CANEVASD'AMENDEMENT

OFFREDEFORMATIONMASTERA CADEMIQUE

Etablissement	Faculté/Institut	Département
UniversitédeM'sila	Faculté deMathématiques et d'informatique	Mathématiques

Domaine: Mathématiquesetd'informatique

Filière: Mathématiques

Spécialité: Algèbre et Mathématiques Discrètes

Responsabledel'équipedudomainedelaformation:

GHADBANE Nacer(MCA)

Annéeuniversitaire:2023/2024

الجمهورية الجزائريةالديمقراطية الشعبية

وزارةالتعليم العالي والبحث العلمي

نمــوذج تعــديل

عرض تكوين ماستر أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الرياضيات	كلية الرياضيات والإعلام الآلي	جامعة محمد بوضياف ـ المسيلة

الميدان:رياضيات واعلام ألي

الشعبة: رياضيات

التخصص: جبر ورياضيات متقطعة

مسؤول فرقة ميدان التكوين: غضبان ناصر (أستاذ محاضر أ)

السنة الجامعية:2024/2023

SOMMAIRE

I – Fiche d’identité du Master
(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)

1 - Localisation de la formation :

Faculté (ouInstitut): FacultédeMathématiquesetd'informatique
Département: Mathématiques

Responsable de l'équipedudomainede formation :

Nom & prénom :
GHADBANE Nacer
Grade:MCA
Tel:07 81 22 40 13 Fax:035-55-32-79E-mail: nasser.ghedbane@univ-msila.dz
JoindreunCVsuccinctenannexedel'offrede formation (maximum3pages)

Responsablede l'équipede lafilière deformation:

Nom & prénom :
DJERIOU Aissa
Grade : MCA
Tel : 066784 14 19 Fax :035-55-32-79 E-mail: aissa.djeriou@univ-msila.dz
JoindreunCVsuccinctenannexedel'offredeformation(maximum3pages)

-Responsable de l'équipedespécialité:

Nom&prénom:
LADJELATLahcene
Grade : MAA
Tel:0663872318Fax:035-55-32-79 E-mail:lahcene.ladjelat@univ-msila.dz
Joindre un CV succinct en annexe de l'offre de formation (maximum3pages)

2- Partenairesdelaformation *:

- Autresétablissementsuniversitaires:

Néant

- Entreprisesetautrespartenaires sociaux économiques:

Néant

- Partenairesinternationaux:

Néant

Présenterlesconventionsenannexedelaformation

3 – Contexte et objectifs de la formation

A–Conditions d'accès *(indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master)*

1. **Licence LMD de mathématiques**
2. **Licence LMD de mathématiques (option : Algèbre)**
3. **Licence LMD de mathématiques discrètes**
4. **Licence LMD de mathématiques fondamentales**

B - Objectifs de la formation *(compétences visées, connaissances pédagogiques acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes)*

Ce master a pour objectif de permettre à l'étudiant de maîtriser les principaux outils mathématiques pour le traitement théorique et appliqué de l'informatique (mathématique discrète).
Les mathématiques pures sont fortement représentées, ainsi que les outils du calcul scientifique pour aborder les différentes spécialisations en mathématiques, fondements de l'informatique, l'électronique, …etc.

C – Profils et compétences métiers visés*(en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes) :*

Le parcours de la formation se caractérise par deux ans de formationM1 et M2, dans la première année M1, le cursus a pour objectif de donner une formation approfondie en algèbres et mathématiques discrètes préparant directement aux métiers de la recherche fondamentales et appliquée au sens le plus large. Une spécialisation poussée en M2 est ensuite proposée, elle couvre essentiellement deux axes important de mathématiques liés à l'informatique, dont la formation contient essentiellement :
Algèbre, arithmétique, codage, analyse combinatoire, cryptographie, théorie de ensembles et de relations, logique non classique, … etc.
L'objectif de cette spécialité est de fournir aux étudiants un cursus visible et diversifié pour une formation à la recherche dans le domaine des mathématiques discrètes et leurs applications motivées par les problèmes liés aux codages et la logique non classique.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité

Il est claire que l'orientation de la formation du master des mathématiques vers les parcours contenant les mathématiques discrètes qui s'intéressent à l'étude des problèmes mathématiques liés à l'application dans divers domaines scientifiques et technologiques méritent d'être soutenue et encouragée dans le sens de permettre à la nouvelle génération de mathématiciens algériens de s'orienter vers les problèmes concrets lié de près ou de loin aux préoccupations économiques et industriels de notre pays. Cette formation de Master proposée s'implique dans cette logique en permettant à nos étudiants en mathématiques d'acquérir les outils nécessaires de modélisation mathématiques.

Les débouchés :

- Enseignement de mathématiques pures et appliquées.
- Poursuite d'études doctorales dans plusieurs spécialités dont celles liées aux domaines informatique, etc.
- Une meilleure insertion dans le monde actuel s'orientant de plus en plus vers une société de services, avec la possibilité d'intégrer le domaine de l'ingénierie mathématique qui sont multiples : les Sociétés de services, l'Industrie, les Bureaux d'Études, les grands organismes publics ou privés, etc.

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Une passerelle en M1 et en M2 sera éventuellement accordée d'autres parcours qui assurent un parcours M1 semblable ou près.

F – Indicateurs de suivi de la formation

En plus du comité pédagogique du Master qui sera composée de l'ensemble des enseignants responsables des unités d'enseignement, un comité de suivi sera installé composée du responsable du Master, du domaine, du chef de département et du président du comité scientifique son rôle est de veiller sur le bon déroulement de la formation.

G – Capacité d'encadrement (donnerle nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

De 20 à 30 étudiants.

