

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE
ET DE LA RECHERCHE SCIENTUFIQUE**

UNIVERSITE DE GUELMA

CANEVAS DE PRESENTATION

DE

**NOUVELLE FORMATION DANS LE CADRE DU SYSTEME
LMD**

Etablissement : Université de Guelma
Intitulé de la formation : Licence en Mathématiques
Filière : Mathématiques
Option : Analyse Numérique

RATTACHEMENT ADMINISTRATIF :

Faculté : Sciences et de l'Ingénierie
Département : Sciences exactes
Responsable pédagogique : CHIHEB Tarek

Structures associées :

Date d'examen et avis du conseil de la faculté

Date d'examen et avis du conseil de l'université

Visa du chef d'établissement

Objectifs de la formation
(Compétences visées, Connaissances acquises à l'issue de formation)

Acquérir des connaissances de base en Mathématiques (analyse, algèbre, informatique et statistique).

Domaines d'Activités visés

- Enseignement
- Formation post-graduée

Passerelles et poursuite des Etudes

Possibilité de faire toute filière avec pré-requis en mathématiques.

Description et Organisation Générale du Diplôme

1^o année : Tronc commun pour Maths et Informatique.

2^o année : Enseignement commun pour Maths et Informatique.

3^o année :

- **Semestre 1 :** Enseignement commun pour licence en Mathématiques.
- **Semestre 2 :** Enseignement spécialisé pour licence en Analyse Numérique.

EQUIPE PEDAGOGIQUE ASSURANT LA FORMATION

Nom et Prénom	Grade	Etablissement de Rattachement	Forme taux de Participation
Aissaoui Med Zine	M. Conf.	Univ. Guelma	100%
Badraoui Salah	M. Conf.	Univ. Guelma	100%
Dehici A/Kader	M. Conf	Univ. Guelma	100%
Chiheb Tarek	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Bekhouch Saadi	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Mehri Allaoua	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Fernane Kheireddine	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Frioui Assia	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Aissaoui Fatima	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Ali Tatar Med Liamine	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Bensbaa Salima	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Boukrioua khaled	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Meftah Badreddine	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Hamidène Nacira	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Barama Ibtihedj	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Azouza Noureddine	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Ben Arioua Khadir	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Boussetila Nadjib	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Bouhadjar Sliman	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Lakhal Fahim	C. Cours	Univ. Guelma	100%
Berahaïel Amel	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Badi Sabrina	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Chemlal Rezki	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Ezzebsa abdelali	M. Assistant	Univ. Guelma	100%

Aggoune Fateh	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Benchaabane Abbes	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Benrabah Abderafik	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Gherda Mebrouk	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Karboua Mourad	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Belaouer Djamel	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Rbiai Ghania	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Debbouche Amar	M. Assistant	Univ. Guelma	100%
Hita Amara	M. Assistant	Univ. Guelma	100%

APPUI LOGISTIQUES A LA FORMATION

Type de logistique	Description
Locaux Pédagogiques	Locaux pédagogiques de l'université
Laboratoires Pédagogiques ----- de recherche	Locaux de l'université -----
Bibliothèque	Bibliothèque de l'université
Equipements Informatiques	Centre de calcul de la faculté
Autre logistique (laboratoires et équipements Industriels...)	

FICHE UNITE ENSEIGNEMENT

MENTION : LICENCE
 OPTION: Analyse Numérique
 SEMESTRE: 1

Semestre 1	CM	TD	TP	Crédits
<u>UE 1 (Fondamentale)</u>	-	-	-	15
Algèbre 1	1h 30	1h 30	-	3
Analyse 1	3h	3h	-	6
Informatique 1	3h	1h 30	1h 30	6
<u>UE 2 (de découverte)</u>	-	-	-	9
Mécanique du point	1h 30	1h 30	-	3
Electricité	1h 30	1h 30	-	3
+ 1 option à choisir parmi	1h30	-	-	3
Physique Optique	-	-	-	-
Chimie	-	-	-	-
Economie de l'entreprise	-	-	-	-
ou d'autres options à définir par l'établissement	-	-	-	-
<u>UE 3(méthodologique)</u>	-	-	-	6

TP bureautique	-	-	1h30	3
Technique d'expression et de communication	1h30/quinz.	-	-	1,5
Anglais 1	1h30/quinz.	-	-	1,5
Total (25h30, 30 crédits)	13h30	9h	3h	30

