

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

## Canevas de mise en conformité

### OFFRE DE FORMATION L.M.D.

### LICENCE ACADEMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département

Domaine	Filière	Spécialité
Mathématiques et Informatique	Mathématiques	Mathématiques

رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان الرياضيات و الإعلام الألي  
أ. شيبان عبد الحدين

Année universitaire : **2025-2026**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

نموذج مطابقة

عرض تكوين

ل.م.د

ليسانس أكاديمية

القسم	الكلية/المعهد	المؤسسة

التخصص	الفرع	الميدان
رياضيات	رياضيات	رياضيات و إعلام الي

رئيس اللجنة البيداغوجية الوطنية  
لميدان الرياضيات و الإعلام الألي  
أ. د. شيبان عبد الحدين

السنة الجامعية: 2025-2026

## II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements de la Licence Mathématiques

**Socle Commun Mathématiques et Mathématiques Appliquées**

Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
<b>UE Fondamentales</b>									
<b>UEF11(O/P)</b>		<b>4h30</b>	<b>4h30</b>			<b>6h</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	
<b>UEF111 : Analyse 1</b>	<b>84h</b>	3h00	3h00			3h	4	6	40% 60%
<b>UEF112 : Algèbre 1</b>	<b>42h</b>	1h30	1h30			3h	3	5	40% 60%
<b>UEF12(O/P)</b>		<b>3h00</b>	<b>1h30</b>	<b>3h</b>		<b>3h</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	
<b>UEF121 : Algorithmique et structure de données 1</b>	<b>105h</b>	3h00	1h30	3h		3h	4	6	40% 60%
<b>UE Méthodologie</b>									
<b>UEM11(O/P)</b>		<b>3h</b>	<b>1h30</b>			<b>4h</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	
<b>UEM111 : Structure machine</b>	<b>42h</b>	1h30	1h30			3h	3	5	40% 60%
<b>UEM112 : Logiciels libres (Open source)</b>	<b>21h</b>	1h30				2h	2	4	100%
<b>UE Transversale</b>									
<b>UET11(O/P)</b>		<b>1h30</b>				<b>2h</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>UET111 : Langue étrangère</b>	<b>21h</b>	1h30				2h	1	2	100%
<b>UE Découverte</b>									
<b>UED11(O/P)</b>		<b>1h30</b>	<b>1h30</b>			<b>2h</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	
<b>UED111 : Choisir une Matière parmi :</b> -Physique 1 (mécanique du point) -Electronique et composants des systèmes	<b>42h</b>	1h30	1h30			2h	1	2	40% 60%
<b>Total Semestre 1</b>	<b>357h</b>	<b>13h30</b>	<b>9h</b>	<b>3h</b>		<b>18h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	

**Socle Commun Mathématiques et Mathématiques Appliquées**

Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF21(O/P)</b>		<b>4h30</b>	<b>4h30</b>		<b>6h</b>	<b>6</b>	<b>10</b>		
<b>UEF211</b> : Analyse 2	<b>84h</b>	3h00	3h		3h	4	6	40%	60%
<b>UEF212</b> : Algèbre 2	<b>42h</b>	1h30	1h30		3h	2	4	40%	60%
<b>UEF22(O/P)</b>		<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>1h30</b>	<b>5h</b>	<b>5</b>	<b>8</b>		
<b>UEF221</b> : Algorithmique et structure de données 2	<b>63h</b>	1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
<b>UEF222</b> : Introduction aux probabilités et statistique descriptive	<b>42h</b>	1h30	1h30		2h	2	4	40%	60%
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM21(O/P)</b>		<b>3h</b>		<b>1h30</b>	<b>6h</b>	<b>5</b>	<b>9</b>		
<b>UEM211</b> : Introduction à l'intelligence artificielle	<b>21h</b>	<b>1h30</b>			<b>2h</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>100%</b>
<b>UEM212</b> : Fondements de programmation et calcul scientifique avec Python	<b>42h</b>	1h30		1h30	2h	3	5	40%	60%
<b>UE Transversale</b>									
<b>UET21(O/P)</b>		<b>1h30</b>	<b>1h30</b>		<b>2h</b>	<b>2</b>	<b>3</b>		
<b>UET211</b> : Physique 2 (électricité générale)	<b>42h</b>	1h30	1h30		2h	2	3	40%	60%
<b>Total Semestre 2</b>	<b>336h</b>	<b>12h00</b>	<b>10h30</b>	<b>3h</b>	<b>20h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>		

**Socle Commun Mathématiques et Mathématiques Appliquées**

**Semestre 3 :**

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF31(O/P)</b>		<b>7h30</b>	<b>7h30</b>		<b>9h</b>	<b>10</b>	<b>18</b>		
<b>UEF311 : Algèbre 3</b>	<b>42h</b>	1h30	1h30		3h	3	5	40%	60%
<b>UEF312 : Analyse 3</b>	<b>84h</b>	3h00	3h00		3h	4	7	40%	60%
<b>UEF313 : Introduction à la topologie</b>	<b>84h</b>	3h00	3h00		3h	3	6	40%	60%
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM31(O/P)</b>		<b>4h30</b>	<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>6h</b>	<b>7</b>	<b>10</b>		
<b>UEM311 : Analyse numérique 1</b>	<b>63h</b>	1h30	1h30	1h30	2h	3	4	40%	60%
<b>UEM312 : Logique Mathématique</b>	<b>42h</b>	1h30	1h30		2h	2	3	40%	60%
<b>UEM313 : Calcul scientifique avancé avec Python</b>	<b>42h</b>	1h30		1h30	2h	2	3	40%	60%
<b>UE Découverte</b>									
<b>UD31(O/P)</b>		<b>1h30</b>			<b>2h</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
<b>UD311 : Introduction à Latex</b>	<b>21h</b>	1h30			2h	1	2		100%
<b>Total Semestre 3</b>	<b>378h</b>	<b>13h30</b>	<b>10h30</b>	<b>3h</b>	<b>17h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>		

**Socle Commun Mathématiques et Mathématiques Appliquées**

Semestre 4 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF41(O /P)</b>		<b>7h30</b>	<b>6h</b>		<b>9h</b>	<b>10</b>	<b>18</b>		
<b>UEF411</b> : Analyse 4	<b>84h</b>	3h	3h		3h	4	7	40%	60%
<b>UEF412</b> : Algèbre 4	<b>42h</b>	1h30	1h30		3h	3	5	40%	60%
<b>UEF413</b> : Analyse complexe	<b>63h</b>	3h	1h30		3h	3	6	40%	60%
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM41(O/P)</b>		<b>4h30</b>	<b>4h30</b>	<b>1h30</b>	<b>6h</b>	<b>7</b>	<b>10</b>		
<b>UEM411</b> : Analyse Numérique 2	<b>63h</b>	1h30	1h30	1h30	2h	3	4	40%	60%
<b>UEM412</b> : Probabilités	<b>42h</b>	1h30	1h30		2h	2	3	40%	60%
<b>UEM413</b> : Géométrie	<b>42h</b>	1h30	1h30		2h	2	3	40%	60%
<b>UE découverte(O/P)</b>									
<b>UED41(O /P)</b>		<b>1h30</b>			<b>2h</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
<b>UED411</b> : <b>Entrepreneuriat</b>	<b>21h</b>	1h30			2h	1	2		100%
<b>Total Semestre 4</b>	<b>357h</b>	<b>13h30</b>	<b>10h30</b>	<b>1h30</b>	<b>17h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>		

## Licence Mathématiques

### Semestre 5

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
<b>UE fondamentale</b>									
<b>UEF51(O/P)</b>		<b>4h30</b>	<b>4h30</b>		<b>6h</b>	<b>7</b>	<b>11</b>		
UEF511 : Mesure et intégration	<b>84h</b>	3h	3h		3h	4	6	<b>40%</b>	<b>60%</b>
UEF512 : Espaces vectoriels normés	<b>42h</b>	1h30	1h30		3h	3	5	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>UEF52(O/P)</b>		<b>4h30</b>	<b>3h</b>		<b>6h</b>	<b>7</b>	<b>11</b>		
UEF521: Equations différentielles	<b>63h</b>	3h	1h30		3h	4	6	40%	60%
UEF522: Equations de la physique mathématique	<b>42h</b>	1h30	1h30		3h	3	5	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM51(O/P)</b>		<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>2h</b>	<b>3</b>	<b>5</b>		
UEM5.1.1 : Optimisation sans contraintes	<b>63</b>	1h30	1h30	1h30	<b>2h</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>UE découverte</b>									
<b>UED51 (O/P)</b>		<b>1h30</b>			<b>2h</b>	<b>1</b>	<b>3</b>		
UED5.1.1 : Initiation à la didactique des mathématiques	<b>21h</b>	1h30			2h	1	3	<b>100%</b>	
<b>Total Semestre 5</b>	<b>315h</b>	<b>12h00</b>	<b>9h00</b>	<b>1h30</b>	<b>16h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>		

**Licence Mathématiques**

**Semestre 6**

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
<b>UE fondamentale</b>									
<b>UEF61(O/P)</b>		<b>6h</b>	<b>6h</b>	<b>6h</b>	<b>10</b>	<b>16</b>			
<b>UEF611 : Matière X (*)</b>	<b>84h</b>	3h	3h	3h	5	8	<b>40%</b>	<b>60%</b>	
<b>UEF612 : Matière Y (*)</b>	<b>84h</b>	3h	3h	3h	5	8	<b>40%</b>	<b>60%</b>	
<b>UE méthodologie</b>									
<b>UEM61(O/P)</b>		<b>6h00</b>	<b>3h00</b>		<b>4H</b>	<b>4</b>	<b>10</b>		
<b>UEM611: Transformations intégrales dans les espaces <math>L^p</math></b>	<b>63</b>	3h	1h30		2h	2	5	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>UEM6.1.2 : Géométrie différentielle</b>	<b>63</b>	3h	1h30		2h	2	5	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>UE découverte</b>									
<b>UED61(O/P)</b>		<b>1h30</b>		<b>1h30</b>	<b>2h</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		
<b>UED612 : Choisir une matière parmi (**)</b>	<b>42</b>	1h30		1h30	2h	2	2	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>UE transversale</b>									
<b>UET61 (O/P)</b>		<b>1h30</b>			<b>2h</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		
<b>UET611 : : Ethique et histoire des Mathématiques modernes</b>	<b>21h</b>	1h30			2h	2	2	<b>40%</b>	<b>60%</b>
<b>Total Semestre 6</b>	<b>294h</b>	<b>15h00</b>	<b>9h00</b>	<b>1h30</b>	<b>26h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>		

(\*) : Les matières X et Y sont à choisir par couple par **l'équipe de formation** sur la liste suivante. Cette liste reste ouverte aux nouvelles propositions qui doivent être validées **impérativement par le CPND**.

