycle, 2ème année, Gauthier-Villars.</p> <p>J. Lelong-Ferrand & J. M. Arnaudiès, Cours de Mathématiques, tome 3, Géométrie et cinématique, Dunod Université.</p> <p>J.M. Monier : Géométrie. Dunod</p>

L2-S3

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Algèbre linéaire 2		S3	6	24	36		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Présentation des invariants des applications linéaires : déterminant, valeurs et vecteurs propres, polynômes annulateurs (minimal, caractéristique) et leur utilisation pour la réduction des endomorphismes.
Programme	<p>Applications multilinéaires. Déterminants.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formes n-linéaires alternées. Déterminant de n vecteurs dans une base. Critère d'indépendance. Déterminants d'un endomorphisme, du composé de deux endomorphismes. Caractérisations des automorphismes. - Déterminant et aire d'un parallélogramme. - Déterminant d'une matrice carrée. Mineurs. Cofacteurs. Développement suivant une ligne ou une colonne. - Applications des déterminants. Expression de l'inverse d'une matrice. Formule de Cramer. Résolution de systèmes linéaires. <p>Réduction des matrices carrées : Valeurs propres, vecteurs propres d'un endomorphisme et d'une matrice carrée. Sous-espaces propres. Polynôme caractéristique. Trace d'un endomorphisme. Théorème de Cayley-Hamilton.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Polynôme annulateur. Sous-espaces caractéristiques. - Réduction d'une matrice carrée. Diagonalisation. Trigonalisation - Applications: récurrence linéaire.
Pré-requis	Algèbre linéaire 1
Compétences attendues	Savoir calculer les invariants des endomorphismes et les utiliser pour la réduction des endomorphismes. Résoudre des systèmes linéaires.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Karine Sorlin, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Topologie		S3	6	24	36		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Il s'agit principalement de décrire les résultats fondamentaux concernant les parties de \mathbf{R}^n et les fonctions continues entre ces parties. Le vocabulaire de topologie générale sera présenté dans le cadre métrique et pourra être mentionné comme cadre ultérieur de travail plus approfondi.
Programme	<p>Notion d'espace et de sous-espace métrique. et espaces vectoriels normés. Normes usuelles sur \mathbf{R}^n. Distances équivalentes, produit fini d'espaces métriques.</p> <p>Suites convergentes. Espaces métriques complets, complétude de \mathbf{R}^n. Parties complètes. Application : théorème de point fixe de Picard.</p> <p>Parties d'un espace métrique: Boules, ouverts, fermés, intérieur, adhérence, voisinage.</p> <p>Fonctions entre espaces métriques: Limite ponctuelle, utilisation des suites, composition, opérations. Continuité, homéomorphisme. Continuité uniforme et prolongement par continuité. Exemple des applications lipschitziennes et des applications linéaires continues.</p> <p>Espaces connexes. Composantes connexes. Connexité par arcs. Cas des parties convexes d'un espace vectoriel normé. Applications localement constantes.</p> <p>Espaces compacts. Valeur d'adhérence, point d'accumulation.</p> <p>Image d'un compact par une application continue, compacité et fermeture, plongement d'un espace compact, produit fini d'espaces compacts, fermé borné de \mathbf{R}^n. Cas métrique : Uniforme continuité sur un compact. Fonctions numériques réelles continues sur un compact.</p> <p>Application: Equivalence des normes dans \mathbf{R}^n. Continuité en dimension finie. Caractérisation des compacts de \mathbf{R}^n</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	Savoir appliquer les principaux résultats, notamment ceux liés à la compacité et à la connexité.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Yann Palu, MCF, 25 Abderrahmane Ouagga, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Suites et séries de fonctions		S3	6	24	36		Obligatoire
Objectifs Pédagogiques	Introduire les séries de fonctions et les séries entières						
Programme	<p>Rappel sur les séries numériques.</p> <p>Suites de fonctions. (Fonctions définies sur \mathbb{R} à valeurs réelles ou complexes) Convergence simple, uniforme, critère de Cauchy uniforme. Propriétés de la limite d'une suite de fonctions : Théorème de continuité, interversion de limites, intégrabilité, dérivabilité.</p> <p>Séries de fonctions. (Fonctions définies sur \mathbb{R} à valeurs réelles ou complexes) Convergence simple, uniforme, critère de Cauchy uniforme. Convergence normale. Propriétés de la somme : continuité, limite en un point, intégrabilité, dérivabilité.</p> <p>Séries entières. Exemples classiques. Rayon de convergence, définition, détermination pratique. Propriétés de la convergence sur le disque de convergence. Opérations algébriques sur les séries entières. Dérivabilité, intégrabilité de la somme d'une série entière. Fonctions analytiques, propriétés. Fonctions analytiques usuelles. Applications à la résolution d'équations différentielles usuelles. Séries de Fourier : une introduction.</p>						
Pré-requis							
Compétences attendues							
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Abderrahmane Ouagga, MCF, 25 Benoit Testud, MCF 26						
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu							
Modalités de Contrôles de Connaissances							
Commentaire							