Programme du semestre 1

Algèbre 1

- Rappels sur l'anneau Z (théorème de Bézout, équations diophantiennes, idéaux, congruences)
- Applications d'ensembles: injection, surjection, bijection, image réciproque, restriction, prolongement, représentation.
- Relations binaires sur un ensemble: équivalence, ordre.
- Structures algébriques: monoïde, demi-groupe, groupe, exemples.
- Homomorphismes de groupes, isomorphismes, endomorphismes, automorphismes, exemples.
- Anneau de polynômes $Z[X]$, $R[X]$, $C[X]$, zéros, polynômes irréductibles.

Analyse 1

- Nombre réels et nombres complexes.
- Suites et limites.
 - Fonctions à une variable réelle, continuité, dérivabilité.
 - Théorème des accroissements finis
 - Formule de Taylor et développements limités
 - Fonctions élémentaires

Informatique 1

L'objectif de cette première unité d'introduction à la discipline informatique est de permettre aux étudiants de mieux comprendre les principes de fonctionnement d'une machine (ou d'un réseau de machines) et d'un logiciel, ainsi que certains principes de base de la programmation.

Mécanique du Point

Même programme que SM et STPI

Electricité

Même programme que SM et STPI

Website: www.univ-guelma.dz

Physique optique

Optionnelle : même programme que SM et STPI

Chimie

Optionnelle : même programme que STPI

Economie de l'Entreprise

Optionnelle

TP Bureautique

Objectif :

Apprentissage de l'interface graphique Windows (Système Windows), et des outils de bureautique pour la conception de documents sous différents formats : Word, Scientific Word, PowerPoint, Excel, FrontPage.

Familiarisation avec les services d'Internet : Internet Explorer (navigation sur Internet), Moteurs de recherche (Google, Altavista, ...), Messagerie électronique, ...

Techniques d'expression et de communication

- Techniques d'expression écrite : mémoire, rapport, synthèse, etc.
- Techniques d'expression orale : soutenance, exposé, utilisation des moyens de communication modernes. Expression et communication dans un groupe.

Anglais 1

- Amélioration de la compétence linguistique générale sur le plan de la compréhension et de l'expression
- Acquisition du vocabulaire spécialisé de l'anglais informatique

Website: www.univ-guelma.dz

FICHE UNITE ENSEIGNEMENT

MENTION : LICENCE

OPTION: Analyse Numérique

SEMESTRE: 2

Semestre 2	CM	TD	TP	Crédits
<u>UE 4 (fondamentale)</u>	-	-	-	12
Algèbre 2	1h 30	1h 30	-	4
Analyse 2	1h 30	1h 30	-	4
Statistique Descriptive	1h 30	1h 30	-	4
<u>UE 5 (fondamentale)</u>	-	-	-	12
Calcul Formel	1h 30	-	1h30	3
Structure Machine	1h 30	1h 30	-	3
Informatique 2	3h	1h 30	1h 30	6
<u>UE 6 (culture générale)</u>	-	-	-	6
Anglais 2	1h 30	-	-	2
Histoire des sciences	1h 30	-	-	2

Technologie WEB	1h 30	-	-	2
Total (25h30, 30 crédits)	15h	7h30	3h	30

Programme du semestre 2

Algèbre 2

- Espaces vectoriels de dimension finie, bases, sous-espaces.
- Applications linéaires, matrice d'une application linéaire.
- Déterminants.
- Applications aux systèmes d'équations linéaires, système de Cramer.
- Opérations sur les matrices.

Analyse 2

- Intégrales définies, primitives.
- Equations différentielles du 1er et 2ème ordre à coefficients constants.

Statistique descriptive

Chapitre 1. Séries statistiques à une variable

- 1- Population. Individu. Echantillon. Caractères quantitatifs, variables statistiques discrètes et continues.
- 2- Effectif. Fréquence. Pourcentage.
- 3- Effectif cumulé. Fréquence cumulée.
- 4- Représentations graphiques: diagramme à bande, diagramme circulaire, diagramme en bâton. Polygone des effectifs (et des fréquences). Histogramme. Courbes cumulatives.
- 5- Caractéristiques de position: mode, moyenne arithmétique, moyenne harmonique, moyenne géométrique, médiane.
- 6- Caractéristiques de dispersion: étendue, variance et écart-type, coefficient de variation, quartiles, étendue interquartile.
- 7- Représentation graphique des résultats à l'aide du box-plot.