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF 1 (Fondamentale)	**UE fondamentale 1**					**09**	**18**		
Matière1 : Algèbre (Anneaux et extensions algébriques)	144h	3h	1h30		4h30	03	06	40%	60%
Matière2 : Théorie des relations	144h	3h	1h30		4h30	03	06	40%	60%
Matière3:Combinatoire I	96h	1h30	1h 30		3h	03	06	40%	60%
UE 1 Méthodologique	**UE 1 Méthodologique**					**06**	**08**		
Matière1 : Introduction à la théorie élémentaire des nombres	96h	1h30	1h30		3h	03	04	40%	60%
Matière2:Semi-groupes et automates finies	96h	1h30	1h30		3h	03	04	40%	60%
UED1 (Découverte)	**UED1 (Découverte)**					**02**	**02**		
Matière1 : Calcul formel et Programmation	96h	1h30		1h30	3h	02	02	40%	60%
UET1 (Transversale)	**Transversale 1**					**02**	**02**		
Matière1 : Anglais Scientifique	72h	1h30			3h	02	02	00%	100%
Total Semestre 1	**744h**	**216h**	**120h**	**24h**	**384h**	**19**	**30**		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF2 (Fondamentale)	**UE fondamentale 2**					**09**	**20**		
Matière 1 : Ordres et treillis	144h	3h	1h30		4h30	03	07	40%	60%
Matière 2 : Théorie des groupes	120h	1h30	1h30		4h30	03	06	40%	60%
Matière 3 : Courbes Algébriques	120h	1h30	1h30		4h30	03	07	40%	60%
UEM2 (Méthodologie)	**UE Méthodologique 2**					**09**	**9**		
Matière 1 : Ensembles et relations floues	144h	3h	1h30		4h30	03	03	40%	60%
Matière 2 : Combinatoire 2	120h	1h30	1h30		4h30	03	03	40%	60%
Matière 3 : Corps finis et Polynômes	120h	1h30	1h30		4h30	03	03	40%	60%
UED2 (Découverte)	**UE Découverte 2**					**01**	**01**		
Matière1 : Atelier de logiciels scientifiques (latex, …)	24h			1h30		01	01	00%	100%
Total Semestre 2	**768h**	**192h**	**144h**	**24h**	**432h**	**19**	**30**		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
UEF3 (Fondamentale)	**UE fondamentale 3**					**12**	**18**		
Matière 1 : Théorie Algébriques des Codes	120h	1h30	1h30		4h30	04	06	40%	60%
Matière 2 : Cryptographie	144h	3h	1h30		4h30	04	06	40%	60%
Matière 3 : Logique algébrique	144h	3h	1h30		4h30	04	06	40%	60%
UE méthodologie	**UE découverte**					**01**	**04**		
Matière 2 : Méthodologie de recherche scientifique et bibliographique	120h	1h30		1h30	4h30	01	04	00%	100%
UEM 3 : UE découverte	**UEM 3 : UE méthodologie**					**06**	**08**		
Matière 1 : Algèbre Multilinéaire	75h	1h30	1h30		4h30	03	04	40%	60%
Matière 1 :Intr. théorie IST et applications	144h	3h	1h30		4h30	03	04	40%	60%
Total Semestre 3	**747h**	**216h**	**120h**		**432h**	**19**	**30**		

4- Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques-informatique

Filière : Mathématiques

Spécialité : Algèbre et Mathématiques discrètes

Stage en entreprise sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	VHS	Coeff	Crédits
Travail Personnel	---	---	---
Stage en entreprise	---	---	---
Séminaires	---	---	---
Autre (Mémoire)	**252 h (18-20 semaines)**	**16**	**30**
Total Semestre 4	**250 h**	16	30

5- Récapitulatif global de la formation :(indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

UE / VH	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	189h	105h	63h	147h	504h
TD	126h	42h	42h	105h	315h
TP	00h	42h	00h	00h	42h
Travail personnel	--	--	--	--	--
Autre (Mémoire)	252h	--	--	--	252h
Total	565	189h	105h	252h	1111h
Crédits	66	20	8	26	**120**
% en crédits pour chaque UE	55%	16.66%	6.67%	21.67%	100%

III - Programme détaillé par matière

(1 fiche détaillée par matière)

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre *: S1*
Intitulé de l'UE : Fondamentale
Intitulé de la matière : Algèbre : Anneaux et extensions algébriques
Crédits : 06
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Ce cours vise les fondements de la Théorie des anneaux et les extensions des corps commutatifs, il constitue une introduction pour les corps finis et les codes algébriques qui seront étudiés en 2 ème année.Après succès l'étudiant est censé avoir acquis des techniques de construction des corps finis, étudier l'irréductibilité des polynômes,…etc.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Il est conseillé deconnaître lesnotions d'Algèbre générale (Groupes, Ensemble quotient,…) et l'Algèbre linéaire vues en Licence.

Contenu de la matière :

Anneaux commutatifs

1- Définitions et quelques propriétés…………………………………………
2- Idéaux d'un anneau, Anneau quotient…………………………………………
3- Théorèmes d'isomorphismes…………………………………………
4- Anneau principal
5- Anneau euclidien
6- Anneau factoriel

Extensions d'un corps commutatifs

1-éléments algébriques et transcendants
2- Extension algébrique
3-Corps des racines d'un polynôme
4-clôture algébrique
5- Extension Galoisienne

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1. **L.J.Goldstein. Abstract Algebra :A First Course. Prentice Hall, INC, 1973.**
2. **M.Demazure. Cours d'Algèbre. Cassini 1997.**
3. **T. Becker, V. Weispfenning, Gröbner Bases, Springer Verlag. 1993.**
4. **A. Papantonopoulou, Algebra, Prentice Hall, 2002.**
5. **A. W. Knnap, Advanced Algebra, AMS, 2007.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre *: S1*
Intitulé de l'UE : Fondamentale
Intitulé de la matière : Théorie des relations
Crédits : 06
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

La notion de relation sert à modéliser des interactions entre les éléments de différents ensembles. Après avoir suivi ce cours, l'étudiant maîtrise les notions et objets de base de la théorie des relations ainsi que la théorie de l'ordre.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Raisonnement logique, théorie des ensembles.