Introduction à la théorie des groupes	Introduction à la théorie des opérateurs linéaires
Théorie des corps	Equations aux dérivées partielles
Statistique Inférentielle	Modélisation mathématique des rythmes du vivant
Probabilités avancées	Optimisation avec contraintes
Introduction aux processus aléatoires	Programmation linéaire
Méthodes numériques pour EDO et EDP	

**NB : A partager les heures entre TD et TP suivant les matières X et Y choisies par l'établissement.**

(\*\*) 1- Theoretical foundations of Machine Learning, 2- Deep Learning and Physics-Informed Neural Networks

**Récapitulatif global de la formation** :(indiquer le VH global séparé en cours, TD, TP... pour les 06 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

<b>UE</b> <b>VH</b>	<b>UEF</b>	<b>UEM</b>	<b>UED</b>	<b>UET</b>	<b>Total</b>
<b>Cours</b>	630h	315h	105h	42h	<b>1092h</b>
<b>TD</b>	504h	189	21h	21h	<b>735h</b>
<b>TP</b>	105h	105h	21h	00	<b>231h</b>
<b>Travail personnel</b>	714h	392h	140h	56h	<b>1400h</b>
<b>Autre (préciser)</b>					
<b>Total</b>	<b>1953h</b>	<b>1001h</b>	<b>266h</b>	<b>119</b>	<b>3451h</b>
<b>Crédits</b>	108	55	10	7	<b>180</b>
<b>% en crédits pour chaque UE</b>	60%	30.55%	5.55%	3.9%	100%

III - Programme détaillé par matière des semestres  
(1 fiche détaillée par matière)

(Tous les champs sont à renseigner obligatoirement)

**Semestre : 01**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Analyse1**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 4**

**Objectif du cours**

L'objectif de cette matière est de familiariser les étudiants avec le vocabulaire ensembliste, d'étudier les différentes méthodes de convergence des suites réelles et les différents aspects de l'analyse des fonctions d'une variable réelle.

**Connaissances préalables recommandées :** Mathématiques de niveau 3<sup>e</sup> année secondaire scientifique et technique.

**Chapitre I : Le Corps des Réels**

$\mathbb{R}$  est un corps commutatif,  $\mathbb{R}$  est un corps totalement ordonné, Raisonement par récurrence,  $\mathbb{R}$  est un corps valué, Intervalles, Bornes supérieure et inférieure d'un sous ensemble de  $\mathbb{R}$ ,  $\mathbb{R}$  est un corps archimédien, Caractérisation des bornes supérieure et inférieure, La fonction partie entière.

Ensembles bornés, Prolongement de  $\mathbb{R}$  : Droite numérique achevée  $\mathbb{R}$ , Propriétés topologiques de  $\mathbb{R}$ , Parties ouvertes fermées.

**Chapitre II : Le Corps des Nombres Complexes**

Opérations algébriques sur les nombres complexes, Module d'un nombre complexe  $z$ , Représentation géométrique d'un nombre complexe, forme trigonométrique d'un nombre complexe, formules d'Euler, forme exponentielle d'un nombre complexe, Racines  $n$ -ième d'un nombre complexe.

**Chapitre III : Suites de Nombres réels**

Suites bornées, suites convergentes, propriétés des suites convergentes, opérations arithmétiques sur les suites convergentes, extensions aux limites infinies, Infiniment petit et Infiniment grand, Suites monotones, suites extraites, suite de Cauchy, généralisation de la notion de la limite, Limite supérieure, Limite inférieure, Suites récurrentes.

**Chapitre IV : Fonctions réelles d'une variable réelle**

Graphe d'une fonction réelle d'une variable réelle, Fonctions paires-impaires, Fonctions périodiques, Fonctions bornées, Fonctions monotones, Maximum local, Minimum local, Limite d'une fonction, Théorèmes sur les limites, Opérations sur les limites, Fonctions continues, Discontinuités de première et de seconde espèce, Continuité uniforme, Théorèmes sur les fonctions continues sur un intervalle fermé, Fonction réciproque continue, Ordre d'une variable-équivalence (Notation de Landau).

**Chapitre V: Fonctions dérivables**

Dérivée à droite, dérivée à gauche, Interprétation géométrique de la dérivée, Opérations sur les fonctions dérivables, Différentielle-Fonctions différentiables, Théorème de Fermat, Théorème de Rolle, Théorème des accroissements finis, Dérivées d'ordre supérieur, Formule de Taylor, Extrémum local d'une fonction, Bornes d'une fonction sur un intervalle, Convexité d'une courbe. Point d'inflexion, Asymptote d'une courbe, Construction du graphe d'une fonction.

**Chapitre VI : Fonctions Élémentaires**

Logarithme népérien, Exponentielle népérienne, Logarithme de base quelconque, Fonction puissance, Fonctions hyperboliques, Fonctions hyperboliques réciproques.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- J.-M. Monier, Analyse PCSI-PTSI, Dunod, Paris 2003.
- Y. Bougrov et S. Nikolski, Cours de Mathématiques Supérieures, Editions Mir, Moscou, 1983.
- N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, Tome 1, Editions Mir, Moscou, 1980.
- K. Allab, Eléments d'Analyse, OPU, Alger, 1984.
- B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boschet, Cours d'analyse, Librairie Armand Colin, Paris, 1976.
- J. Lelong-Ferrand et J. M. Arnaudès, Cours de mathématiques, tome 2, Edition Dunod, 1978.

**Semestre : 01**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Algèbre1**

**Crédits : 5**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Le but de cette matière est d'introduire les notions de base de l'algèbre et de la théorie des ensembles.

**Connaissances préalables recommandées :** Notions d'algèbre classique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Notions de logique**

- Table de vérité, quantificateurs, types de raisonnements.

**Chapitre 2 : Ensembles et applications.**

- Définitions et exemples.
- Applications : injection, surjection, bijection, image directe, image réciproque, restriction et prolongement.

**Chapitre 3 : Relations binaires sur un ensemble.**

- Définitions de base : relation réflexive, symétrique, antisymétrique, transitive.
- Relation d'ordre- Définition. Ordre total et partiel.
- Relation d'équivalence : classe d'équivalence.

**Chapitre 4 : Structures algébriques.**

- Loi de composition interne. Partie stable. Propriétés d'une loi de composition interne.
- Groupes : Définitions. Sous-groupes : Exemples-Homomorphisme de groupes- isomorphisme de groupes. Exemples de groupes finis  $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$  ( $n= 1, 2, 3, \dots$ ) et le groupe de permutations  $S_3$ .
- Anneaux : Définition- Sous anneaux. Règles de calculs dans un anneau. Eléments inversibles, diviseurs de zéro-Homomorphisme d'anneaux-Ideaux.
- Corps : Définitions-Traitement du cas d'un corps fini à travers l'exemple  $\mathbb{Z}/p\mathbb{Z}$  où  $p$  est premier,  $\mathbb{R}$  et  $\mathbb{C}$

**Chapitre 5 : Anneaux de polynômes.**

- Polynôme. Degré.
- Construction de l'anneau des polynômes.
- Arithmétique des polynômes : Divisibilité, Division euclidienne, Pgcd et ppcm de deux polynômes-Polynômes premiers entre eux, Décomposition en produit de facteurs irréductibles.
- Racines d'un polynôme : Racines et degré, Multiplicité des racines.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- M. Mignotte et J. Nervi, Algèbre : licences sciences 1ère année, Ellipses, Paris, 2004.
- J. Franchini et J. C. Jacquens, Algèbre : cours, exercices corrigés, travaux dirigés, Ellipses, Paris, 1996.
- C. Degrave et D. Degrave, Algèbre 1ère année : cours, méthodes, exercices résolus, Bréal, 2003.
- S. Balac et F. Sturm, Algèbre et analyse : cours de mathématiques de première année avec exercices corrigés, Presses Polytechniques et Universitaires romandes, 2003.