Chapitre 2. Séries statistiques à deux variables

- 1- Tableaux de données (tableau de contingence). Nuage de points.
- 2- Distributions marginales et conditionnelles. Covariance.
- 3- Coefficient de corrélation linéaire. Droite de régression et droite de Mayer.
- 4- Courbe de régression, couloir de régression et rapport de corrélation.
- 5- Ajustement fonctionnel.

Calcul formel Descriptive

- Apprentissage d'un langage de calcul scientifique (Mathematica, ...)
- Quelques techniques de résolution des problèmes numériques,
- Evaluation des performances (prévision/efficacité) d'une méthode de calcul.

Structure de la machine

Objectif:

Prendre connaissances de la théorie formelle basée sur l'Algèbre de Boole pour la synthèse des circuits.

Plan du cours:

Partie 1

- Les systèmes de numération
- Les conversions entre ces systèmes
- Les opérations de base (base 2, base 16, base 8)
- Addition
- Soustraction
- Multiplication
- Division
- Le complément à 1 et 2
- Les différents codages

Partie 2 : Algèbre de Boole

- Définition
- Définition axiomatique de l'algèbre de Boole
- Théorèmes et propriétés de l'algèbre de Boole
- Principe de dualité
- Théorèmes fondamentaux
- Précédence des opérateurs
- Diagramme de Venn
- § Fonctions booléennes
- Manipulations algébriques
- Complément d'une fonction
- § D'autres Opérateurs Binaires

Simplification des fonctions booléennes

§ Méthode de Karnaugh

§ Table à deux et trois variables

o Propriété des carrés adjacents

§ Table à quatre variables

§ Table à cinq et six variables

§ Simplification en produits de somme

§ Conditions indéfinies et fonctions incomplètes

§ Méthode de Quine – Mc Cluskey

o Détermination des monômes premiers

o Sélection des monômes premiers

Les circuits combinatoires

§ Analyse d'un circuit combinatoire

§ Synthèse d'un circuit combinatoire

Exemple : Additionneur .

Website: www.univ-guelma.dz

Un circuit particulier : les Multiplexeurs / Demultiplexeurs

Informatique 2

Au second semestre sont abordées les notions de base de la modélisation informatique de problème : analyse et modélisation d'un problème, algorithmique et programmation. L'enseignement s'appuie sur un langage impératif et typé (Pascal ou C).

De plus, un enseignement est conçu autour d'une étude de cas dont le thème porte sur une application de l'informatique à la résolution d'un problème de mathématique ou de physique.

Anglais 2

Objectif :

Soutenir une conversation technique avec un interlocuteur anglophone, comprendre et rédiger des documents techniques. Chaque étudiant aura la possibilité de se présenter au TOEFL. Ce cours est organisé en groupes de niveau :

Plan du cours :

- Anglais de base
- Anglais technique
- Préparation au TOEFL.

Histoires des sciences

Technologie Web

- Introduction à l'Internet
- Réseau et Communication
- Introduction au Word-Wide-Web (WWW) : technologies Web, protocole HTML , format d'une page web, outils de création d'un site web
- Technologies des données : son, image, animation et vidéo, outils pour le développement multimédia
- Interactivité sur le Web : rôle des applets

FICHE UNITE ENSEIGNEMENT

MENTION : LICENCE

OPTION: Analyse Numérique

SEMESTRE: 3

Semestre 3	CM	TD	TP	Crédits
<u>UEM7 (Enseignements généraux)</u>	-	-	-	14
Algèbre 3	1h 30	1h 30	-	4
Analyse 3	3h	3h	-	6
Probabilités	1h 30	1h 30	-	4

Website: www.univ-guelma.dz

<u>UEM8 (Enseignements spécialisés)</u>	-	-	-	14
Logique mathématique	1h 30	1h 30	-	4
Analyse numérique 1	1h 30	1h 30	1h 30	6
Langages évolués	1h 30	-	1h 30	4
<u>UEM9 (Culture générale)</u>	-	-	-	2
Histoire des mathématiques	1h 30	-	-	2
Total (24h, 30 crédits)	12h	9h	3h	30

Programme du semestre 3

Algèbre 3

- Réduction des endomorphismes d'espaces vectoriels de dimension finie.
- valeurs propres et vecteurs propres; polynôme caractéristique, théorème de Cayley-Hamilton.
- diagonalisation de matrices diagonalisables, tridiagonalisation, formes de Jordan.
- Application aux systèmes différentiels linéaires.