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Notions de base

1. Relation binaire, graphe dirigé
2. Préordre, équivalence, ordre, ordre total, ordre strict
3. Equipotente, ensembles finis, infinis ou dénombrables, cardinaux
4. Ensemble préordonné, ensemble ordonné, chaîne et antichaine
5. Clôtures (réflexive, transitive, symétrique, ….)
6. Représentation par des graphes dirigés
7. Représentation des ensembles ordonnés, diagramme de couverture, diagramme de Hasse
8. Somme directe, somme ordinale et produit d'ensembles ordonnés
9. Décomposition en niveaux d'un ensemble ordonné, théorème de Dilworth
10. Extensions des ordres, théorème de Szpilrajn, théorème de Dushnik-Miller. Dimension d'un ensemble ordonné

Exercices

Chapitre 2. Objets de base

1. Forêts et arbres
2. Ordres lexicographiques
3. Sections initiales d'un ensemble ordonné
4. Sections initiales et familles d'ensembles
5. Applications croissantes

Exercices

Chapitre 3. Extraction de suites monotones et combinatoire des ordres

1. Sous-suites monotones et décomposition en antichaînes
2. Décomposition en chaînes, théorème de R.P.Dilworth
3. Propriété de Sperner
4. Antichaines et combinaisons booléiennes
5. Exercices

Chapitre 4. Ordres bien fondés, ordres belordonnés et ordres meilleurordonnés

1. Ordres bien fondés
2. Belordre, les principaux résultats
3. .Meilleurordre
4. Exercices

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1. **G. Birkkoff, *Lattice theory*, Ann. Mathematical Society, Providence 1973.**
2. **T. S. Blyth, *Lattices and algebraic structures*, Springer, United States of America 2005.**
3. **R. Fraisse, *Theory of relations*, Volume 145, Elsevier, North-Holand, 2000.**
4. **E. Harzhem, *Ordered sets*, Springer, United States of America 2005.**
5. **J. G. Rosenstein, *linear Ordering*, Academic Press, London, 1982.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S1*

Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : COMBINATOIRE 1

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs : La combinatoire est une branche des mathématiques qui s'intéresse aux méthodes permettant de compter les éléments dans des ensembles finis (combinatoire énumérative) et à la recherche des optima dans les configurations ainsi qu'à leur existence (combinatoire extrémale).L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir quelques compétences et outils de dénombrement dans les ensembles finis (Combinatoire énumérative) et leurs applications.

Connaissances préalables recommandé : Algèbre(S1), introduction à la théorie des groupes, introduction a la théorie des nombres(S1).

Contenu de la matière :

1. **Préliminaires**

-Objectifs de la combinatoire, Rappels sur : Induction, contradiction et principe des cages à pigeons, Méthode de démonstration combinatoire, Rappels sur les principes de dénombrement (principes de multiplication et d'addition).

2. **Principe d'Inclusion-Exclusion**

-Le principe d'Inclusion-exclusion, Nombres de Stirling de la 2 ème espèce, Problème des Ménage,Partitions d'un entier.

3. **Théorie d'énumération de Ploya**

Permutations et Groupe Symétrique, Rappel sur l'action d'un groupe,Lemme de Bernside Enumération de Polya.

4. **Concepts fondamentaux de la théorie des graphes**
5. **Comptage de motifs**
6. **Théorème de Polya sur le dénombrement**
7. **Introduction à la programmation linéaire et à la programmation dynamique**

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen.*

Références :

1. **J.H. Van Lint and R.M. Wilson, A Course in Combinatorics, Cambridge University Press 1992.**
2. **Mathématiques Discrètes et informatique, Huy Xuong Nguyen, Elsevier masson 1991.**
3. **How to Count, An Introduction to Combinatorics and Its Applications, Robert A. Beeler, Springer 2015.**
4. **Discrete Mathematics : Elementary and Beyond, L. Lovasz, J. Pelikan and K. Vesztergombi, Springer 2003.**

5. **Alan Slomson An introduction to Combinatorics, Chapman and Hall Mathematics 1991.**
6. **Applied combinatorics with problem Solving, Bradley W. Jackson et Dmitri Thoro, Addison-Wesley Publishing company 1990.**

7. How to count , R.B. J. T., Allenby, Alan Slomson, deuxièmeédition, CRC Press, A Chapman & Hall Book 2011.

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre ***: S1***
Intitulé de l'UE : Méthodologie
Intitulé de la matière : Introduction à la théorie élémentaire des nombres
Crédits : 04
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement*)*

L'objet est de donner à l'étudiant un aperçu sur la théorie élémentaire des nombres qui fait, par sa nature, une partie des mathématiques discrètes. De plus l'étudiant acquiert un outil nécessaire pour étudier la cryptographie, le codage, … .

Connaissances préalables recommandées :

Les connaissances acquises durant les années du secondaire et celles de la licence mathématiques suffisent pour pouvoir suivre ce module.

Contenu de la matière :

I) Quelques principes pour la théorie des nombres
   1- Principe de bon ordre.
   2- Principe des tiroirs.
   3- Principe de l'induction mathématique.