Intitulé exact	Code	Sem estre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Intégration et équations différentielles		S3	3	15	20		Optionnel
Objectifs Pédagogiques	Connaître les méthodes de base d'intégrations et des équations différentielles.						
Programme	<p>Rappels et compléments sur les intégrales et Intégrales généralisées (intégration par parties, changement de variables, cas des fractions rationnelles).</p> <p>Equations différentielles linéaires et s'y ramenant.</p> <p>Notions sur les équations différentielles non linéaires.</p> <p>Equations différentielles et les séries entières. Exemples (équations de Bessel).</p>						
Pré-requis	Analyse réelle fondamentale, Analyse réelle appliquée						
Compétences attendues	Savoir résoudre des équations différentielles linéaires et quelques cas classiques des équations différentielles non-linéaires.						
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Abderrahmane Ouaqqa , MCF 25						
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu							
Modalités de Contrôles de Connaissances							
Commentaire							

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Théorie des Graphes		S3	3	15	20		Optionnel
Objectifs Pédagogiques	Acquérir des connaissances élémentaires en théorie des graphes.						
Programme	Matrices d'adjacence. Nombre de chemin de longueur n. Composantes connexes, chaînes, cycles. Graphes orientés, non orientés, eulériens, hamiltoniens. théorèmes d'Euler, Kuratowski Graphes planaires. Formule d'Euler. Problèmes de colorations des sommets, des arêtes (théorèmes de Vizing, König,...). Nombre chromatique, polynôme chromatique. Théorème des 5 couleurs.						
Pré-requis	Aucun						
Compétences attendues	Savoir utiliser la théorie des graphes pour résoudre des problèmes d'optimisation.						
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Clemence Labtousse, MCF, 25						
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu							
Modalités de Contrôles de Connaissances							
Commentaire							

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Statistique		S3	3	15	20		Optionnel
Objectifs Pédagogiques	Cet enseignement doit permettre d'acquérir une culture de base en statistique et en calcul des probabilités, de développer le sens critique nécessaire à la compréhension de présentations ou travaux basés sur des études statistiques, de maîtriser les outils et techniques de base, de savoir choisir les outils adéquats pour le traitement des données. La statistique faisant largement appel aux calculs et à la représentation des données, les applications se feront à l'aide d'un tableur ou d'un logiciel (R par exemple).						
Programme	<ul style="list-style-type: none"> • Échantillonnage, estimation, estimateur et intervalle de confiance d'une moyenne, d'une variance, d'une proportion. • Notion de test statistique. Tests paramétriques de conformité et d'homogénéité sur moyennes, variances, proportions. Tests de khi-deux d'ajustement et d'indépendance. Analyse de la variance. Tests non paramétriques. 						
Pré-requis	Probabilités et Statistique						
Compétences attendues	Savoir choisir et utiliser un test statistique adapté à la problématique étudiée. Savoir interpréter les résultats obtenus et connaître leurs limites.						
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Stéphane Ducay, PRAG , 25						
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu							
Modalités de Contrôles de Connaissances							
Commentaire							

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Théorie des Ensembles		S3	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogique	Renforcement de la maîtrise du langage des ensembles et applications.
Programme	<p>Axiomes de théorie des ensembles (ZFC).</p> <p>Ensemble bien ordonné.</p> <p>Ensembles finis ou dénombrables. Analyse combinatoire.</p> <p>Théorèmes de Zorn, Zermelo.</p> <p>Equipotence, cardinaux. Théorème de Bernstein.</p> <p>Hypothèse du continu.</p>
Pré-requis	Structures fondamentales du S1 et quelques dispositions pour le raisonnement mathématique.
Compétences attendues	Savoir estimer le cardinal de certains ensembles
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Elise Janvresse, PR, 26
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Sem estre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Anglais		S3	2		20		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Préparer les étudiants pour se diriger vers un niveau d'anglais B1 (CECRL)
Programme	
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