**Semestre : 01**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Algorithmique et structure de données 1**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 4**

**Objectifs de l'enseignement :** Présenter les notions d'algorithme et de structure de données.

**Connaissances préalables recommandées :** Notions d'informatique et de mathématiques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction**

1. Bref historique sur l'informatique
2. Introduction à l'algorithmique

**Chapitre 2 : Algorithme séquentiel simple**

1. Notion de langage et langage algorithmique
2. Parties d'un algorithme
3. Les données : variables et constantes
4. Types de données
5. Opérations de base
6. Instructions de base
  - Affectations
  - Instructions d'entrée sorties
7. Construction d'un algorithme simple
8. Représentation d'un algorithme par un organigramme
9. Traduction en langage C

**Chapitre 3 : Les structures conditionnelles (en langage algorithmique et en C)**

1. Introduction
2. Structure conditionnelle simple
3. Structure conditionnelle composée
4. Structure conditionnelle de choix multiple
5. Le branchement

**Chapitre 4 : Les boucles (en langage algorithmique et en C)**

1. Introduction
2. La boucle Tant que
3. La boucle Répéter
4. La boucle Pour
5. Les boucles imbriquées

**Chapitre 5 : Les sous-programmes : Fonctions et Procédures**

1. Introduction
2. Définitions
3. Les variables locales et les variables globales
4. Le passage des paramètres
5. La récursivité

**Chapitre 6 : Les tableaux et les chaînes de caractères**

1. Introduction
2. Le type tableau
3. Les tableaux multidimensionnels
4. Les chaînes de caractères

**NB : TP en C,**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

### Références

- Thomas H. Cormen, Algorithmes Notions de base *Collection : Sciences Sup, Dunod, 2013.*
- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest Algorithmique - 3ème édition - Cours avec 957 exercices et 158 problèmes Broché, Dunod, 2010.
- Rémy Malgouyres, Rita Zrour et Fabien Feschet. *Initiation à l'algorithmique et à la programmation en C : cours avec 129 exercices corrigés.* 2<sup>ième</sup> Edition. Dunod, Paris, 2011. ISBN : 978-2-10-055703-5.
- Damien Berthet et Vincent Labatut. *Algorithmique & programmation en langage C - vol.1 : Supports de cours.* Licence. Algorithmique et Programmation, Istanbul, Turquie. 2014, pp.232.
- Damien Berthet et Vincent Labatut. *Algorithmique & programmation en langage C - vol.2 : Sujets de travaux pratiques.* Licence. Algorithmique et Programmation, Istanbul, Turquie. 2014, pp.258. <cel-01176120>
- Damien Berthet et Vincent Labatut. *Algorithmique & programmation en langage C - vol.3 : Corrigés de travaux pratiques.* Licence. Algorithmique et Programmation, Istanbul, Turquie. 2014, pp.217. <cel-01176121>
- Claude Delannoy. *Apprendre à programmer en Turbo C.* Chihab- EYROLLES, 1994.

**Semestre : 01**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Structure machine**

**Crédits : 5**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Un premier but de cette matière est de présenter et d'approfondir les notions concernant les différents systèmes de numération ainsi que la représentation de l'information qu'elle soit de type numérique ou caractère. Les bases de l'algèbre de Boole sont, eux aussi, abordés de façon approfondie.

Un deuxième but de cette matière est de permettre aux étudiants de connaître les méthodes de synthèse des circuits logiques combinatoires et séquentiels et d'acquérir les connaissances de base sur l'architecture des ordinateurs et le principe de fonctionnement de chacun de ses composants.

Ces connaissances vont servir de plateforme pour d'autres aspects en relation avec l'ordinateur (programmation, systèmes d'exploitation, réseaux, ...).

**Connaissances préalables recommandées :** Mathématiques élémentaires

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction générale.**

**Chapitre 2 : Les systèmes de numération**

- Définition
- Présentation des systèmes décimal, binaire, octal et hexadécimal.
- Conversion entre ces différents systèmes.
- Opérations de base dans le système binaire :
  - Addition
  - Soustraction
  - Multiplication
  - Division

**Chapitre 3 : La représentation de l'information**

- Le codage binaire :
  - Le codage binaire pur.
  - Le code binaire réfléchi (ou code DE GRAY)
  - Le code DCB (Décimal codé binaire)
  - Le code excède de trois.
- Représentation des caractères :
  - Code EBCDIC
  - Code ASCII
  - Code UTF.
- Représentation des nombres :
  - 1- Nombres entiers :
    - Représentation non signée.
    - Représentation avec signe et valeur absolue.
    - Complément à 1 (ou Complément restreint)
    - Complément à 2 (ou Complément Vrai)
  - 2- Les nombres fractionnaires :
    - Virgule fixe.
    - Virgule flottante (norme IEEE 754)

**Chapitre 4 : L'algèbre de Boole binaire**

- Définition et axiomes de l'algèbre de Boole.
- Théorèmes et propriétés de l'algèbre de Boole.

- Les opérateurs de base :
  - ET, OU, négation logique.
  - Représentation schématique.
- Autres opérateurs logiques :
  - Circuits NAND et NOR
  - Ou exclusif.
  - Implication.
  - Représentation schématique.
- Table de vérité.
- Expressions et fonctions logiques.
- Ecriture algébrique d'une fonction sous première et deuxième forme normale
- Expression d'une fonction logique avec des circuits NANDs ou NOR exclusivement.
- Schéma logique d'une fonction.
- Simplification d'une fonction logique :
  - Méthode algébrique.
  - Tableaux de Karnaugh.
  - Méthode de quine-mc cluskey.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

#### **Références**

- John R. Gregg, Ones and Zeros: Understanding Boolean Algebra, Digital Circuits, and the Logic of Sets 1st Edition , Wiley & sons Inc. publishing, 1998, ISBN: 978-0-7803-3426-7.
- Bradford Henry Arnold , Logic and Boolean Algebra, Dover publication, Inc., Mineola, New York, 2011, ISBN-13: 978-0-486-48385-6
- Alain Cazes, Joëlle Delacroix, Architecture Des Machines Et Des Systèmes Informatiques : Cours et exercices corrigés, 3° édition, Dunod 2008.

**Semestre : 01**

**Unité d'enseignement : Méthodologique**

**Matière : Logiciels libres (Open Source)**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Familiarisation avec l'outil informatique et l'Internet.

**Connaissances préalables recommandées :** Connaissances générales en informatique.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Technologies de l'information**

1.1. Définitions

1.2. Outils

1.2.1. Matériels (Hardware)

1. Ordinateurs : PC de bureau, ordinateurs portables, serveurs, stations de travail.
2. Réseaux de communication : routeurs, commutateurs (switch), modems, fibres optiques, Wi-Fi.
3. Périphériques : imprimantes, scanners, claviers, souris, caméras, capteurs.
4. Dispositifs mobiles : smartphones, tablettes, assistants numériques personnels (PDA).
5. Puces intelligentes : RFID, NFC, processeurs embarqués, capteurs IoT (Internet of Things).

1.2.2. Logiciels (Software)

1. Systèmes d'exploitation : Windows, Linux, macOS, Android, iOS.
2. Applications métiers : ERP (Enterprise Resource Planning), CRM (Customer Relationship Management), logiciels de gestion des ressources humaines, de comptabilité, etc.
3. Logiciels de bureautique : traitement de texte (Word), tableurs (Excel), présentations (PowerPoint), outils de collaboration (Google Workspace, Microsoft 365).

1.3. Applications

1. Espaces de communications : Internet, Intranet, Extranet
2. Multimédia : Audioconférence, visioconférence
3. Echange de données informatisées (EDI)
4. Workflows

**Chapitre 2 : Outils Open source**

1. Introduction (historique, avantages / inconvénients et licence)
2. Environnement de développement (Introduction à Linux, Introduction aux éditeurs de code)
3. Bureautique (Suite bureautique LibreOffice)
4. Collaboration (Stockage et partage)
5. Contribuer à un projet open source

**Mode d'évaluation : Examen (100%)**

**Références**

- Collectif Eni , Microsoft Office 2016 Word, Excel, PowerPoint, Outlook 2016 - Fonctions de base, [Eni Collection : Référence bureautique](#), 2016
- [Dan Gookin](#), [Greg Harvey](#), Word et Excel 2016 pour les nuls, [First](#), Collection : [Pour les nuls - Poche \(informatique\)](#), 2016
- [Myriam GRIS](#), Initiation à Internet, Eni editions, 2009

**Semestre : 01**  
**Unité d'enseignement : Transversale**  
**Matière : Langue étrangère**  
**Crédits : 2**  
**Coefficient : 1**

**Teaching Objectives:**

This course aims to familiarize students with academic and technical English, focusing on essential vocabulary in mathematics and computer science. It seeks to improve reading, writing, listening, and speaking skills to help students understand scientific documents, communicate effectively, and write simple technical texts in English.

**Recommended Prerequisite Knowledge:** Basic computer literacy

**Content of the Course:**

1. **Reading Comprehension and Technical Vocabulary**
  - Reading and analyzing basic scientific texts in mathematics and computer science
  - Learning essential technical vocabulary
  - Translation and paraphrasing exercises
2. **Writing Skills**
  - Writing sentences and short paragraphs on mathematical and computer science concepts
  - Introduction to writing emails and technical summaries
3. **Listening Comprehension and Pronunciation**
  - Listening to and analyzing short scientific videos and lectures
  - Recognizing and understanding technical terms in spoken English
4. **Speaking Skills and Communication**
  - Giving simple presentations on mathematical and computer science topics
  - Role-playing and discussions to improve fluency and confidence

**Teaching Methodology:**

- Interactive approach using authentic documents
- Practical exercises and real-life scenarios
- Assessments through quizzes, written assignments, and oral presentations

**Expected Learning Outcomes:**

- Read and understand basic scientific texts in English
- Acquire and use essential technical vocabulary
- Write clear and concise sentences and short texts
- Improve pronunciation and listening comprehension
- Develop communication skills for academic and professional settings

**Evaluation:** Final Exam (100%).

**Références**

- Murphy. English Grammar in Use. Cambridge University Press. 3<sup>rd</sup> edition, 2004
- M. Mc Carthy et F. O'Dell, English vocabulary in use, Cambridge University Press, 1994
- L. Rozakis, English grammar for the utterly confused, Mc Graw-Hill, 1<sup>st</sup> edition, 2003
- Oxford Progressive English books.

**Semestre : 01**

**Unité d'enseignement : Découverte**

**Matière : Physique 1 (mécanique du point)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

A la fin de ce cours, l'étudiant devrait acquérir les connaissances élémentaires en mécanique du point (Cinématique du point, dynamique du point, travail et énergie dans le cas d'un point matériel, forces non conservatives ...), de façon à pouvoir analyser et interpréter les phénomènes qui y sont reliés

**Connaissances préalables recommandées :** Notions élémentaires de Physique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Cinématique du point**

- . Mouvement rectiligne-Mouvement dans l'espace
- a. Étude de mouvements particuliers
- b. Étude de mouvements dans différents systèmes (polaires, cylindriques et sphériques)
- c. Mouvements relatifs.