II) Nombres premiers et plus grand commun diviseur.
- Divisibilité
- Nombres premiers.
- Le plus grand commun diviseur et ses propriétés.
- Algorithme d'Euclide.
- Le théorème fondamental de l'arithmétique.
- Equation diophantienne linéaire : $ax+by=c$.

III) Congruences.
a) Tests de divisibilité.
b) congruence linéaire.
c) Théorème des restes chinois.

IV) Quelquesthéorèmes fondamentaux de Congruence.

V) Introduction au Fonctions Arithmétiques.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen.*

Références

1. **J-M. De Koninck, 1001 problèmes en théorie classique des nombres, Ellipses-2004.**

2. **Melvyn B. Nathanson, Elementary Methods in Number Theory, Springer. p 351.**
3. **Song Y. Yan, Number theory for computing, Second Edition. Foreword by Martin E. Hellman. Springer.**
4. **Koshy, T., 2001. Fibonacci and Lucas Numbers with Applications. 1st End. Wiley, New York, ISBN-10: 0471399698, pp: 672.**
5. **Kenneth H. Rosen, Elementary Number Theory and its Applications, Fourth Edition 2011, Addison-Wesley.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre *: S1*
Intitulé de l'UE : Méthodologie
Intitulé de la matière : Semi groupes et automates finies
Crédits : 04
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement
Les compétences que l'étudiant est censé d'acquérir après le succès dans cette matière sont de nature combinatoire, algorithmique et de décision. Cette théorie vise généralement les trois grands axes : calculabilité, décidabilité et complexité. Les automates finis, par exemple, sont extrêmement utilisés pour analyser les modèles séquentiels et aussi en algorithmique. Le but de la calculabilité est de définir une théorie permettant de caractériser les problèmes que l'on peut résoudre d'une manière automatique à l'aide d'un ordinateur. Les mécanismes utilisés se classent en deux grandes catégories :
1) Systèmes générateurs (système de Thue, grammaires, algorithmes de Markov …)
2). Systèmes de reconnaissances (automates finis, automates à pile,…, machine de Turing) ; mais aussi les fonctions récursives. La décidabilité s'occupe des questions de décisions : les problèmes solvables et les problèmes insolvables.

Connaissance préalable recommandée descriptive succincte *Les connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement sont de nature combinatoire et algorithmique et qui sont dispensés dans ce cursus dans les modules : introduction à la théorie de groupes, introduction aux mathématiques discrètes, théories des relations.*

Contenu de la matière :

1. **Systèmes de réécritures**
La fermeture d'une relation binaire, monoïde libre, congruence sur un monoïde libre, monoïde quotient, homomorphisme de monoïdes, système de réécritures complet.
2. **Automates et langages rationnels**
Automates finis et langages reconnaissables, propriétés de fermeture, langages rationnels, théorème de Kleene., équivalence d'automates et minimisation.
3. **Semi groupes de transformations**
Définitions et exemples, théorème de Cayley, les produits de semi-groups de transformations, les produits de semi-automates.
4. **Présentation de quelques monoïdes par générateurs et relations**
Congruence engendrée par une relation binaire, présentation standard d'un monoïde, Quelques théorèmes.
5. **L'indécidabilité**
Le problème de Poste, Le problème du mot dans un monoïde libre (Thue), Le problème du sac à dos (Hellman).

Mode d'évaluation : Contrôle *continu, Examen.*

Références

1- **Jean Michel Autebert. Théories des langages et des automates. Masson, 1994.**
2- **Jean Berstel. Transduction and context free languages. Teubner, 1979.**
3- **Pierre Marchand. Mathématiques discrètes. Dunod, Paris, 2003.**
4- **B A. Trankhtenbrot et YA. M. Barzdin. FiniteAutomata, N.H.C, 1973.**

5- **Nacer Ghadbane. Semi groupes et automates finis. Polycopié de cours, université de M'sila, 2017.**
6- **AbrahmGinzburg. Algebraic Theory of Automata. ACADEMIC PRESS, 1968.**
7- **Michel Rigo. Algorithmique et Calculabilité, Université de Liège, 2010.**
8- **Kenneth Krohn and John L. Rhodes. Algebraic theory of Machines, Languages, and Semigroups. ACADEMIC PRESS, 1968.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S1*

Intitulé de l'UE : Découverte

Intitulé de la matière : Calcul formel et Programmation

Crédits : 02

Coefficients : 02

Calcul formel et programmation

CHAPTRE 01: Introduction à Maple

Généralités. Outils de programmation.

CHAPTRE 02: Vecteurs, Matrices et Algèbre Linéaire.

Matrices et vecteurs, Calcul matriciel, Algèbre linéaire, Espaces vectoriels.

CHAPTRE 03 : Arithmétique élémentaire.

Représentation d'un entier en base b, Opérations élémentaires, Division euclidienne, L'anneau Z/nZ et le théorème chinois.

CHAPTRE 04: Polynômes et Fractions Rationnelles.

CHAPTRE 05: Courbes et surfaces

Courbes y=f(x), Courbes paramétriques et polaires, Surfaces Z=f(x ,y).

Références:

1. M. Maurice, Mathématiques pour le Calcul formel, PUF 1998.

2. D. Sylvain, À la découverte de Maple, les Mathématiques en images.

3. P. Duamas et al, Calcul formel : mode d'emploi, Masson.

4. F.Chyzak, Introduction au Calcul formel — Algorithmes et complexité, 2006.

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre ***: S1***
Intitulé de l'UE : Transversale
Intitulé de la matière : Anglais Scientifique
Crédits : 02
Coefficients : 02

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Le but de cette unité est d'aider les étudiants à maîtriser l'anglais utilisé dans le milieu de la recherche et de l'enseignement en mathématiques et ses applications. Ceci leur permet de développer leur capacité à comprendre, rédiger et exposer des mathématiques en anglais(comme les questions lors d'un colloque...)