Analyse 3

- Séries numériques.
- Suites et séries de fonctions, séries de Fourier.
- Intégrales impropres.
- Fonctions définies par des intégrales.
- Fonctions de plusieurs variables, continuité, différentiabilité.

Probabilités

Chapitre 1: Analyse combinatoire

Arrangements avec répétition - Arrangement sans répétition – Permutations – Combinaisons – Triangle de Pascal – Binôme de Newton.

Chapitre 2: Introduction au calcul des probabilités

- 1- Expérience aléatoire – événements et opérations sur les événements.
- 2- Probabilités sur un univers fini – probabilités uniformes – modèles d'urnes.
- 3- Conditionnement et indépendance.
- 4- Théorème de Bayes.

Chapitre 3: Variables aléatoires à une dimension

- 1- Généralités – Fonction de répartition.
- 2- Variables aléatoires discrètes- loi de probabilités- Espérance - Variance.
- 3- Variables aléatoires absolument continues - Fonction de densité - Espérance - Variance.
- 4- Lois de probabilités usuelles: Bernoulli – Binomiale – Hypergéométrique – Géométrique – Poisson.
- 5- Lois de probabilités absolument continues usuelles: Uniforme - Exponentielle – Normale.
- 6- Approximation d'une loi hypergéométrique par une loi binomiale - Approximation d'une loi

Website: www.univ-guelma.dz

binomiale par une loi de Poisson - Approximation d'une loi de Poisson par une loi normale et approximation d'une loi binomiale par une loi normale.

Logique mathématique

- Construction de **R**. Axiomatique de Zermelo-Frankel.
- Axiome du choix, lemme de Zorn.
- Calcul propositionnel et calcul des prédicats.

Analyse numérique 1

- Notions d'erreurs.
- Approximation et Interpolation polynomiale.
- Dérivations et intégration numériques.

Langages évolués numériques

Histoire des mathématiques

FICHE UNITE ENSEIGNEMENT

MENTION : LICENCE
OPTION: Analyse Numérique
SEMESTRE: 4

Semestre 4

CM

TD

TP

Crédits

Website: www.univ-guelma.dz

<u>UEM10 (Enseignements généraux)</u>	-	-	-	14
Algèbre 4	1h 30	1h 30	-	4
Analyse 4	3h	3h	-	6
Analyse complexe	1h 30	1h 30	-	4
<u>UEM11 (Enseignements spécialisés)</u>	-	-	-	14
Géométrie	1h 30	1h 30	-	4
Topologie et espaces métriques	1h 30	1h 30	-	6
Equations différentielles 1	1h 30	1h 30	-	4
<u>UEM12 (Culture générale)</u>	-	-	-	2
Applications mathématiques aux autres disciplines	1h 30	-	-	2
Total (22h30, 30 crédits)	12h	10h30	-	30

Programme du semestre 4

Algèbre 4

- Modules sur un anneau commutatif, sous-modules, modules quotients, exemples.
- Formes bilinéaires sur un espace vectoriel de dimension finie.
- Formes bilinéaires symétriques et formes quadratiques.
- Réduction des formes quadratiques, méthode de Lagrange, théorème de Sylvester.
- Formes hermitiennes.

Analyse 4

- Calcul différentiel sur \mathbf{R}^n
- Extrema
- Intégrales multiples.

Analyse complexe

- Fonctions holomorphes, théorie de Cauchy.
- Analyticité.
- Séries de Laurent, singularités.
- Résidus, application au calcul d'intégrales.

Géométrie

- Courbe plane, courbe gauche, surfaces.
- Formes fondamentales.

- Intégrales curvilignes et de surface.
- Exemples de courbes et de surfaces

Topologie des espaces métriques

- Concepts de base: distances, ouverts et fermés, notion de topologie.
- Suites de Cauchy, espaces complets, théorème du point fixe.
- Espaces compacts, espaces et ensembles connexes.
- Espaces vectoriels normés. Applications linéaires.