L2-S4

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Algèbre linéaire et bilinéaire		S4	6	24	36		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Etude des formes bilinéaires et des espaces vectoriels munis de telles formes.
Programme	<p>Formes bilinéaires symétriques et antisymétriques. Dualité, formes quadratiques.</p> <p>Espaces vectoriels euclidiens : (Espaces vectoriels réels de dimension finie, munis d'une forme bilinéaire symétrique, positive, non dégénérée)</p> <p>Produit Scalaire. Inégalité de Cauchy-Schwarz, inégalité triangulaire, norme euclidienne. Existence de bases orthonormales (Méthode de Schmidt). Sous-espaces orthogonaux. Projections et symétries orthogonales.</p> <p>Adjoint d'un endomorphisme. Endomorphismes symétriques.</p> <p>Isométries d'un espace vectoriel euclidien. Matrices orthogonales.</p> <p>Changement de bases orthonormales.</p> <p>Formes sesquilineaires. Formes hermitiennes. Endomorphismes hermitiens.</p> <p>Matrices hermitiennes.</p> <p>Diagonalisation des matrices symétriques réelles et hermitiennes.</p>
Pré-requis	Algèbre linéaire 1 et 2
Compétences attendues	Faire la différence entre les différents types de formes bilinéaires. Comprendre la relation entre la forme bilinéaire et le groupe des transformations de l'espace préservant cette forme
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Karine Sorlin, MCF, 25 Moussa Saibi, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Calcul Différentiel		S4	3	15	20		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Définir les fonctions de classe C^k entre ouvert de \mathbf{R}^n et de \mathbf{R}^p , et les premiers résultats qui les concernent : accroissement finis, formule de Taylor et étude des extrema.
Programme	<p>Dérivée d'une fonction de \mathbf{R} dans \mathbf{R}^p, théorème des accroissements finis. Dérivées partielles et différentiabilité d'une application de \mathbf{R}^n dans \mathbf{R}^p, matrice et déterminant jacobiens. Fonctions de classe C^k (le cadre des EVN pourra être mentionné brièvement). Opérations usuelles, théorème de Schwarz, C^k-difféomorphisme.</p> <p>Formules de Taylor. Extrema locaux, conditions nécessaires du premier et du second ordre.</p> <p>BIBLIOGRAPHIE : P. Donato, Calcul différentiel pour la licence, Eds Dunod.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	Savoir mettre en œuvre les principaux résultats concernant les fonctions de classe C^k entre ouverts de \mathbf{R}^n et de \mathbf{R}^p .
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alain Rivière, MCF, 25 Abder Ouagga, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	Première moitié du S4
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Equations Différentielles Ordinaires		S4	3	15	20		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Cours fondamental sur l'analyse des équations et systèmes des équations différentiels ordinaires.
Programme	<p>Rappels sur les équations et systèmes différentiels ordinaires linéaires à coefficients constants. Méthode de variation des constantes. Méthodes élémentaires de résolution d'équations différentielles ordinaires non linéaires.</p> <p>Théorème de Cauchy-Lipschitz : existence et unicité de solution locale. Notion de solution maximale. Principe d'explosion. Continuité par rapport à la donnée initiale.</p> <p>Aspects qualitatifs : Equations et systèmes différentiels ordinaires linéaires. Point fixes : classification des points d'équilibre (col, noeud).</p> <p>Aspects qualitatifs : études de systèmes dynamiques en dimension 2, homoclines, espaces des phases, fonction de Lyapunov et systèmes gradients (principe d'invariance de La Salle). Linéarisation au voisinage des points fixes, stabilité. Utilisation d'une intégrale première. L'exemple du pendule pesant.</p>
Pré-requis	S3 Mathématiques
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	M. Asch PR 26, JP Chehab PR 26, M. Darbas MCF-HDR 26, P. Del Castillo MCF 26, A. Farina PR 26, O. Goubet PR 26, M. Guedda PR 26, B. Noris MCF 26, Y. Mammeri MCF-HDR 26, V. Martin MCF 26
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	Deuxième moitié du S4
Modalités de Contrôles de Connaissances	

Commentaire	Bibliographie : Arnold, Equations différentielles ordinaires. Demailly, Analyse numérique et Equations différentielles ordinaires.
-------------	--

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Analyse Numérique		S4	6	24	28	8	Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Etudier des notions de base d'analyse numérique. Introduire des méthodes d'interpolation, de recherche des zéros et de quadrature.
Programme	<p>Approximation polynomiale d'une fonction réelle : Interpolation de Lagrange, forme de Newton, points de Chebychev, estimation de l'erreur. Interpolation d'Hermite, méthode des moindres carrés. Polynômes de meilleure approximation</p> <p>Recherches des zéros d'une fonction réelle continue. Dichotomie, méthode de la sécante, méthode de Newton. Méthode de point fixe. Méthode d'accélération de convergence (méthode d'Aitken, extrapolation à la limite).</p> <p>Calcul approché d'intégrales. Formules de quadratures élémentaires : Formule de Newton Cotes, calcul de l'erreur. Méthode de Romberg. Méthode des rectangles, méthodes des trapèzes, méthode de Simpson. Introduction à l'approximation de solutions d'équations différentielles ordinaires.</p> <p>BIBLIOGRAPHIE : Schatzman, Analyse numérique. Demailly, Analyse numérique et équations différentielles ordinaires.</p>
Pré-requis	Analyse Réelle Fondamentale et Analyse Réelle Appliquée du S2.
Compétences attendues	Etre capable à construire une courbe polynomiale (par morceaux) passant par des points donnés. Savoir comment trouver une approximation des zéros d'une fonction et approximer des valeurs d'intégrales. Savoir étudier les erreurs associées à une approximation.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	M. Asch PR 26, JP Chehab PR 26, M. Darbas MCF-HDR 26, P. Del Castillo MCF 26, A. Farina PR 26, O. Goubet PR 26, M. Guedda PR 26, B. Noris MCF 26, Y. Mammeri MCF-HDR 26, V. Martin MCF 26
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	

Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Lois de probabilités		S4	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Etudier les notions de base du langage des probabilités. L'analyse combinatoire, les notions d'espace probabilisé, variable aléatoire, loi de probabilité discrètes seront présentées.
Programme	Dénombrements. Espaces probabilisés : événement, probabilité, conditionnement, indépendance. Variables aléatoires discrètes : lois usuelles, espérance, variance, couples de variables aléatoires. Fonctions génératrices, sommes de variables aléatoires.
Pré-requis	Aucun
Compétences attendues	Etre capable à faire d'identifier les lois de probabilité usuelles discrètes et continues. Savoir quand et comment approximer des lois discrètes par des lois continues.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Samuel Petite, MCF HDR 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	

Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Géométries du plan et de l'espace		S4	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Donner des interprétations géométriques des résultats d'algèbre linéaire et bilinéaire. S'initier à la géométrie affine et euclidienne, en vue du Capes et de l'agrégation.
Programme	<p>Géométrie euclidienne en dimension 2 et 3 : Les isométries vectorielles et affines en dimension 2 et 3, classification des isométries vectorielles et affines en dimension 2 et 3; matrices des isométries vectorielles; points fixes, décomposition en produit de réflexions ou de demi-tours. Etude des groupes $O(2)$, $O(3)$, $SO(3)$.</p> <p>Géométrie affine du plan et de l'espace: Espace affine, espace vectoriel associé, applications affines, barycentres. Repère affine, sous-espace affine, parallélisme. Projections, symétries, homothéties et translations; affinité. Notion de propriété affine.</p> <p>Les grands théorèmes de la géométrie « classique » : Thalès, Pappus, Desargues, Menelaus, Ceva, la droite d'Euler.</p>
Pré-requis	Algèbre linéaire 1 et 2
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alexander Zimmermann, PR, 25 Yann Palu, MCF, 25 David Chataur, PR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	

Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TP	Type
Langage de calcul		S4	3	15	20	Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Apprendre à utiliser le logiciel Python / Scilab pour résoudre des problèmes de mathématiques
Programme	<p>Notions de programmation de base. Représentation des nombres en machines, instructions de base: boucles for, if, while etc. Apprentissage des commandes graphiques.</p> <p>Applications aux résultats d'analyse, d'algèbre ou d'autres modules des semestres précédents ou en cours. Par exemple : calcul des premiers termes d'une suite pour visualiser son comportement à l'infini (suites classiques, suites de Fibonacci).</p> <p>Illustration de la convergence simple et uniforme de séries de fonctions grâce à des graphiques. Programmation de la méthode de Gauss pour résoudre un système linéaire. etc.</p> <p>Toutes les notions vues en L1 et L2 et qui peuvent être illustrées grâce au langage de programmation sont au programme de ce module.</p>
Pré-requis	S3 Mention Math
Compétences attendues	Savoir utiliser l'outil du langage de calcul numérique pour appréhender un problème mathématique. Se sensibiliser aux erreurs numériques.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	M. Asch PR 26, JP Chehab PR 26, M. Darbas MCF-HDR 26, P. Del Castillo MCF 26, A. Farina PR 26, O. Goubet PR 26, M. Guedda PR 26, B. Noris MCF 26, Y. Mammeri MCF-HDR 26, V. Martin MCF 26

Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	Première moitié du S4
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Se m estr e	ECT S	Heure s CM/T D	Heure s TD	Heure s TP	Type
Théorie des Nombres		S4	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Introduire les bases de la théorie des nombres. Faire découvrir des méthodes de résolution des équations à variable entière. Etudier les propriétés arithmétiques et analytiques des nombres premiers
Programme	<p>Inversion de Möbius, réciprocity quadratique, problème de Waring. Distribution asymptotique des nombres premiers. Rappels sur les nombres premiers, la factorisation et les calculs de congruence.</p> <p>Théorème des restes chinois, indicatrice d'Euler $\varphi(n)$ et équation $\varphi(x) = n$. Théorie multiplicative des nombres (diviseurs, fonctions arithmétiques, fonctions de Möbius et l'inversion de Möbius). La réciprocity quadratique est admise.</p> <p>Résolution d'équations Diophantiennes. Théorème de Hensel. Théorie des nombres premiers.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	Savoir résoudre des équations diophantiennes. Connaître des techniques classiques de la théorie de nombres.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>SungSoon Kim, MCF HDR, 25</p> <p>Yann Palu, MCF, 25</p> <p>Alexander Zimmermann, PR, 25</p>

Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

L3-S5

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Groupe, Anneaux, Corps		S5	6	24	36		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Introduire formellement les structures algébriques de base : groupe, anneau, corps. Etudier leurs propriétés et donner des exemples classiques.
Programme	<p>Groupe. Sous-groupes, groupes quotient, homomorphismes, noyau, image, groupes cycliques, groupes diédraux, groupes symétriques. Groupe opérant sur un ensemble.</p> <p>Anneaux, idéaux, quotients, morphismes d'anneaux, corps.</p> <p>Anneaux intègres, corps des fractions.</p> <p>Notions de base des anneaux euclidiens et principaux. Exemples de \mathbb{Z}, $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$, $\mathbb{Z}[i]$ (théorème des deux carrés...) et de l'anneau des polynômes à une indéterminée.</p> <p>Factorialité de \mathbb{Z} et $\mathbb{K}[X]$, où \mathbb{K} est un corps, pgcd, ppcm, théorème de Bezout.</p> <p>Corps finis. Caractéristique. Construction des corps finis.</p>
Pré-requis	Algèbre linéaire 1, 2 et 3
Compétences attendues	Connaître les propriétés de base des groupes, anneaux, corps. Savoir reconnaître une structure algébrique à travers ses propriétés
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>Karine Sorlin, MCF, 25</p> <p>Alexander Zimmermann, PR, 25</p> <p>David Chataur, PR, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Intégration et Probabilités		S5	6	24	36		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Former aux rudiments de la théorie de la mesure et à l'usage des grands théorèmes de l'intégration de Lebesgue. Les preuves de ces théorèmes ne seront pas abordés.
Programme	<p>Notions et propriétés des Tribu, applications mesurables, mesures, ensembles négligeables, mesure de Lebesgue. Ces notions ne seront pas traitées dans le détails, cela sera fait au S6.</p> <p>Intégrale de Lebesgue et fonctions intégrables. Application aux mesures de comptage. Application au vocabulaire des probabilités.</p> <p>Enoncés (sans démonstration) des Théorèmes de convergence, dérivation et continuité sous le signe somme, de Fubini et de changement de variables.</p> <p>Applications : intégrales à paramètres, intégrales multiples, espaces L^p, convolution de fonctions., transformée de Fourier</p>
Pré-requis	Calcul Différentiel
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>Olivier Goubet, PR, 26</p> <p>Samuel Petite, MCF HDR, 25</p> <p>Benoit Testud, MCF, 26</p> <p>Fabien Durand, PR, 25</p> <p>Ai-Hua Fan, PR, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Calcul Différentiel 2		S5	3	15	20		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Décrire les principaux résultats concernant les fonctions de classe C^k entre ouvert de \mathbf{R}^n et de \mathbf{R}^p , ou plus généralement entre ouverts d'espaces vectoriels normés. Premières applications aux sous-variétés de \mathbf{R}^n
Programme	<p>Rappels concernant les fonctions de classe C^k d'un ouvert de \mathbf{R}^n vers \mathbf{R}^m (le cas des espaces vectoriels normés pourra aussi être abordé) : Définitions, accroissements finis, formule de Taylor, application aux extrema locaux. Théorèmes d'inversion locale, et des fonctions implicites et des extrema liés. Applications à la notion de sous-variété de \mathbf{R}^n : diverses caractérisations, leur espace vectoriel ou affine tangent, application de classe C^k sur une sous-variété.</p> <p>BIBLIOGRAPHIE : P. Donato, Calcul différentiel pour la licence, Eds Dunod.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	Savoir mettre en œuvre les principaux résultats concernant les fonctions de classe C^k entre ouverts de \mathbf{R}^n et de \mathbf{R}^p . Savoir rechercher les extrema locaux sur un ouvert ou une sous-variété de \mathbf{R}^n , savoir déterminer l'espace tangent à une sous-variété en un point.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alain Rivière, MCF, 25 Abderrahmane Ouagga, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	Le cours aura lieu pendant la première moitié du S5
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TP	Heures TD	Heures TP	Type
Analyse Matricielle		S5	6	24	28	8	Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Apprendre les notions de base de l'analyse numérique matricielle.
Programme	<p>Analyse numérique matricielle. Résolution directe de systèmes linéaires. Méthode du pivot de Gauss, factorisation LU, méthode de Choleski.</p> <p>Problèmes mal posés. Méthode des moindres carrés et introduction au pseudo-inverse de Penrose. Décomposition en valeurs singulières.</p> <p>Norme matricielle subordonnée à une norme sur \mathbf{R}^n. Rayon spectral. Conditionnement d'une matrice. Condition nécessaire et suffisante pour la convergence d'une suite B^n, ou B est une matrice. Lemme de Neumann</p> <p>Méthodes itératives de résolution de systèmes linéaires. Méthode de Jacobi, Méthode de Gauss-Seidel, méthode de relaxation. Cas des matrices tridiagonales.</p> <p>Algorithmes QR et calcul approché des vecteurs et valeurs propres d'une matrice. Méthodes de la puissance et de la puissance inverse. Méthode de Givens-Householder.</p> <p>Problèmes mal posés. Méthode des moindres carrés et introduction au pseudo-inverse de Penrose. Décomposition en valeurs singulières.</p> <p>Bibliographie Crouzeix, Introduction à l'analyse matricielle et à l'optimisation Serre, Les matrices</p>
Pré-requis	Algèbre Linéaire
Compétences attendues	<p>Compléter le B A BA de l'analyse numérique pour le CAPES et l'agrégation.</p> <p>Donner les bases pour le calcul scientifique et une petite introduction aux chaînes de Markov.</p>
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	M. Asch PR 26, JP Chehab PR 26, M. Darbas MCF-HDR 26, P. Del Castillo MCF 26, A. Farina PR 26, O. Goubet PR 26, M. Guedda PR 26, B. Noris MCF 26, Y. Mammeri MCF-HDR 26, V. Martin MCF 26
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	