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Contenu de la matière :

- Traduction et rédaction de textes mathématiques (théorèmes, article, …)
- Expression orale (brefs exposés enregistrés).

Mode d'évaluation : E*xamen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*
Le support sera constitué d'un fascicule de rappels de cours et de conseils méthodologiques, accompagnés d'exercices. Un accès à internet est vivement conseillé.

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S2*

Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : Ordres et treillis

Crédits : 07

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Après avoir suivi ce cours, l'étudiant saisit l'importance du concept d'ordre en algèbre, en logique, en informatique et dans d'autres domaines. Cela e rend la théorie de base accessible aux étudiants de premier cycle et aux étudiants diplômés débutants en mathématiques et aux professionnels dans les zones adjacentes.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Pour pouvoir suivre ce cours l'étudiant doit maitriser le cours des théories des relations donné en S1. Ce dernier traite la relation d'ordre et ses propriétés fondamentales.

Contenu de la matière :

CHAPITRE 1 : TREILLIS

I. Rappels sur les ensembles ordonnés
II. Etude générale des treillis
III. Treillis comme ensembles ordonnés
IV. Treillis comme structures algébriques
V. Sous-treillis et morphismes
VI. Filtres et idéaux
VII. Treillis modulaires
VIII. Treillis distributives
IX. Le théorème M3–N5
X. Treillis booléens et algèbres booléennes
XI. Treillis achevés

Exercices

CHAPITRE 2 : ANNEAUX BOOLÉENS

I. Treillis de Boole et anneau booléen associés
II. Sous-anneaux booléens
III. Morphismes booléens
IV. Construction d'anneaux booléens
V. Filtres et idéaux dans un anneau Booléen
VI. Théorème de représentation de Stone

Exercices

CHAPITRE 3 : Treillis de Heyting

I. Introduction
II. Algèbre implicative
III. Algèbre implicative positive
IV. Exemples d'applications
V. Aperçu sur les systèmes déductifs
VI. Préliminaires sur les filtres
VII. Etude des systèmes déductifs dans des algèbres implicatives positives

VIII. Théorème de représentation pour les treillis de Heyting

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1. **G. Birkkoff, *Lattice theory*, Ann. Mathematical Society, Providence 1973.**
2. **B. A. Davey, H. A. Priestely, *Introduction to lattices and orders*, 2^{nd} edition, CombridgeUnversity Press, 2002.**
3. **E. Harzhem, *Ordered sets*, Springer, United states of America 2005.**
4. **B. Schroder, *Ordered sets*, Birkhauser Boston, 1^{st} edition, 2002.**

Intitulé du master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S2*

Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : Théorie de groupes
Crédits : 06
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement : La notion de groupe a été introduire pour la première fois au début du dix-neuvième siècle. A cette époque elle intervient dans les travaux d'Evariste Galois sur les équations algébriques sous forme de groupes de permutation des racines de ces équations.
L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir quelques compétences et outils mathématiques utiles à la compréhension de la théorie des groupes.

Connaissances préalables recommandé : Algèbre 1, Algèbre 2, Algèbre linéaire, introduction à la théorie des groupes.

Contenu de la matière :
Contenu de la matière :

1. **Rappels et compléments sur les groupes**

Les groupes finis (groupe cyclique C_n, groupe symétrique S_n, groupe diédrauxD$_n$, groupe des quaternions Q_8), groupe quotient, groupe produit.

2. **Groupe opérant sur un ensemble et applications**

Groupe opérant sur un ensemble (orbites, stabilisateurs, points fixe, noyau, action d'un groupe sur lui-même par translation ou par conjugaison, action fidèle, action transitive), équations aux classes et applications aux p-groupes, théorème de Sylow et applications.
.

3. **Groupe libre**

Définitions et quelques propriétés, propriété universelle du groupe libre, présentation de quelques groupes par générateurs et relations.

4. **Représentation linéaire d'un groupe**

Définitions et exemples, sous-représentassions, représentations irréductibles, produit tensoriel de deux représentations.

Mode d'évaluation : continue et examen

Référence :

1. **Benjamin Baumslag and Bruce Chandler. Theory and Problems of Group Theory, Mcgraw-Hill Book Company, 1968.**
2. **Daniel Perrin. Cours d'algèbre, ellipses, 1996.**
3. **Donald L. Kreher. Group theory notes, 2012.**
4. **LudolfLidl and Gunter Pilz. Applied Abstact Algebra, Springer, 1998.**
5. **Jean-Pierre Serre. Représentations linéaires des groups finis. Hermann, éditeurs des sciences et des arts, 1998.**
6. **John R. Durbin. Modern Algebra An Introduction, WILE, 2009.**
7. **Philippe Ruelle. Théorie des groups, Université Catholique de Louvain, 2009.**
8. **Oliver Debarre. Algèbre 2, Ecole Normale Supérieure, 2013.**
9. **W. Ledermann. Introduction to group theory, Longman, 1973.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S2*
Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : Courbes Algébriques
Crédits : 07
Coefficients :03

Objectifs de l'enseignement
Ce cours vise les fondements de la Géométrie Algébrique (courbes algébriques), il constitue une introduction à leur utilisation dans la construction des codes géométriques (codes de Goppa) qui seront étudiés en 2 ème année Master.Après succès l'étudiant est censé avoir acquis des fondements de la théorie des nombres des courbes algébriques,…etc.

Connaissances préalables recommandées
Il est conseillé deconnaître lesnotions d'Algèbre (Anneaux et extensions) vues en Master S1 et l'Algèbre linéaire vues en Licence.