Equations différentielles 1

Chapitre 1. Equations différentielles. Résultats fondamentaux

- Equation différentielle du premier ordre (Définitions, solution maximale et globale, champs de vecteurs).
- Théorème d'existence et d'unicité de Cauchy-Lipschitz.
- Equations différentielles d'ordre supérieur à un.

Chapitre 2. Méthode de résolution explicite des équations différentielles

- Equation à variable séparée
- Equations de Bernoulli et de Riccati.
- Equation homogène.
- Equations de Lagrange et de Clairaut.

• Applications mathématiques aux autres disciplines

FICHE UNITE ENSEIGNEMENT

MENTION : LICENCE

Website: www.univ-guelma.dz

OPTION: Analyse Numérique
SEMESTRE: 5

Semestre 5	CM	TD	TP	Crédits
UEM13 (Enseignements généraux)				15
Analyse numérique 2	1h 30	1h 30	1h 30	5
Mesure et intégration	1h 30	1h 30	-	5
Opérateurs bornés dans un espace de Hilbert	1h 30	1h 30	-	5
UEM14 (Enseignements spécialisés)				12
Géométrie affine et euclidienne	1h 30	1h 30	-	4
Equations de la physique mathématique	1h 30	1h 30	-	4
Optimisation 1	1h 30	1h 30	1h 30	4
UEM15 (Culture générale)				03
Initiation à la didactique des mathématiques	1h 30		-	3
Total (22h30, 30 crédits)	10h30	9h	3h	30

Programme du semestre 5

Analyse numérique 2

- Résolution des systèmes linéaires.
- Calcul des valeurs et vecteurs propres.
- Résolution d'équations et systèmes non linéaires.
- Résolution numérique des équations différentielles ordinaires.

Mesure et intégration

Chapitre 1: Tribus et mesures

- Définitions, tribus, mesures, probabilité
- Propriétés des mesures
- La mesure de Lebesgue sur la tribu des boréliens

Chapitre 2: Fonctions mesurables, variables aléatoires

- Fonctions étagées
- Fonctions mesurables et variables aléatoires
- Caractérisation de la mesurabilité
- Convergence p.p et convergence en mesure

Chapitre 3: Fonctions intégrables

Website: www.univ-guelma.dz

- Intégrale d'une fonction étagée positive
- Intégrale d'une fonction mesurable positive
- Mesure et densité de probabilité
- Convergence monotone et lemme de Fatou
- L'espace L^1 des fonctions intégrables
- L'espace L^p
- Théorème de convergence dominée dans L^1
- Continuité et dérivabilité sous le signe somme

Chapitre 4: Produit d'espaces mesurés

- Mesure produit, définition
- Théorème de Fubini et conséquences
- Cas de la mesure de Lebesgue sur \mathbf{R}

Opérateurs bornés dans un espace de Hilbert

Chapitre 1. Espaces de Hilbert.

- Définitions (produit scalaire, inégalité de Cauchy-Schwartz)
- Orthogonalité, théorème de la projection, théorème de Riesz.
- Système orthogonal (inégalité de Bessel-Parseval), base
- Séries de Fourier (exemples: polynômes trigonométriques, fonctions d'Hermite).

Chapitre 2. Opérateurs linéaires bornés

- Définitions, exemples, norme d'un opérateur borné.
- Espace $L(H)$ des opérateurs bornés, convergences d'opérateurs.
- Exemples d'opérateurs bornés (opérateurs de projection, opérateurs unitaires, opérateurs compacts)
- Opérateurs inversibles dans $L(H)$, Théorème de Banach.
- Transposé d'un opérateur borné, opérateur symétrique.

Chapitre 3. Spectre d'opérateurs

- Définitions (spectre ponctuel, spectre continu)
- Exemples
- Spectre d'un opérateur compact symétrique :
 - Théorie de Riesz-Fredholm.
 - Décomposition spectrale
- Application: problèmes de Sturm-Liouville.

Géométrie affine et euclidienne

Première partie: Géométrie affine

- Rappels sur les espaces vectoriels et applications linéaires
- Variétés linéaires affines et applications affines
- Droites et hyperplans
- Groupe des homothéties, translations
- Symétries, projection, dilatation et transection

Deuxième partie: Géométrie euclidienne

- Structure d'espace euclidien
- Norme, distance (rappels)
- Sous-espaces orthogonaux (hyperplan orthogonal à une droite, distance d'un point à une droite,)
- Isométrie, similitude.