**Chapitre 2 : Dynamique du point.**

- . Le principe d'inertie et les référentiels galiléens
- a. Le principe de conservation de la quantité de mouvement
- b. Définition Newtonienne de la force (3 lois de Newton) - Quelques lois de forces

**Chapitre 3 : Travail et énergie dans le cas d'un point matériel.**

- a. Énergie cinétique-Énergie potentielle de gravitation et élastique.
- b. Champ de forces -Forces non conservatives.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- A. Thionne, Mécanique du point. 2008. Editions Ellipses
- [A. Gibaud, M. Henry. Mécanique du point. Cours de physique. 2007. Editions Dunod
- S. khène, Mécanique du point matériel. 2015. Editions Sciences Physique.

**Semestre : 01**  
**Unité d'enseignement : Découverte**  
**Matière : Electronique, composants des systèmes**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Présenter les unités principales d'un ordinateur et expliquer leur fonctionnement ainsi que les principes de leur utilisation.

**Connaissances préalables recommandées :** Connaissances générales en informatique.

**Contenu de la matière**

**Chapitre 1.** Préambule – Définitions et Généralités

**Chapitre 2.** Éléments d'un ordinateur

**Chapitre 3.** Composants électroniques d'un ordinateur

3.1. Les principaux composants d'un ordinateur et leur rôle

3.1.1. La carte-mère

3.1.2. Le processeur

3.1.3. La mémoire

3.1.4. La carte graphique

3.1.5. Le disque dur

3.2. Les principaux éléments connectés à la carte mère de l'ordinateur

**Chapitre 4.** Les différents types de périphériques

4.1. Le périphérique d'entrée

4.2. Les périphériques de sortie

4.3. Les périphériques d'entrée-sortie

**Chapitre 5.** Connexions à l'ordinateur

**Chapitre 6.** Les systèmes d'exploitation

6.1 Définition

6.2 Missions

6.3 types de systèmes

6.4 Les éléments d'un système

6.4.1 Noyau : fonctionnalités, -types, -typologie des systèmes

6.4.2 Bibliothèques système

6.4.3 Services des systèmes

**Chapitre 7.** Introduction aux Réseaux

7.1 Les Réseaux :

7.1.1 Domaines d'utilisation des réseaux

7.1.2 L'internet

7.1.3. Objectifs recherchés (des réseaux)

7.2. Catégories de réseaux

7.3. La structuration physique & logique

7.3.1 Le matériel

7.3.2 Le logiciel

7.4. Les types de réseaux

7.4.1. Le "Peer to Peer"

7.4.2. Le "Client / Serveur"

7.5. Hardware

7.5.1. Les médias de transport

7.5.2. Les Topologies

- Topologie en bus

- Topologie en étoile

- Topologie en anneau

- 7.6. Software & protocoles
  - 7.6.1. ETHERNET
  - 7.6.2. Token Ring
  - 7.6.3. les protocoles populaires

**Chapitre 8.** Les réseaux sans fil

- 8.1 Définitions
- 8.2 Applications
- 8.3 Classification

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- T. Floyd. Electronique. Composants et systèmes d'application. 2000 Editions Dunod
- Jacques Lonchamp, Introduction aux systèmes informatiques Architectures, composants, prise en main, 2017 collection infosup, Dunod.

**Semestre : 02**  
**Unité d'enseignement : Fondamentale**  
**Matière : Analyse 2**  
**Crédits : 6**  
**Coefficient : 4**

**Objectif du cours :**

Cette matière a pour objectif de présenter aux étudiants les différents aspects du calcul intégral : intégrale de Riemann, différentes techniques de calcul des primitives, l'initiation à la résolution des équations différentielles.

**Connaissances préalables recommandées :** Analyse 1.

**Chapitre 1 : Développements limités et applications**

Développements limités polynomiaux (D.L), et opérations sur les D.L.

Généralisation des développements limités.

Application au calcul de limites et à l'étude des branches infinies.

**Chapitre 2 : Intégrales indéfinies**

Intégrale indéfinie, Quelques propriétés de l'intégrale indéfinie, Méthodes d'intégration, Intégration par changement de variable, Intégration par parties, Intégration d'expressions rationnelles, Intégration de fonctions irrationnelles.

**Chapitre 3 : Intégrales définies**

Intégrale définie, Propriétés des intégrales définies, Intégrale fonction de sa borne supérieure, Formule de Newton-Leibniz, Inégalité Cauchy-Schwarz, Sommes de Darboux-Conditions de l'existence de l'intégrale, Propriétés des sommes de Darboux, Intégrabilité des fonctions continues et monotones.

**Chapitre 4 : Équations différentielles du premier ordre**

Généralités, Classification des équations différentielles du premier ordre, Équation à variables séparables, Équations homogènes, Équations linéaires, Méthode de Bernoulli, Méthode de la variation de la constante de Lagrange, Équation de Bernoulli, Équation différentielle totale, Équation de Riccati.

**Chapitre 5 : Équations différentielles du second ordre à coefficients constants**

Équations différentielles du second ordre homogènes à coefficients constants, Équations différentielles du second ordre non homogènes à coefficients constants, Méthodes de résolutions des équations différentielles du second ordre à coefficients constants.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- Jiri Lebel, Basic Analysis II; Introduction to Real Analysis, Volume II (2023) (6<sup>th</sup> Edition)
- G. B. Thomas, M. D. Weir, and Joel Hass, Calculus and Analytic Geometry, Pearson 2014 (13<sup>ème</sup> édition)
- J.-M. Monier, Analyse PCSI-PTSI, Dunod, Paris 2003.
- Y. Bougrov et S. Nikolski, Cours de Mathématiques Supérieures, Editions Mir, Moscou, 1983.
- N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, Tome 1, Editions Mir, Moscou, 1980.
- K. Allab, Eléments d'Analyse, OPU, Alger, 1984.
- B. Calvo, J. Doyen, A. Calvo, F. Boschet, Cours d'analyse, Librairie Armand Colin, Paris, 1976.
- J. Lelong-Ferrand et J. M. Arnaudière, Cours de mathématiques, tome 2, Edition Dunod, 1978.

**Semestre : 02**  
**Unité d'enseignement : Fondamentale**  
**Matière : Algèbre 2**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Mise en place des principes de base des espaces vectoriels

**Connaissances préalables recommandées :** Notions d'algèbre.

**Chapitre 1 : Espace vectoriel.**

- Définition.
- Sous espace vectoriel.
- Exemples.
- Familles libres. Génératrices. Bases. Dimension.
- Espace vectoriel de dimension finie (propriétés).
- Sous espace vectoriel supplémentaire.

**Chapitre 2 : Applications linéaires.**

- Définition.
- Image et noyau d'une application linéaire.
- Rang d'une application, théorème du rang.
- Composée d'applications linéaires. Inverse d'une application linéaire bijective, automorphisme.

**Chapitre 3 : Les matrices.**

- Matrice associée à une application linéaire.
- Opérations sur les matrices : somme, produit de deux matrices, matrice transposée.
- Espace vectoriel des matrices à n lignes et m colonnes.
- Anneau de matrices carrées. Déterminant d'une matrice carrée et propriétés. Matrices inversibles.
- Rang d'une matrice (application associée). Invariance du rang par transposition.

**Chapitre 4 : Résolution de systèmes d'équations.**

- Système d'équations – écriture matricielle - rang d'un système d'équations.
- Méthode de Cramer.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- Lieven Vandenberghe et Stephen P. Boyd. Introduction to applied linear algebra: vectors, matrices and least squares. 2018
- Sheldon Axler. Linear Algebra Done Right" (3rd Edition). Springer. 2015.
- S. Lang : Algèbre : cours et exercices, 3ème édition, Dunod, 2004.
- E. Azoulay et J. Avignant, Mathématiques. Tome1, Analyse. Mc Graw-Hill, 1983.
- M.Mignotte et J. Nervi, Algèbre : licences sciences 1ère année, Ellipses, Paris, 2004.
- J. Franchini et J. C. Jacquens, Algèbre : cours, exercices corrigés, travaux dirigés, Ellipses, Paris, 199

**Semestre : 02**

**Unité d'enseignement Fondamentale :**

**Matière : Algorithmique et structure de données 2**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :** permettre à l'étudiant d'acquérir les notions fondamentales de la programmation

**Connaissances préalables recommandées :** Notions d'algorithmique et de structure de données.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 :** Les types personnalisés

1. Introduction
2. Enumérations
3. Enregistrements (Structures)
4. Autres possibilités de définition de type

**Chapitre 2 :** Les fichiers

1. Introduction
2. Définition
3. Types de fichier
4. Manipulation des fichiers

**Chapitre 3 :** Les listes chaînées

1. Introduction
2. Les pointeurs
3. Les listes chaînées
5. Opérations sur les listes chaînées
6. Les listes doublement chaînées

**NB : TPs en C**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- Thomas H. Cormen, Algorithmes Notions de base *Collection : Sciences Sup, Dunod, 2013.*
- Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest Algorithmique - 3ème édition - Cours avec 957 exercices et 158 problèmes Broché, Dunod, 2010.
- Rémy Malgouyres, Rita Zrour et Fabien Feschet. *Initiation à l'algorithmique et à la programmation en C : cours avec 129 exercices corrigés.* 2<sup>ème</sup> Edition. Dunod, Paris, 2011. ISBN : 978-2-10-055703-5.
- Damien Berthet et Vincent Labatut. *Algorithmique & programmation en langage C - vol.1 : Supports de cours.* Licence. Algorithmique et Programmation, Istanbul, Turquie. 2014, pp.232.
- Damien Berthet et Vincent Labatut. *Algorithmique & programmation en langage C - vol.2 : Sujets de travaux pratiques.* Licence. Algorithmique et Programmation, Istanbul, Turquie. 2014, pp.258. <cel-01176120>
- Damien Berthet et Vincent Labatut. *Algorithmique & programmation en langage C - vol.3 : Corrigés de travaux pratiques.* Licence. Algorithmique et Programmation, Istanbul, Turquie. 2014, pp.217. <cel-01176121>
- Claude Delannoy. *Apprendre à programmer en Turbo C.* Chihab- EYROLLES, 1994.
  