Commentaire	Pourront être introduits en TD : matrices stochastiques et chaînes de Markov.
-------------	---

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Algorithmique algébrique		S5	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Présenter des cas classiques d'utilisation des algorithmes pour la résolution des problèmes algébriques complexes.
Programme	<p>Induction mathématique sur des ensembles ordonnés quelconques.</p> <p>Algorithme d'Euclide, algorithme d'Euclide étendu, théorème chinois.</p> <p>Fractions continues.</p> <p>Transformée de Fourier discrète, multiplication des grands nombres.</p> <p>Fonctions génératrices : calcul de complexité, complexité en moyenne, application aux probabilités discrètes.</p> <p>Introduction à la cryptographie (Chiffrement de Vigenere, problème du sac à dos, RSA).</p> <p>Bibliographie Neal Koblitz -- A course in Number theory and cryptography (2nd edition, Springer)</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	Savoir reconnaître les cas classiques dans l'algèbre où l'application des algorithmes est recommandée. Savoir analyser les données successives créées par les algorithmes étudiés.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alexander Zimmermann, PR, 25 SungSoon Kim, MCF HDR, 25 Radu Stancu, MCF HDR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	

Commentaire	
-------------	--

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Nombres Complexes et Géométrie		S5	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Etudier l'utilisation des nombres complexes en géométrie.
Programme	<p>Plan réel versus plan complexe. Justifier analytiquement l'écriture d'un nombre complexe sous forme exponentielle (argument, angle, cercle unité).</p> <p>Equations et paramétrages des droites et cercles dans le plan complexe.</p> <p>Classifications des similitudes directes et indirectes, conditions pour qu'une similitude soit une isométrie.</p> <p>Birapport, alignement, cocyclicité.</p> <p>Inversions, la géométrie «droites+cercles», le rapport avec la sphère (projection stéréographique et inversion).</p> <p>Homographies, groupe circulaire, la droite projective dans tous ses états.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>David Chataur, PR, 25</p> <p>Clémence Labrousse, MCF, 25</p> <p>Alexander Zimmermann, PR, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Géométrie affine et euclidienne		S5	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Compléter ses connaissances en géométrie affine et euclidienne en vue du Capes et de l'agrégation
Programme	<p>Géométrie affine : le point de vue axiomatique des espaces affines, sous-espaces affines, repères affines, applications affines. Le groupe affine, retour rapide sur le cas de la dimension 2 et 3. Barycentres et convexité.</p> <p>Géométrie euclidienne : espaces vectoriels euclidiens, espaces affines euclidiens, les groupes des isométries vectorielles et isométries affines. Retour sur le cas de la dimension 2 et 3.</p> <p>Quaternions : relation avec $SU(2)$, lien avec $SO(3)$.</p> <p>Classification des coniques.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>David Chataur, PR, 25</p> <p>Clémence Labrousse, MCF, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Théorie des Jeux		S5	3	10	20		Optionnelle

Objectifs Pédagogiques	Donner des exemples concrets de l'utilisation des maths dans la stratégie ou l'optimisation
Programme	<p>Fonctions convexes. Domaine. Conjuguées de Legendre. Sous-différentiel. Applications à la résolution de problèmes non-linéaires avec contraintes. Problème de l'agent de change.</p> <p>Introduction à la théorie des jeux. Histoire de la théorie des jeux ; la théorie du choix rationnel. Équilibres de stratégie dominante et équilibres de Nash. Théorème de Nash. Exemples de jeux non coopératifs. Illustrations.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Louis Pernas, PRAG, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

L3-S6

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Analyse Complexe		S6	3	15	20		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Etudes des propriétés des fonctions dérivables au sens complexe et applications au calcul d'intégrales définies
Programme	<p>Fonctions d'une variable complexe : Limite, continuité, dérivations, fonctions holomorphes, exemples (fonctions analytiques), critère de Cauchy-Riemann, fonctions harmoniques.</p> <p>Intégration complexe et applications : déformation des chemins continus, intégration curviligne, théorème de Cauchy, Formules intégrales de Cauchy, analyticité des fonctions holomorphes, théorème de Liouville, principe du maximum, théorème de Morera, zéros des fonctions holomorphes.</p> <p>Théorie des résidus : Développement de Laurent et classification des singularités isolés, formule des résidus, principe de l'argument et théorème de Rouché, inversion de Lagrange, applications au calcul d'intégrales définies.</p> <p>Bibliographie H. CARTAN, Théorie élémentaire des fonctions analytiques d'une ou plusieurs variables. Eds Hermann. J. DIEUDONNE, Calcul infinitésimal, Eds Hermann. P. VAUGEL, Fonctions analytiques, Eds Dunod.</p>
Pré-requis	Topologie et Calcul Différentiel
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alexander Zimmermann, PR, 25 Thomas Gauthier, MCF, 25 Abderrahmane Ouagga, MCF, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Anneaux et polynômes		S6	3	15	20		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Approfondir les notions de la théorie des anneaux.
Programme	<p>Anneaux euclidiens et factoriels.</p> <p>Critères d'irréductibilité (réduction mod-p, critère d'Eisenstein, Lemme de Gauss).</p> <p>Polynômes à plusieurs indéterminées, polynômes symétriques, résultant, discriminant.</p> <p>Séries formelles.</p> <p>Anneaux noethériens.</p>
Pré-requis	Algèbre Générale
Compétences attendues	Avoir la capacité de manipuler des notions avancées de la théorie des anneaux. Savoir comment utiliser ces notions pour l'étude des racines d'un polynôme.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Alexander Zimmermann, PR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Topologie Générale		S6	6	24	36		Obligatoire