Contenu de la matière :

Variétés algébriques

7- Définitions et quelques propriétés………………………………………
8- Topologie de Zariski………………………………………
9- Courbes et plan projectif………………………………………
10-Théorème de Bézout pour les courbes algébriques

Arithmétique des courbes algébriques

1-Introduction historique
2- Singularités et diviseurs
3-Théorème de Riemann-Roch et applications
4-Introduction aux codes géométriques

Mode d'évaluation : : *Contrôle continu, Examen.*

Références

1. **H.Niederreiter, C. Xing, Algebraic Geometry in Coding Theory and Cryptography, PrincetonUniversity Press, 2009.**
2. **W. Carry Huffman, V. Pless, Fundamentals of Error-Correcting Codes, CambridgeUniversity Press, 2003.**
3. **T. Becker, V. Weispfenning, Gröbner Bases, Springer Verlag. 1993.**
4. **Papantonopoulou, Algebra, Prentice Hall, 2002.**
5. **W. Knnap, Advanced Algebra, AMS, 2007.**
6. **H. Stichtenoch, AlgebraicFunction Fields andcodes, Springer Verlag, Germany, 1993.**
7. **R. Hartshorne, AlgeraicGeometry, Springer, 1977.**
8.

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S2*
Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Ensembles et relations floues
Crédits : 03
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

L'objectif de ce cours est de laisser les étudiants découvrir les notions de base des ensembles et des relations floues qui considère comme des généralisations naturelles d'ensembles et des relations classiques.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Contenu de la matière :

1. Sous-ensembles floues (notions, exemples et propriétés).
2. Opérations algébriques sur les ensembles floues.
3. Les α coupes et leur propriétés.
4. Les relations floues (notions, exemples et propriétés).

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1. **B. Bouchon-Meunier, La logique floue et ses applications,Addison-Wesley, Paris, 1995.**
2. **D. Dubois, H. Prade, Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications, Academic Press, New York, 1980.**
3. **] S. Gottwald, Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Vieweg, Braunschweig, 1993.**
4. **H.J. Zimmermann, Fuzzy set theory and its applications, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, 1991.**

Intitulé de l'UE : Fondamentale
Intitulé de la matière : COMBINATOIRE 2
Crédits : 03
Coefficients :03

Objectifs : La combinatoire est une branche des mathématiques qui s'intéresse aux méthodes permettant de compter les éléments dans des ensembles finis (combinatoire énumérative) et à la recherche des optima dans les configurations ainsi qu'à leur existence (combinatoire extrémale). L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir quelques compétences et outils de dénombrement dans les ensembles finis (Combinatoire énumérative) et leurs applications ainsi q'une initiation à la combinatoire extrémale.

Connaissances préalables recommandé : combinatoire1, Algèbre(S1), introduction à la théorie des groupes, arithmétique élémentaire.

Contenu de la matière :

1. **Fonctions génératrices et Méthodes de récurrence.**

Factorisation des polynômes et fractions partielles, Séries formelles, Fonctions génératrices, Détermination des relations de récurrence, Les Méthodes des : Fonctions génératrices, Polynômes caractéristiques, Différentiation Symbolique, Coefficients Indéterminés. 2. Design et géométrie finie

2. **Théorie algébrique des graphes et applications**

Rappel sur la théorie des graphes, Circuits hamiltoniens et eulériens, Spectre d'un graphe, Théorème de Hoffmann

3. **Application de lacombinatoire**

Mode d'évaluation : continue et examen

Références :

1. **J.H. Van Lint and R.M. Wilson, A Course in Combinatorics, Cambridge UniversityPress 1992.**
2. **Mathématiques Discrètes et informatique, Huy Xuong Nguyen, Elsevier masson 1991.**
3. **How to Count, An Introduction to Combinatorics and Its Applications, Robert A. Beeler,**
4. **Springer 4-Discre-te Mathematics : Elementary and Beyond, L. Lovasz, J. Pelikan and K. Vesztergombi, Springer 2003.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre ***: S2***
Intitulé de l'UE : Découverte
Intitulé de la matière : Corps finis et polynômes
Crédits : 03
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*
Ce cours de base est fondamental pour la spécialité d'algèbre et mathématiques discrètes dont le but est : (a) construction d'extensions de corps finis d'ordre une puissance un nombre premier. (b) Construction des codes cycliques optimaux et isoduaux.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Contenu de la matière :

• Historique des corps finis
•Définitions de base
• Structure des corps finis :
  – Propriétés de base
  –Caractérisation des corps finis
  –Résultats fondamentaux
•Polynômes sur les corps finis :
  – Divisibilité
  – Polynômes irréductibles, cyclotomiques, réciproques
  – Résultats fondamentaux

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1. **L. J. Goldstein, Abstract Algebra, 1973.**
2. **A. Kostrikin, introduction) l'algèbre, 1981.**
3. **J.P. Escofier, Théorie de galois ; 2000.**
4. **Lidl and niederreitev, Theory of finite fields, 1983.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre ***: S2***
Intitulé de l'UE : Découverte
Intitulé de la matière : Atelier de logiciels Scientifiques
Crédits : 01
Coefficients :01

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Est de permettre à l'étudiant de maîtriser les techniques de rédaction des textes Mathématiques par Latex.

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Contenu de la matière :

- ***Logiciel de Latex.***

Mode d'évaluation : *Examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc.)*

1. **Manuel de Latex**

Intitulé du master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre ***: S3***

Intitulé de l'UE : Fondamentale

Intitulé de la matière : Théorie algébriques des codes

Crédits : 06

Coefficients : 04

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise les fondements de la Théorie des Codes Correcteurs d'erreurs et corps finis et constitue une suite du cours Algèbre (Anneaux et extensions algébriques) en S1 et Courbes algébriques en S2.Après succès l'étudiant est censé avoir acquis des techniques de construction des corps finis, codage et décodage et de bien voir l'intersection de la théorie des codes et la Géométrie algébrique(codes de Goppa)

Connaissances préalables recommandées

Il est conseillé deconnaître lesnotions d'Algèbre générale vues en cours (Algèbre)S1et .Courbes algébriques S2.