- John R. Gregg, Ones and Zeros: Understanding Boolean Algebra, Digital Circuits, and the Logic of Sets 1st Edition , Wiley & sons Inc. publishing, 1998, ISBN: 978-0-7803-3426-7.

- Bradford Henry Arnold , Logic and Boolean Algebra, Dover publication, Inc., Mineola, New York, 2011, ISBN-13: 978-0-486-48385-6
- Alain Cazes, Joëlle Delacroix, architecture des machines et des systèmes informatiques : Cours et exercices corrigés, 3<sup>e</sup> édition, Dunod 2008.

**Semestre : 02**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Introduction aux probabilités et statistique descriptive**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Introduire les notions fondamentales en probabilités et en séries statistiques à une et à deux variables.

**Connaissances préalables recommandées :** Mathématiques de base

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Notions de base et vocabulaire statistique**

- Concepts de base de la statistique (Population et individu, Variable (ou caractère))
- Les tableaux statistiques : Cas de variables qualitatives (Représentation circulaire par des secteurs, Représentation en tuyaux d'orgue, Diagramme en bandes), cas de variables quantitatives (Le diagramme en bâtons, Histogramme, Polygone).

**Chapitre 2 : Représentation numérique des données**

- Les caractéristiques de tendance centrale ou de position (La Médiane, Les quartiles, Intervalle interquartile, Le mode, La moyenne arithmétique, La moyenne arithmétique pondérée, La moyenne géométrique, La moyenne harmonique, La moyenne quadratique).
- Les caractéristiques de dispersion (L'étendu, L'écart type, L'écart absolue moyen, Le coefficient de variation).

**Chapitre 3 : Calcul des probabilités**

- Analyse combinatoire : (Principe fondamental de l'analyse combinatoire, Arrangements, Permutations, Combinaisons).
- Espace probabilisable : (Expérience aléatoire, Evénements élémentaires et composés, Réalisation d'un événement, Evénement incompatible, Système complet d'événement, Algèbre des événements, Espace probabilisable, Concept de probabilité).
- Espace probabilisé : (Définitions, conséquence de la définition, probabilité conditionnelle, événements indépendants, expériences indépendantes)
- Construction d'une probabilité
- Probabilités conditionnelles, indépendance et probabilités composées (Probabilités conditionnelles, Indépendance, Indépendance mutuelle, Probabilités composés, Formule de Bayes).

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- G. Calot, Cours de statistique descriptive, Dunod, Paris, 1973.
- P. Bailly, Exercices corrigés de statistique descriptive, OPU Alger, 1993.
- H. Hamdani, Statistique descriptive avec initiation aux méthodes d'analyse de l'information économique: exercices et corrigés, OPU Alger, 2006.
- K. Redjal, Probabilités, OPU Alger, 2004

**Semestre: 2**

**Unité d'enseignement : Méthodologie**

**Matière : Introduction à l'intelligence artificielle**

**Crédits : 4**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce module a pour vocation de démystifier l'IA, stimuler la curiosité et initier à son utilisation concrète et propre dans un cadre académique. Il vise à offrir une découverte accessible, concrète et stimulante de l'IA, en combinant des apports théoriques et des activités pratiques orientées vers les usages académiques.

À la fin du cours, l'étudiant sera capable de :

- Comprendre les principes fondamentaux de l'intelligence artificielle.
- Identifier les domaines d'application de l'IA dans la vie courante et dans les études universitaires.
- Discuter les enjeux éthiques, sociaux et économiques de l'IA.
- Utiliser quelques outils pratiques d'IA pour améliorer les activités scientifiques.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Définitions de l'IA ?**

- Définition simple et historique
- Différences entre IA faible, forte, symbolique et connexionniste
- Exemples concrets d'IA dans le quotidien
- Domaines de l'IA
  1. Apprentissage automatique, traitement du langage naturel, vision par ordinateur, robots
  2. Applications : médecine, transport, éducation, industrie

**Chapitre 2 : Avantages et risques de l'IA**

- Avantages de l'IA
- Risques de l'IA

**Chapitre 3 : IA pour la recherche documentaire**

- Présentation d'outils comme Elicit, Scopus AI, Web of Science Research Assistant.
- Rédaction de requêtes intelligentes
- Résumé automatique d'articles scientifiques
- Évaluation critique de sources proposées par IA

**Chapitre 4 : IA pour la gestion du temps et des tâches**

- Organisation personnelle (Notion AI, Google Calendar avec IA)
- Génération de to-do lists, création de plans de cours ou de révision

**Chapitre 5 : IA pour la rédaction scientifique**

- Aide à la structuration de devoirs, projets
- Reformulation, amélioration de style
- Attention au plagiat et à l'originalité
- Traduction et rédaction multilingue

**Chapitre 6 : IA et créativité académique**

- Génération d'idées de projets
- Brainstorming assisté par IA
- Création de présentations ou posters scientifiques

**Mode d'évaluation : Examen (100%)**

**Bibliographie :**

**Cours en ligne :**

1. *Elements of AI* (Université d'Helsinki) – Introduction accessible à l'IA .
2. *Objectif IA* (OpenClassrooms) – Cours pour tous sur les enjeux de l'IA .

**Guides pratiques :**

3. *Bibliothèque de l'Université Laval – Utilisation des outils d'IA en recherche documentaire .*
4. *Polytechnique Montréal – Outils d'IA générative en milieu universitaire*

**Semestre : 02**

**Unité d'enseignement : Méthodologique**

**Matière : Fondements de Programmation et calcul scientifique avec Python**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement :** - Maîtriser de la programmation en Python.

- Découvrir les bibliothèques Scientifique de base (NumPy, Matplotlib) pour des applications mathématiques simples.

- Appliquer Python à des problèmes introductifs en algèbre linéaire, calcul différentiel, et probabilités/statistiques.

**Connaissances préalables recommandées** - Connaissances de base en mathématiques (niveau lycée).

- Aucune expérience préalable en programmation n'est requise.

**Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Introduction à Python**

1.1 Installation de Python : Installation de Python et gestion des environnements (Anaconda, pip).

1.2 Configuration de l'environnement : Configuration des outils (éditeurs de code : VS code, Pycharm, gestion des packages).

1.3 Prise en main de Jupyter Notebooks : Interface, intégration de texte et code, exécution de scripts simples

### **Chapitre 2 : Syntaxe de Base**

2.1 Variables et types de données : Types de données : entiers, flottants, chaînes booléens.

2.2 Opérations de base : Opérations arithmétiques, logiques et de comparaison.

2.3 Structures de contrôle : Conditions (if, elif, else), boucles (for, while)

### **Chapitre 3 : Fonctions et Modules**

3.1 Définition de fonctions : Syntaxe, paramètres, valeurs de retour

3.2 Utilisation de fonctions : Appels de fonctions, gestion des arguments (par défaut, nommés).

3.3 Importation de modules et création de modules : Importation de modules standards, création de modules personnalisés

### **Chapitre 4 : Structures de Données**

4.1 Listes et tuples : Création, indexation, opérations (slicing, concaténation).

4.2 Dictionnaires et ensembles : Création, manipulation, cas d'usage.

4.3 Opérations sur les structures de données : Tri, filtrage, compréhension de listes.

### **Chapitre 5 : Introduction aux Bibliothèques de Python**

5.1 Présentation de NumPy : Création et manipulation de tableaux (ndarray), opérations vectorielles de base.

5.2 Présentation de Matplotlib : Création de graphiques simples (courbes, points, histogrammes) - Personnalisation de base (titres, légendes, axes).

### **Chapitre 6 : Applications en Algèbre Linéaire, Calcul différentiel et Probabilités**

6.1 Algèbre linéaire de base : Vecteurs et matrices avec NumPy : création, addition, multiplication. - Résolution de systèmes d'équations linéaires simples.

6.2 Calcul différentiel introductif : - Calcul numérique de dérivées simples avec NumPy. - Introduction aux gradients.

6.3 Probabilités et statistiques de base : - Variables aléatoires et simulations simples avec NumPy (numpy.random). - Calcul de statistiques descriptives (moyenne, médiane, variance).

6.4 Projets pratiques : - Mini-projets intégrant programmation Python, NumPy, et Matplotlib (ex. : visualisation de données, résolution de systèmes linéaires).

**Mode d'évaluation : Contrôle continu (40%)** : exercices, mini-projets. **Examen final (60%)** : évaluation écrite ou projet intégratif.

### Références

1. Gérard Swinnen, \*Apprendre à programmer avec Python\* (disponible gratuitement).
2. Documentation officielle de Python : [www.python.org](http://www.python.org).
3. NumPy Documentation : [numpy.org](http://numpy.org).
4. Matplotlib Documentation : [matplotlib.org](http://matplotlib.org).
5. Wes McKinney, \*Python for Data Analysis\*.
6. Al Sweigart, \*Automate the Boring Stuff with Python\*.

**Semestre : 02**

**Unité d'enseignement : Transversale**

**Matière : Physique 2 (électricité générale)**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

A la fin de ce cours, l'étudiant devra acquérir les connaissances élémentaires en électricité et magnétisme (Calcul des champs et Potentiels électrique et magnétique, Calcul des courants,...), de façon à pouvoir analyser et interpréter les phénomènes qui y sont reliés.