Objectifs Pédagogiques	Renforcer les connaissances sur les espaces métriques au travers de l'introduction du vocabulaire de la topologie générale et se familiariser à la considération des espaces de Banach fonctionnels.
Programme	<p>Notion d'espace topologique, base de voisinages, topologie produit, cas métrique. parties d'un espace topologique, continuité, connexité, compacité. Cas des espaces vectoriels normés : applications linéaires continues, normes équivalentes, théorème de Riesz.</p> <p>Espace de Banach de fonctions bornées, continues, de classe C^k. Série dans un espace de Banach. Interprétation de la convergence normale.</p> <p>Théorèmes de Dini et de Stone-Weierstrass.</p> <p>Theoreme d'Ascoli.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>Ai Hua Fan, PR, 25</p> <p>Gabriel Vigny, MCF, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	<small>Une version particulière sera présentée au cas de la dernière fois</small>

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Algèbre linéaire approfondie		S6	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Apprendre les bases de l'algèbre multilinéaire, approfondir les notions d'algèbre linéaire. Application de la notion de modules à la réduction des endomorphismes et à la classification des groupes abéliens finis.
Programme	Modules sur un anneau : généralités (sous-modules, quotients, morphismes). Algèbre multilinéaire sur un corps ou un anneau commutatif : dualité, orthogonal d'un sous-espace dans le dual, applications transposées, produit tensoriel, espaces vectoriels quotients, endomorphismes induits sur le quotient. Modules libres de rang fini. Modules de type fini sur un anneau principal. Classification. Application à la réduction des endomorphismes (théorème de Jordan, invariants de similitude), à la classification des groupes abéliens finis. Algorithmes pratiques.
Pré-requis	Groupes, Anneaux, Corps
Compétences attendues	Avoir la capacité de manipuler des notions avancées de la théorie des anneaux et corps. Savoir comment utiliser ces notions pour l'étude des racines d'un polynôme.
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Ivan Marin, PR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	Ce module est conseillé aux étudiants désireux de poursuivre en M1 de mathématiques, et notamment ceux désireux de préparer l'agrégation externe de mathématiques.