Contenu de la matière :

1- Corps finis

- Structure des corps finis………………………………………
- Construction des corps finis………………………………………
- Classification des corps finis………………………………………

2- Codes linéaires…………………………………………

- Codes linéaires, tableau standard
- Codes cycliques, de Reed solomon

3- Bornes sur les codes

- -Bornes de Hamming, Singleton, Plotkin et varshamov
- -Bornes asymptotiques

4- Codes Géométriques

- -codes de Goppa
- -Codes géométriques

Mode d'évaluation : Examen écrit + Travaux personnels

Références

1. **J. Vélu. Méthodes mathématiques pour l'informatique. Dunod 1995.**
2. **M.Demazure. Cours d'Algèbre. Cassini 1997.**
3. **dany-Jack Mercier. Utilisation de l'Algèbre dans les systèmes d'informations. IUFM des Antilles et de GUYANE Mai 2001**
4. **M.Costle, A. Paugam, R. Quarez. codes correcteurs Préparation à l'agrégation mathématiques. Université de Rennes 1juin 2002.**
5. **F. J. McWilliams and N. J. A. Sloane. The Theory of error correcting codes. North Holland 1977.**
6. **D. Goppa. Geometry and Codes. Kluwer Academic publishers. The Netherlands 1988.**

Intitulé du master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre *: S3*
Intitulé de l'UE : Fondamentale
Intitulé de la matière : Cryptographie
Crédits : 06
Coefficients : 04

Objectifs de l'enseignement : La cryptographie est une science et technologie essentielles dans la sécurité des systèmes informatiques. Les domaines d'utilisations de la cryptographie sont très vastes et vont du domaine militaire, au commercial, en passant par la protection de la vie privée.

L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir quelques compétences et outils mathématiques et algorithmiques utiles à la compréhension de la cryptographie.

Connaissances préalables recommandé : Algèbre linéaire, introduction à la théorie des groupes, arithmétique élémentaire. Algèbre(S1), introduction aux maths discrètes (S1).

Contenu de la matière :
1 Introduction

-Histoire et Objectifs de la cryptographie, Rappels sur l'algorithme d'Euclide et Euclide étendu, Anneaux des entiers modulo un entier positif..

2 Systèmes de chiffrement classique (cryptosystèmes symétriques)

-Chiffrement par permutations, Chiffrement affine, Chiffrement linéaire par blocs, Chiffrements de Vigenère, Hill .

3 Cryptanalyse des systèmes de chiffrement classique

Systèmes de chiffrement assymetrique (cryptosysteme à clé-publique).

- Introduction : problème de factorisation d'un nombre naturel ,RSA.

4 Logarithme discret et autres systemes de chiffrement

-Logarithme discret, Protocole Diffie-Hellman, Chiffrement ElGamal, Autres systèmes de chiffrement

1. **Cryptographie à courbes elliptiques**
2. **Cryptographie à base de treillis**

Mode d'évaluation : continue et examen

Références :

1. **Applied Abstract Algebra, R.Lidl, G. Pilz, Springer 1997.**
2. **Cryptography, Theory and practice, Douglas Stinson, CRC Press 1995.**
3. **Classical introduction to Cryptography, Thoms**
4. **Baignère et al, springer 2006 4 Introduction à la Cryptographie, Johannes Buchmann, Dunod 2006.**
5. ArkadiiSlinko, Algebra for applications, Springer 2015.
6. Douglas R. Stinson, Maura B. Paterson , Cryptography theory and practice , CRC A Chapman & Hall Book
7. James Kraft, An introduction to number theory with cryptography, CRC Press 2018.

8. Nigel P. Smart, Cryptography Made simple, Springer 2016.
9. Neal Koblitz, A course in Number theory and cryptography, second edition, Springer 1994.
10. Neal Koblitz , Algebraic Aspects of cryptography, Springer 1999.

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre *: S3*
Intitulé de l'UE : Fondamentale
Intitulé de la matière : Logiques Algébrique
Crédits : 06
Coefficients : 04

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*
Les modèles multivalents fournissent une interprétation naturelle et sémantique pour plusieurs logiques non classiques, en plus ils constituent un outil très pointu pour étudier et comprendre les propriétés métalogiques en général. Après avoir suivi ce cours l'étudiant apprend à raisonner dans un environnement incertain.
Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*
Algèbres de Boole, ordres et treillis

Contenu de la matière :

Chapitre 1. Rappels et compléments sur les treillis et algèbres de Boole
Chapitre 3. Logique multivalente de Lukasiewicz
1. Logique et algèbre trivalente de Lukasiewicz
2. Axiomatisation de Wajsberg
3. Logique trivalente de Lukasiewicz (sémantique)
4. Algèbre trivalente de Lukasiewicz (L_3-algèbre)
5. Propriétés des L_3-algèbre.

Chapitre 2. Ensembles flous au sens de Zadeh
Chapitre 4. Représentations des algèbres de Łukasiewicz.
1. Représentation booléenne des L_3-algèbres
2. Systèmes de réductibilité
3. Représentations des algèbres de Łukasiewicz par des algèbres floues
4. Représentation booléenne des L_3-algèbres finies
5. Représentations des algèbres de Łukasiewicz trivalentes (sous forme $2^p \times 3^q$)

Chapitre 5. Algèbre de Lukasiewicz θ-valentes
1. Algèbre de Lukasiewicz θ-valente(L_θ-algèbres) (sans négation)
2. Morphisme de L_θ-algèbres
3. Propriétés des L_θ-algèbres
4. Algèbre de Lukasiewicz p-valentes involutive (i.e., avec négation)
5. Algèbre de Lukasiewicz θ-valentes involutive
6. Algèbre de Lukasiewicz θ-valentes involutive régulière

Chapitre 6. Représentations des algèbres multivalentes de Łukasiewicz
Chapitre 7. Normes triangulaires, applications aux ensembles flous.