**Connaissances préalables recommandées :** Notions élémentaires de Physique

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Electrostatique**

- Forces électrostatiques
- Champs
- Potentiel
- Dipôle électrique
- Théorème de Gauss

**Chapitre 2 : Les conducteurs**

- Influence totale et partielle
- Calcul des capacités – Resistances – Lois
- Loi d'ohm généralisée

**Chapitre 3 : Electrocinétique**

- Loi d'Ohm
- Loi de Kirchoff
- Loi de Thévenin - Norton

**Chapitre 4 : Magnétostatique**

- Force magnétostatique (Lorentz et Laplace)
- Champs magnétiques
- Loi de Biot et Sawark

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Références**

- T. Neffati. Electricité générale. 2008. Editions Dunod
- D. Bohn. Electricité générale. 2009. Editions SAEP
- Y. Granjon. Electricité générale. 2009. Editions Dunod

**Semestre : 03**  
**Unité d'enseignement : fondamentale**  
**Matière : Algèbre 3**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Acquérir les éléments fondamentaux de l'algèbre à savoir les espaces vectoriels, algèbre multilinéaire et la réduction des endomorphismes.

**Connaissances préalables recommandées :** Algèbre de base.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Rappel Construction de l'anneau des polynômes**

**Chapitre 2 : Réduction des endomorphismes d'espaces vectoriels de dimension finie.**

- Valeurs propres et vecteurs propres; polynôme caractéristique, théorème de Cayley-Hamilton
- Diagonalisation de matrices diagonalisables, trigonalisation, formes de Jordan.
- Changement de bases

**Chapitre 3 Exponentielle d'une matrice et Application aux systèmes différentiels linéaires.**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

1. M. Ashraf, V. de Filippis, & M.A. Siddeeqe. Advanced Linear Algebra with Applications, Springer, 2022.
2. E. Azoulay et J. Avignant Mathématiques, tome 4, Algèbre, Mc Graw-Hill, 1984.
3. W.H. Greub. Linear algebra, vol. 23, Springer Science & Business Media, 2012.
4. Howard Anton. Elementary Linear Algebra. Application version. Tenth Edition. John Wiley and Sons, 2010. Roger Mansuy, Rached Mneimné. Algèbre linéaire. Réduction des endomorphismes: Cours et exercices corrigés - Licence Prépas - Capes –Agrégation, DE BOECK Supérieur, 2022

**Semestre : 03**

**Unité d'enseignement : fondamentale**

**Matière : Analyse 3**

**Crédits : 7**

**Coefficient : 4**

**Objectifs de l'enseignement :**

L'objectif de cette matière est de donner aux étudiants les connaissances nécessaires concernant les convergences simples et uniformes des séries de fonctions, le développement des fonctions en séries entières et séries de Fourier, les intégrales généralisées ainsi que les fonctions définies par une intégrale. **Connaissances préalables recommandées :** Analyse 1 et 2.

Contenu de la matière :

### **Chapitre 1 : Séries Numériques**

Séries à termes réels ou complexes, Structure algébrique de l'ensemble des séries convergentes, Critère de Cauchy, Séries à termes positifs, Théorèmes de comparaison, Série de Riemann, Règle de d'Alembert, Règle de Cauchy, Règle de Cauchy-Maclaurin de l'intégrale, Série de Bertrand, Séries à termes de signes quelconques, Série de Leibniz, Séries alternées, Règle de convergence des séries alternées, Règles de convergence des séries à termes de signes quelconques, Règle de Dirichlet, Règle d'Abel, Propriétés supplémentaires des séries convergentes, Groupement de termes, Produit des séries.

### **Chapitre 2 : Suites et Séries de Fonctions**

Suites de fonctions, Convergences, Interprétation graphique de la convergence uniforme, Critère de Cauchy pour la convergence uniforme, Propriétés des suites de fonctions uniformément convergentes, Séries de fonctions, Convergence simple, Convergence uniforme, Propriétés des séries de fonctions uniformément convergentes.

### **Chapitre 3 : Séries Entières**

Séries entières réelles, Règle de Cauchy-Hadamard, Règle de d'Alembert, Propriétés des séries entières réelles, Série de Taylor, Séries entières complexes, Convergence normale, Règle de Weierstrass, Propriétés des séries entières complexes, Sommes et produits des séries entières.

### **Chapitre 4 : Séries de Fourier**

Séries trigonométriques, Coefficients de Fourier, Séries de Fourier des fonctions paires ou impaires, Règles de convergences, Quelques applications des séries de Fourier, Forme complexe de la série de Fourier, Formule de Parseval.

### **Chapitre 5: Intégrales impropres (Généralisées)**

Critères généraux de convergence, Règle de Cauchy, Convergence absolue et semi-convergence, Règle de Dirichlet, Règle d'Abel, Relations entre la convergence des intégrales et la convergence des séries, Valeur principale de Cauchy, Intégrale généralisée d'une fonction non bornée, Changement de variable dans une intégrale impropre, Intégrale généralisée et série, Formules de la moyenne, Second théorème de la moyenne, Méthodes pratiques pour le calcul de certaines intégrales généralisées.

### **Chapitre 6 : Fonctions définies par une intégrale**

Continuité, Dérivabilité, Intégrale dépendant d'un paramètre situé à la fois aux bornes et à l'intérieur de l'intégrale, Convergence uniforme, Convergence uniforme des intégrales généralisées, Critères de convergence uniforme des intégrales généralisées, Règle de Weierstrass, Règle de Dirichlet, Règle d'Abel, Propriétés d'une fonction définie par une intégrale généralisée, Passage à la limite dans l'intégrale généralisée, Intégration par rapport au paramètre, Fonction non bornée définie par une intégrale généralisée, La fonction  $\Gamma$  (Gamma) d'Euler, La fonction  $\beta$  (Béta) d'Euler.

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Références**

- J. Lelong Ferrand, Exercices résolus d'analyse, Dunod, 1977.
- J. Lelong-Ferrand et J. M. Arnaudiès, Cours de mathématiques, tome 2, Edition Dunod, 1978.
- J. Rivaud, Analyse «Séries, équations différentielles» -Exercices avec solutions, Vuibert, 1981.
- C. Servien, Analyse 3 « Séries numériques, suites et séries de fonctions, Intégrales », Ellipses, 1995.

**Semestre : 03**

**Unité d'enseignement : fondamentale**

**Matière : Introduction à la Topologie**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 4**

**Objectifs de l'enseignement :**

Il a pour objectif de donner les bases en topologie indispensables à toute formation en mathématiques.

**Connaissances préalables recommandées :** Techniques ensemblistes, Analyse élémentaire sur la droite réelle  $\mathbb{R}$  : Le corps des réels défini comme corps archimédien contenant  $\mathbb{Q}$  et vérifiant la propriété de la borne supérieure, suites réelles, intervalles, fonctions continues de  $\mathbb{R}$  dans  $\mathbb{R}$ , dérivation, algèbre linéaire et bilinéaire, espaces vectoriels, bases, applications linéaires, calcul matriciel, déterminants, produit scalaire, fonctions de plusieurs variables, dérivées partielles.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Espaces topologiques**

- Ouvert, voisinage, base et système fondamental
- Intérieur et adhérence
- Espace séparé
- Topologie induite
- Topologie produit
- Suites convergentes
- Applications continues
- Homéomorphismes
- Topologie des espaces métriques : distance, boule, ....
- Continuité uniforme
- Espaces métriques séparables

**Chapitre 2 : Espaces compacts**

- Espace topologique compact
- Espace métrique compact
- Produit d'espaces métriques compacts
- Parties compactes de la droite réelle
- Applications continues sur un compact
- Espaces localement compacts

**Chapitre 3 : Espaces complets**

- Suites de Cauchy
- Complétude
- Prolongement d'une application uniformément continue
- Points fixes des contractions

**Chapitre 4 : Espaces connexes**

- Connexité
- Espaces localement connexes

**Chapitre 5 : Espaces vectoriels normés**

- Normes
- Distance associée à une norme
- Normes équivalentes

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- N. Bourbaki, Topologie générale, Chapitres 1 à 4. Hermann, Paris, 1971.
- G. Choquet, Cours d'analyse, tome II, Topologie. Masson, Paris, 1964.
- G. Christol, Topologie, Ellipses, Paris, 1997.
- J. Dieudonné, Éléments d'analyse, tome I : fondements de l'analyse moderne, Gauthier-Villars, Paris, 1968.
- J. Dixmier, Topologie générale, Presses universitaires de France, 1981.

**Semestre : 03**  
**Unité d'enseignement : Méthodologique**  
**Matière : Analyse numérique 1**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Introduction au calcul numérique, présentation de quelques méthodes pour l'approximation de fonctions.

**Connaissances préalables recommandées :** Analyse mathématique (Analyse 1,2 et 3).

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Notions d'erreurs**

Notation décimale des nombres approchés - Chiffre exact d'un nombre décimal approché - Erreur de troncature et d'arrondi - Erreur relative.

**Chapitre 2 : Résolution d'une équation algébrique**

Méthode de dichotomie (bissection) - Méthode du point fixe - Méthode de Newton-Raphson- Estimation d'erreurs.

**Chapitre 3 : Interpolation et Approximation**

Méthode de Lagrange - Méthode Newton - Erreurs d'Interpolation - Approximation au sens des moindres carrés.

**Chapitre 4 : Dérivation numérique.**

**Chapitre 5 : Intégration numérique**

Formule de Newton-Cotes - Méthode du Trapèze - Méthode de Simpson - Erreurs de quadrature.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- M. Atteia, M. Pradel : Eléments d'analyse numérique, Ceradues-Editions.
- J. Baranger : Introduction à l'analyse numérique, Ed. Hermann 1977.
- M. Boumahrat, A. Bourdin : Méthodes numériques appliquées. Ed. OPU 1983.
- B. Démodovitch, I. Maron : Eléments de calcul numérique, Ed. Mir Mosco.
- Ph. G. Ciarlet : Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Dunod, Paris 1998.
- Curtis F. Gerald, P. O. Wheatdey : Applied Numerical Analysis, Addison-Wesley Pub. Compagny.
- P. Lascaux, R. Theodor : Analyse numérique matricielle appliquée à l'art d'ingénieur, Tomes I et II, Masson, Paris.
- G. Meurant : Résolution numérique des grands systèmes, Ed. Stanford University.
- P. Lascaux, R. Theodor : Analyse numérique matricielle appliquée à l'art d'ingénieur Tomes I et II, Masson, Paris.