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Intégration		S6	6	24	36		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Approfondissement des notions et détails des preuves vues au cours du module Intégration et Probabilités du S5. Module destiné pour un public souhaitant préparer le concours de l'agrégation ou un master recherche.
Programme	<p>Construction de mesures : mesure produit, mesure de Lebesgue, convolution de mesures</p> <p>Théorème de Carathéodory.</p> <p>Construction de l'intégrale : fonctions mesurables, étagées, positives et intégrables.</p> <p>Preuves des Théorèmes de convergence, dérivation et continuité sous le signe somme, de Fubini et de changement de variables sur \mathbf{R}^d.</p> <p>Complétude de L^p, formule d'inversion de Fourier</p>
Pré-requis	Intégration et Probabilités, Topologie
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>Olivier Goubet, PR, 26</p> <p>Samuel Petite, MCF, 25</p> <p>Benoit Testud, MCF, 26</p> <p>Fabien Durand, PR, 25</p> <p>Ai-Hua Fan, PR, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Probabilités		S6	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Acquérir les bases de la théorie « mesurée » des probabilités.
Programme	<p>Mesures de probabilité, espaces de probabilités, variables aléatoires</p> <p>Lois discrètes, lois continues, densités, lois usuelles .</p> <p>Couple de variables aléatoires</p> <p>Fonctions de répartition</p> <p>Espérance, variance, écart-type, moments, fonctions génératrices transformée de Laplace</p> <p>Fonctions caractéristiques</p> <p>Indépendance, Borel-Cantelli,</p> <p>Convergence presque sûre, en probabilité, en loi, dans L^p.</p> <p>Théorèmes limites: Lois faible et forte des grands nombres, Théorème de la limite centrale.</p>
Pré-requis	Intégration et Probabilités, S5
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>Samuel Petite, MCF, 25</p> <p>Benoit Testud, MCF, 26</p> <p>Fabien Durand, PR, 25</p> <p>Ai-Hua Fan, PR, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Modélisation		S6	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Introduire les méthodes d'approximation des équations et systèmes différentiels ordinaires
Programme	<p>Systèmes linéaires différentielles linéaires, calcul d'exponentielle de matrice, formule de Duhamel, utilisation des méthodes d'intégration numérique.</p> <p>Approximation de solutions d'équations différentielles numériques d'ordre 1.</p> <p>Notion de stabilité, notion de consistance, ordre et convergence des schémas.</p> <p>Méthodes à 1 pas, schémas d'Euler explicite et implicite, schéma de Crank-Nicolson, schéma de Runge-Kutta. Méthodes à pas multiples, schémas d'Adams, prédiction-correction.</p> <p>Applications aux systèmes différentiels de Van der Pol (modélisation d'une partie d'un réseau électrique), au système de Lotka-Volterra (modèle proies prédateurs).</p> <p>Introduction à la méthode des différences finies pour des équations en 1D (équation de diffusion en dimension 1).</p> <p>Bibliographie Crouzeix, Mignot. Analyse numérique des équations différentielles Demailly, Analyse numérique et Equations différentielles ordinaires.</p>
Pré-requis	Langage de Calcul S4, Equations Differentielles Ordinaires S4
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	M. Asch PR 26, JP Chehab PR 26, M. Darbas MCF-HDR 26, P. Del Castillo MCF 26, A. Farina PR 26, O. Goubet PR 26, M. Guedda PR 26, B. Noris MCF 26, Y. Mammeri MCF-HDR 26, V. Martin MCF 26
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM/TD	Heures TD	Heures TP	Type
Géométrie différentielle		S6	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Traiter les programmes de géométrie différentielle (au sens large) du Capes et de l'agrégation
Programme	<p>Rappels de calcul différentiel : difféomorphismes, théorèmes d'inversion locale et des fonctions implicites, immersion, submersion, sous-variétés. Espace tangent en un point à une sous-variété, champs de vecteurs sur une sous-variété, sous-variétés orientables, quelques exemples d'intégration sur des sous-variétés.</p> <p>Introduction à la géométrie riemannienne sur les surfaces (dans cette troisième grosse partie du cours, on se limitera aux surfaces compactes orientables) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - géodésiques sur une surface : longueur d'une courbe, dérivée covariante le long d'une courbe, transport parallèle d'un vecteur le long d'une courbe. - courbure d'une surface : première et deuxième formes fondamentales, courbure de Gauss, courbure moyenne, theorema egregium, théorème de Gauss-Bonnet.
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	<p>Clemence Labrousse, MCF, 25</p> <p>Thomas Gauthier, MCF, 25</p> <p>Abderrahmane Ouagga, MCF, 25</p>
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Histoire des mathématiques		S6	3	24			Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Culturels. De plus, pourrait apporter, par dommages collatéraux, des éléments utiles à la préparation au Capes.
Programme	<p>Deux ou trois thèmes, susceptibles d'être étudiés au cours de différentes époques, dans différents pays et, éventuellement, dans différentes disciplines sont choisis chaque année. Le travail est basé sur la lecture et la compréhension de textes originaux (en traduction) resitués dans leur contexte.</p> <p>A titre d'exemples (thèmes et auteurs) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>le calcul de pi</i> : Archimède, Descartes, Leibniz, Euler, ... - <i>les méthodes de Newton</i> : Héron, Newton, Raphson, Mouraille, Cauchy, ... - <i>le problème brachystochrone</i> : Galilée, Bernoulli, Euler, Lagrange, Maupertuis, Schrödinger - <i>les tables et l'interpolation</i> : Ptolémée, Briggs, Newton, Lagrange, Cauchy, ... - <i>les géométries non-euclidiennes</i> : Euclide, Proclus, al-Hayyam, at-Tusi, Wallis, Saccheri, Legendre, Lobatchevski, Klein, ...
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Ivan Marin, PR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	

Intitulé exact	Code	Semestre	ECTS	Heures CM	Heures TD	Heures TP	Type
Arithmétique		S6	3	15	20		Optionnel

Objectifs Pédagogiques	Etude de l'arithmétique des entiers et des polynômes.
Programme	<p>Arithmétique de \mathbb{Z}. Sous-groupes de \mathbb{Z}, divisibilité, division euclidienne, lemme de Gauss, pgcd, ppm, théorème de Bézout, algorithme d'Euclide, équation diophantienne $ax+by=c$, nombres premiers, congruences, l'anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$, caractérisations de éléments inversibles de $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$, indicatrice d'Euler, petit théorème de Fermat, théorème d'Euler, théorème des restes chinois.</p> <p>Idéaux dans un anneau commutatif, interprétation de la divisibilité en termes d'idéaux, idéaux de \mathbb{Z}. L'anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$: inversibles, théorème chinois, indicatrice d'Euler, théorème d'Euler. Application à la cryptographie, l'algorithme RSA.</p> <p>La division euclidienne dans l'algèbre $K[X]$ des polynômes à une variable à coefficients dans un corps K. Règles de calcul dans l'algèbre quotient $K[X] / \langle P \rangle$, P un polynôme.</p>
Pré-requis	
Compétences attendues	
Équipe Pédagogique (nom, grade et section CNU)	Radu Stancu, MCF HDR, 25
Organisation semestrielle (nb et durée des séances CM / TD / TP) + éventuel contrôle continu	
Modalités de Contrôles de Connaissances	
Commentaire	