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen.*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*

1. **Merrie Bergmann, An introduction to Many-Valued and Fuzzy Logic.**
2. **Roberto L. O. Cignoli, Itala M. L. D'Ottaviano, Daniele Mundici, Algebraic Foundations of Many-Valued Reasoning.**
3. **Leonard Bole PiotrBorowik, Many-Valued Logics**.

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre *: S3*
Intitulé de l'UE : Découverte
Intitulé de la matière : Méthodologie de recherche scientifique et bibliographique
Crédits : 03
Coefficients :01

Objectifs de l'enseignement (*Décrire ce que l'étudiant est censé avoir acquis comme compétences après le succès à cette matière – maximum 3 lignes).*

Ce cours a pour objectif d'apprendre desméthodes pour élaborer (développer des argumentations et maîtriser une bibliographie), rédigé et soutenirun mémoire de master 2

Connaissances préalables recommandées (*descriptif succinct des connaissances requises pour pouvoir suivre cet enseignement – Maximum 2 lignes).*

Contenu de la matière :

1. **La phase de recherches**
2. **La phase de rédaction**
3. **La soutenance**

Mode d'évaluation : *Contrôle continu, Examen*

Références *(Livres et polycopiés, sites internet, etc).*
Le support sera constitué d'un fascicule de cours et de conseils méthodologiques, accompagnés d'exercices..

Intitulé du master : Algèbre et Mathématiques Discrètes
Semestre ***: S2***
Intitulé de l'UE : Méthodologie
Intitulé de la matière : Algèbre multilinéaire
Crédits : 03
Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement : En mathématiques, l'algèbre multilinéaire étend les méthodes de l'algèbre linéaire. Tout comme l'algèbre linéaire est bâtie sur le concept de vecteur et développe la théorie des espaces vectoriels, l'algèbre multilinéaire est bâtie sur le concept de tenseur et développe la théorie des espaces tensoriels

L'objectif de ce cours est de permettre à l'étudiant d'acquérir quelques compétences et outils mathématiques utiles à la compréhension de l'algèbre multilinéaire.

Connaissances préalables recommandé : Algèbre linéaire, introduction à la théorie des groupes, arithmétique élémentaire.

Contenu de la matière :
Contenu de la matière :

1. **Modules**

Définitions et exemples, sous-modules, modules produits, modules quotients, somme de sous-modules, applications linéaires, familles génératrices, familles libres, bases, dualité, produit tensoriel, produit extérieur.

2. **Formes multilinéaires**

Définitions, formes alternées, déterminants, déterminant d'un endomorphisme, applications des déterminants (formule de Cramer, calcul de la distance à un sous espace, calcul de volumes, réduction des endomorphismes).

Mode d'évaluation : continue et examen

Référence :

1. **Alexander Duncan. Multilinear Algebra , Spring ,2023**
2. **Erwann Aubry. Algèbre linéaire et bilinéaire, 2012.**
3. **Hugo J. Woerdeman. ADVANCED LINEAR ALGEBRA, CRC Press 2016.**
4. **Georges Skandalis. Algèbre générale et algèbre linéaire, Université Paris Diderot (Paris 7), 2017.**
5. **WicharnLewkeeratiyutkul. Lecture Notes on Linear and Multilinear Algebra, ChulalongkornUniversity , 2014.**

Intitulé du Master : Algèbre et Mathématiques Discrètes

Semestre *: S3*

Intitulé de l'UE : Méthodologie

Intitulé de la matière : Théorie IST et Applications

Crédits : 06

Coefficients : 03

Objectifs de l'enseignement

L'objet est de donner à l'étudiant un aperçu sur l'univers dans lequel il travaille généralement, à savoir « la théorie des ensembles ». Ces notions sont encore plus nécessaires pour les étudiants qui veulent être des futurs mathématiciens dans des domaines proches à la logique et aux fondements des mathématiques.

Connaissances préalables recommandées

Les connaissances acquises durant les années de la licence suffisent pour pouvoir suivre cet enseignement.

Contenu du module

I- 1- Le principe de transfert et ses corollaires.
 2- Applications.
II- 1- Le principe d'idéalisation et ses corollaires
 2- Applications
III- 1- Le principe de standardisation et ses corollaires.
 2- Applications.
IV- Ensembles externes.
V- Principes de permanence.
VI- Introduction aux « Neutrices » et Nombres externes.

Références.

1. **A.Boudaoud: Decomposition of terms in Lucas sequences. J. Log. Anal. 1 (2009), Article 4, 23 pages.**
2. **F.Diener, M.Diener (eds.): Nonstandard Analysis in Practice. Universitext, Springer, Berlin, 1995.**
3. **F.Diener, G.Reeb: Analyse Non Standard. Enseignement des Sciences 40, Hermann, Paris, 1989.**
4. **V.Kanovei, M.Reeken: Nonstandard Analysis, Axiomatically. Springer Monographs in Mathematics, Springer, Berlin, 2004.**
5. **E.Nelson: Internal set theory: A new approach to nonstandard analysis. Bull. Am. Math. Soc. 83 (1977), 1165–1198.**
6. **I.P.Van den Berg: Extended use of IST. Ann. Pure Appl. Logic 58 (1992), 73–92.**