**Semestre : 03**

**Unité d'enseignement : Méthodologique**

**Matière : Logique mathématique**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement:**

Acquérir les fondements du raisonnement mathématique, Acquérir les fondements de la théorie des ensembles et acquérir les éléments de la rédaction des preuves mathématiques.

**Connaissances préalables :** Algèbre1

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction**

Eléments du langage mathématique : Axiome, lemme, théorème, conjecture.

Rédaction de preuves mathématiques : Principes de bases de rédaction d'une preuve mathématique.

Expression "Sans perte de généralité". Preuve constructive et preuve existentielles.

**Chapitre 2 : Théorie des ensembles**

Théorie naïve des ensembles. Définition ensembliste du produit cartésien. Ensembles des parties.

Définition ensembliste des relations. Définition ensembliste des applications.

Paradoxe de Russel. Autres versions du paradoxe de Russel (Paradoxe du menteur, paradoxe du bibliothécaire, paradoxe du menteur crétois). Optionnel : Théorie de Zermelo-Fraenkel.

Relation d'équipotence. Cardinalité des ensembles. Théorème de Cantor-Bernstein. Ensemble dénombrable, puissance du continu. Hypothèse du continu. Théorème de Paul Cohen. Axiome du choix. Théorème de Gödel.

**Chapitre 3 : Calcul propositionnel et calcul des prédicats**

La proposition logique, la conjonction, la disjonction, l'implication, l'équivalence, la négation. Le tableau de vérité. La formule logique, la tautologie, la contradiction.

Règles d'inférences ou de déduction, Règle du Modus Ponens. Règle du Modus Tollens.

Calcul des prédicats, Quantificateur universel et existentiel, Le quantificateur d'unique existence.

Quantificateurs multiple, Négation d'un quantificateur, Quantificateurs et connecteurs.

Remarque : Il est important d'aborder l'implication logique dans le contexte des définitions mathématiques classiques. Ainsi une bonne partie des étudiants pense que la relation  $<$  dans  $\mathbb{R}$  n'est pas une relation antisymétrique.

**Chapitre 4 : Bon ordre et preuve par récurrence**

Rappel preuve par récurrence. Théorème de la preuve par récurrence.

Preuve par récurrence forte. Exemple de l'existence d'une décomposition en nombres premiers d'un entier naturel. Optionnel (Preuve par récurrence de Cauchy. Preuve de l'inégalité de Cauchy Schwarz par récurrence).

Ordre bien fondé. Preuve par le principe du bon ordre. Théorème du bon ordre général de Zermelo.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- Foundations of Mathematical logic, H.B. Curry, Dover publications, 1979.
- Calculabilité et décidabilité, J.M. Autebert, édition Dunod, 1992.
- Introduction à la théorie des ensembles, Paul Richard Halmos, Gauthier-Villars. 1967.
- Initiation au raisonnement mathématique. Logique et théorie des ensembles. Jean-Claude Dupin, Jean-Luc Valein. Armand Colin. 1993.
- How to prove it. Daniel J. Velleman. Cambridge university press.1994.

**Semestre : 03**

**Unité d'enseignement : Méthodologique**

**Matière : Calcul Scientifique Avancé avec Python**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** - Approfondir l'utilisation des bibliothèques scientifiques Python (NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy, Pandas) pour résoudre des problèmes complexes.

- Maîtriser les techniques avancées de calcul scientifique : algèbre linéaire avancée, optimisation, calcul symbolique, simulations probabilistes.

- Visualiser et analyser des données scientifiques de manière professionnelle

**Connaissances préalables recommandées :** - Maîtrise des bases de Python (syntaxe, fonctions, structures de données) enseignées en S2.

- Connaissances en mathématiques universitaires (analyse, algèbre linéaire, probabilités).

### **Chapitre 1 : Approfondissement des Outils Scientifiques**

1.1 Écosystème scientifique Python :

- Rôles et complémentarité de NumPy, SciPy, Matplotlib, SymPy, Pandas.

1.2 : Utilisation avancée de Jupyter Notebook :

- Intégration de visualisations complexes, documentation de projets scientifiques.

### **Chapitre 2 : Algèbre Linéaire Avancée avec SciPy**

2.1 Opérations matricielles avancées

- Transposition, inverses, déterminants avec `scipy.linalg`.

2.2 : Valeurs et vecteurs propres :

- Calcul et applications (ex. : réduction de dimension via PCA).

2.3 : Applications en modélisation :

- Résolution de systèmes linéaires complexes, décomposition de matrices.

### **Chapitre 3 : Calcul Différentiel et Intégration**

3.1 Calcul symbolique avec SymPy :

- Manipulation d'expressions mathématiques, dérivées, intégrales symboliques.

- Résolution symbolique d'équations.

3.2 Application à l'optimisation.

### **Chapitre 4 : Probabilités et Simulations**

5.1 Génération de nombres aléatoires

- Lois de probabilité (uniforme, normale, binomiale) avec `numpy.random`.

5.2 : Simulations Monte Carlo

Estimation de constantes ( $\pi$ ,  $e$ ), loi faible des grands nombres.

### **Chapitre 5 : Analyse de Données avec Pandas**

6.1 Séries et DataFrames

- Création, indexation, manipulation de données tabulaires.

6.2 Nettoyage et analyse de données.

- Gestion des données manquantes, filtrage, agrégation.

6.3 Visualisation avancée\*\*

- Graphiques 3D avec Matplotlib (`mpl_toolkits.mplot3d`), intégration avec Pandas.

**Mode d'évaluation : Contrôle continu (40%) :** exercices pratiques, mini-projets.

**Examen final (60%) :** projet intégratif ou examen écrit.

### **Références**

1. Documentation officielle : NumPy ([numpy.org](http://numpy.org)), SciPy ([docs.scipy.org](http://docs.scipy.org)), Matplotlib ([matplotlib.org](http://matplotlib.org)), SymPy ([docs.sympy.org](http://docs.sympy.org)), Pandas ([pandas.pydata.org](http://pandas.pydata.org)).
2. Johansson et al., \*Numerical Python: A Practical Techniques Approach for Industry\*.
3. John V. Guttag, \*Introduction to Computation and Programming Using Python\*.
4. Gilbert Strang, \*Linear Algebra and Its Applications\*.
5. Dimitri P. Bertsekas et John N. Tsitsiklis, \*Introduction to Probability\*.
6. James D. Miller, \*Statistics for Data Science\*.

Semestre:3

Unité d'enseignement: Découverte

Matière: Introduction à LaTeX

Credits:2

Coefficient:1

**Objectifs du Module :** Familiariser les étudiants avec l'utilisation de LaTeX pour la rédaction de documents académiques.

## Contenu du Cours

1. **Les fondamentaux : l'univers tex**
  - Présentation de LaTeX, chronologie de l'histoire
  - Avantages du Latex pour la rédaction des mathématiques.
  - Installation de LaTeX
  - Introduction aux éditeurs (WinEdit, Overleaf, ...).
2. **Structure de base (Squelette) d'un document tex**
  - Commande `\`, argument `{}` et option `[]`
  - Préambule, `\documentclass`
  - Extensions et `\usepackage`
  - Environnements
  - Caractères réservés et lettres accentuées
  - Hiérarchie de sectionnement
  - Inclusion de fichiers
  - Les causes d'erreur
3. **Mise en forme et mise en valeur du texte**
  - Multi colonnes
  - Taille de l'interligne
  - Paragraphe
  - Longueurs et espacements
  - Police
  - Les symboles dans un environnement mathématique
  - Citations
4. **Mise en boîtes**
  - Boîtes de ligne, boîtes verticales
  - Dimensions de la boîte, boîtes de couleur
  - Boîtes de réglures, boîtes noires
5. **Compteurs et énumérations de texte**
  - Compteurs
  - Énumérations de texte
6. **Références**
  - Note de bas de page
  - Notes dans la marge
  - Les étiquettes
7. **Écrire des mathématiques**
  - Environnement mathématique
  - Commandes de base
  - Délimiteurs
  - Mise en valeur
  - Présentation d'une équation
  - Définir ses propres commandes
  - Lettres et symboles
8. **Tableaux**
  - Tableaux « de base »

- Lignes horizontales, fixer la largeur
- Cellules multi colonnes et multi lignes
- Tableau et paragraphe
- Agrandissement vertical, réduction, notation, couleur
- Tableau avec un contenu mathématique
- Les flottants

#### 9. Macros personnelles \newcommand

- Explicitation de la commande
- Des exemples sans argument, des exemples avec argument
- Avec option

#### 10. Image

- Insertion d'une image
- Logiciels de géométrie

#### 11. Dessins avec Pstricks

- Environnement pspicture
- Paramètres d'une figure
- Grilles, lignes
- Flèches et autres extrémités
- Options : couleurs, épaisseur, Longueur des flèches
- Figures usuelles : rectangles, polygones, cercle, disque,...
- Courbes représentatives de fonctions avec Pstricks

#### Références

1. Grätzer, G. (2016). *More Math into LaTeX* (5th ed.). Springer.
2. Kopka, H., & Daly, P. W. (2003). *A Guide to LaTeX* (4th ed.). Addison-Wesley.
3. Oetiker, T., Partl, H., Hyna, I., & Schlegl, E. (2022). *Une courte introduction à LaTeX2ε*. Disponible en ligne : <https://mirrors.ctan.org/info/lshort/french/lshort-fr.pdf>  
Overleaf. (n.d.). *Learn LaTeX – Mathematics*. Disponible en ligne : <https://www.overleaf.com/learn/latex/Mathematics>

**Semestre : 04**  
**Unité d'enseignement : fondamentale**  
**Matière : Analyse 4**  
**Crédits : 7**  
**Coefficient : 4**

**Objectifs de l'enseignement** : L'objectif de cette matière est de donner les connaissances nécessaires concernant la différentiabilité d'une fonction de plusieurs variables, les généralisations des théorèmes des accroissements finis et la formule de Taylor aux fonctions de plusieurs variables, le calcul des extremums ainsi que le calcul des intégrales multiples.