Website: www.univ-guelma.dz

- Matrices orthogonales. Groupe $O(n)$.

Equations de la physique mathématique

- EDP linéaires du second ordre, caractéristiques, classification, formes standard.
- Méthode de séparation des variables (de Fourier).
- Equation de Laplace, fonctions harmoniques, noyau de Poisson.
- Equations des ondes (formule de Kirchoff).
- Equation de la chaleur (intégrale de Poisson).

Optimisation 1

Chapitre 1 : Généralités

- Quelques exemples
- Formulation mathématique
- Notion de convexité

Chapitre 2 : Minimisation sans contraintes

- Résultats d'existence et d'unicité
- Conditions d'optimalité
 - * Condition nécessaire du 1^{er} ordre
 - * Condition du 2^{ème} ordre
- Exemples

Chapitre 3 : Algorithmes

- Méthode du gradient
- Méthode de Newton
- Méthode de gradient conjugué
- Méthode de relaxation
- de pénalisation

Initiation à la didactique des mathématiques

A compléter (USTHB)

FICHE UNITE ENSEIGNEMENT

MENTION : LICENCE

OPTION: Analyse Numérique

SEMESTRE: 6

Semestre 6	CM	TD	TP	Crédits
Option: Analyse Numérique				30
Equations différentielles 2	1h 30	1h 30	-	5
Optimisation 2	1h 30	1h 30		5
Module X : Eléments de calcul matriciel et différentiel pour l'analyse factorielle de données	3h	1h 30	1h 30	7
Module Y : Approximation de problème aux limites	3h	1h 30	1h 30	7
Mémoire	-	-	-	6

Programme du semestre 6 Option : Analyse Numérique

Equations différentielles 2

Chapitre 1. Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants.

- Généralités.
- Systèmes différentiels linéaires :
 - Solution générale de $Y'(t) = AY(t)$
 - Exponentielle d'une matrice,
 - Solution générale de $Y'(t) = AY(t) + B(t)$.

Chapitre 2. Systèmes différentiels linéaires à coefficients Variables

- $Y'(t) = A(t)Y(t)$, Wronskien
- Méthode de variation de la constante

Chapitre 3. Notions sur la stabilité

Optimisation 2

Optimisation en dimension finie avec contraintes

Chapitre 1 : Minimisation avec contraintes

- Résultat d'existence et d'unicité
- Condition d'optimalité du 1^{er} ordre
- Condition d'optimalité nécessaires du 2^{ème} ordre

Chapitre 2 : Applications et exemples

Website: www.univ-guelma.dz

- Projection sur un convexe fermé
- Régression linéaire avec contrainte
- Cas de la programmation linéaire
- Exemples

Chapitre 3 :Algorithmes

- Méthode du gradient projeté
- Méthode de Lagrange-Newton pour les contraintes en égalité
- Méthode de Newton projeté pour les contraintes de borne
- Méthode de pénalisation
- Méthode de programmation quadratique successive (S.Q.P)

Module X : Eléments de calcul matriciel et différentiel pour l'analyse factorielle de données

I) Rappels et compléments d'analyse matricielle :

- Matrices, Définitions et Propriétés
- Décomposition de Matrices
- Normes de Matrices
- Inverses Généralisés, Projecteurs M -Orthogonaux
- Dérivation Matricielle

II) Le paysage mathématique et statistique de l'Analyse Factorielle de Données : la géométrie Euclidienne.

III) Généralisation de la Décomposition en Valeurs Singulières. Analyse en Composantes Principales du triplet (X, M, D) .

Module Y : Approximation de problèmes aux limites

METHODES DES DIFFERENCES FINIES

- Discrétisation du problème de DIRICHLET pour LAPLACIEN en dimension un et deux ; principes du maximum discret.
- Discrétisation de l'équation de la chaleur en dimension un et deux ; d'espace θ - schéma.
- Discrétisation de l'équation des ondes en dimension un et deux ; d'espace θ
- schéma. Etude de la stabilité des θ
- schéma, matrice d'amplification

METHODES DES ELELEMENTS FINIS

- Eléments finis de LAGRANGE