**Connaissances préalables recommandées** : Analyse 1 et Analyse 2

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Topologie de  $\mathbb{R}^n$ .**

Notion de norme, Ensemble ouvert, Parties ouvertes, Voisinage, Parties fermées et compactes dans  $\mathbb{R}^n$ .

**Chapitre 2 : Fonctions de plusieurs variables**

Limite d'une fonction, Fonction continue, Dérivées partielles suivant un vecteur, Fonctions différentiables, Dérivée d'une fonction composée, Gradient, Différentielle d'une fonction, Différentielle d'ordre supérieur, Lemme de Schwarz, Formule de Taylor, Extremums, Cas des fonctions de deux variables, Calcul du minimum et du maximum d'une fonction, Extremum lié, Théorème des fonctions implicites.

**Chapitre 3 : Intégrales Multiples**

Intégrales itérées, Définition de l'intégrale double sur un rectangle, Théorème de Fubini sur un rectangle, Intégrale double sur un domaine  $D$  borné, Propriétés générales de l'intégrale double, Changement de variable dans une intégrale double, Passage en polaires, L'intégrale triple, Calcul d'une intégrale triple sur un parallélépipède, Calcul de l'intégrale triple sur un domaine  $D$ , Changement de variable dans une intégrale triple, Passage en cylindrique, Passage en sphérique. Applications : Calcul des volumes, des surfaces.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- J.-M. Monier, Analyse PC-PSI-PT, Dunod, Paris 2004.
- Y. Bougrov et S. Nikolski, Cours de Mathématiques Supérieures, Editions Mir, Moscou, 1983.
- N. Piskounov, Calcul différentiel et intégral, Tome 1, Editions Mir, Moscou, 1980.
- J. Lelong-Ferrand et J. M. Arnaudiès, Cours de mathématiques, tome 4, Edition Dunod, 1992.

**Semestre : 04**  
**Unité d'enseignement : fondamentale**  
**Matière : Algèbre 4**  
**Crédits : 5**  
**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Acquérir les éléments fondamentaux de l'algèbre à savoir les formes linéaires, formes bilinéaires sur un espace vectoriel de dimension finie, réduction des formes quadratiques.

**Connaissances préalables recommandées :** Algèbre 1 2 et 3 ; Analyse 1, 2, 3

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Formes linéaires – Dualité (espace vectoriel et son dual)**

**Chapitre 2 : Formes bilinéaires sur un espace vectoriel**

Rang - Noyau - Orthogonalisation de Gauss - Matrices orthogonales - Diagonalisation des matrices symétriques réelles –

**Chapitre 3 : Décomposition spectrale d'une application linéaire auto-adjointe**

**Chapitre 4 : Forme bilinéaire symétrique et forme quadratique**

Décomposition de Gauss (théorème de Sylvester)

**Chapitre 5 : Introduction à l'espace Hermitien**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- Problèmes et théorèmes d'algèbre linéaire, V. Prasolov
- Mathématiques, tome 4, Algèbre, E. Azoulay et J. Avignant

**Semestre : 04**  
**Unité d'enseignement : fondamentale**  
**Matière : Analyse complexe**  
**Crédits : 6**  
**Coefficient : 3**

**Objectif du cours :**

Introduire la notion de fonction différentiable d'une variable complexe, étudier les propriétés principales de ces fonctions et quelques-unes de leurs applications (calculs de certaines intégrales généralisées et sommation des séries).

**Connaissances préalables recommandées :** Analyse 1 et 2.

**Chapitre 1 : Topologie dans le plan complexe.**

- Propriétés algébriques des nombres complexes.
- Propriétés topologiques.
- L'infini en analyse complexe.

**Chapitre 2 : Fonction de la variable complexe**

- Définition de la fonction de la variable complexe
- Fonctions holomorphes, fonctions analytiques.
- Condition de Cauchy-Riemann.
- Fonctions harmoniques

**Chapitre 3 : Fonctions élémentaires**

- Fonction exponentielle.
- Fonction logarithme.
- Fonctions circulaires.
- Fonctions hyperboliques.
- Fonctions puissances.

**Chapitre 4 : Le Calcul intégral**

- 1- Intégrale curviligne.
- 2- Théorème de Cauchy.
- 3- Formule intégrale de Cauchy.
- 4- Formule de la moyenne.
- 5- Formule intégrale de Cauchy pour les dérivées.
- 6- Inégalité de Cauchy.
- 7- Théorème de Liouville-Théorème de Morera

**Chapitre 5: Développement en série Taylor et en série de Laurent**

- 1-Développement en séries de Taylor.
- 2- Développement en série de Laurent
- 3-Singularité isolées d'une fonction complexe.

**Chapitre 6 : Théorème des résidus et ses applications**

- Théorème des résidus.
- 2-Calcul des résidus.
- Applications au calcul intégral et à la sommation des séries.

- Principe de l'argument.
- Théorème de Rouché.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

- 1- M. Lavrentiev, B. Chabat, Méthode de la théorie des fonctions d'une variable complexe, Edition Mir, Moscou, 1977.
- 2- V. Smirnov, Cours de Mathématiques Supérieures, Tome 3, OPU 1985.
- 3- W. Rudin, Analyse réelle et complexe, Cours et exercices 1987.
- 4- John B. Conway, Functions of one complex variable, Springer-Verlag, New York 1978.
- 5- B. Belaidi, Analyse Complexe Cours et Exercices Corrigés, 2002, 245 p. (En langue arabe). Deuxième édition 2009

**Semestre : 04**  
**Unité d'enseignement : méthodologique**  
**Matière : Analyse Numérique 2**  
**Crédits : 4**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :** Apprendre la base de l'analyse matricielle et les applications aux résolutions de systèmes Linéaires.

**Connaissances préalables recommandées :** Algèbre linéaire et calcul matriciel.

**Contenu de la matière :**

### **Chapitre 1 : Résolution des systèmes linéaires**

Rappel de notions d'algèbre linéaire - Méthodes directes (Méthodes de Gauss - Décomposition LU- Méthode de Cholesky ) - Méthodes itératives ( Position du problème - Méthode de Jacobi - Méthode de Gauss-Seidel- Méthode de relaxation - Convergence des méthodes itératives)- Estimation d'erreurs.

### **Chapitre 2 : Calcul des valeurs et vecteurs propres**

Méthode directe pour le calcul des valeurs propres d'une matrice quelconque - Méthode de puissance: calcul la valeur propre la plus grande en module d'une matrice A - Méthode de Householder - Calcul des vecteurs propres

### **Chapitre 3 : Résolution numérique des EDO d'ordre un**

Introduction - Méthode d'Euler - Méthode de Taylor d'ordre 2 - Méthode de Range-Kutta d'ordre 2 et 4.

### **Chapitre 4 : Résolution de systèmes algébriques non linéaires.**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

#### **Références**

- M. Atteia, M. Pradel : Eléments d'analyse numérique, Ceradues-Editions.
- J. Baranger : Introduction à l'analyse numérique, Ed. Hermann 1977.
- M. Boumahrat, A. Bourdin : Méthodes numériques appliquées. Ed. OPU 1983.
- B. Démodovitch, I. Maron : Eléments de calcul numérique, Ed. Mir Mosco.
- Ph. G. Ciarlet : Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Dunod, Paris 1998.
- Curtis F. Gerald, P. O. Wheatdey : Applied Numerical Analysis, Addison-Wesley Pub. Compagny.
- P. Lascaux, R. Theodor : Analyse numérique matricielle appliquée à l'art d'ingénieur, Tomes I et II, Masson, Paris.
- G. Meurant : Résolution numérique des grands systèmes, Ed. Stanford University.
- P. Lascaux, R. Theodor : Analyse numérique matricielle appliquée à l'art d'ingénieur Tomes I et II, Masson, Paris.

**Semestre : 04**  
**Unité d'enseignement : méthodologique**  
**Matière : Probabilités**  
**Crédits : 3**  
**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière a pour objectif de familiariser l'étudiant avec les concepts et les techniques élémentaires de la probabilité

**Connaissances préalables recommandées :** Notions de probabilités de base

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Variables aléatoires**

Variables aléatoires à une dimension : Généralités – Fonction de répartition. Variables aléatoires discrètes- loi de probabilités- Espérance - Variance. Variables aléatoires absolument continues - Fonction de densité - Espérance -Variance.

Inégalités en probabilités (Markov, Jensen, Tchebychev, etc)

**Chapitre2 : Lois de probabilités usuelles**

- Lois discrètes : Bernoulli – Binomiale -Multinomiale– Hypergéométrique- Poly-hypergéométrique –Géométrique – Poisson.
- Lois de probabilités absolument continues usuelles : Uniforme – Exponentielle-Normale – Weibull, Log-normale- Cauchy-Béta, Khi-deux, Student, Fisher,...
- Approximations de certaines lois
  - Approximation d'une loi hypergéométrique par une loi binomiale
  - Approximation d'une loi binomiale par une loi de Poisson
  - Approximation d'une loi de Poisson par une loi normale
  - Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.
- Transformations sur les variables aléatoires

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- C. Degrave, D. Degrave ; Précis de mathématiques Probabilités-Statistiques 1re et 2eme années, Cours –Méthodes-Exercices résolus, édition Bréal.
- J.-P. Lecoutre ; Statistique et probabilités, Manuel et exercices corrigés ;, Edition DUNOD.
- P. Bogaert Probabilités pour scientifiques et ingénieurs, Introduction au calcul des probabilités, Edition de Boeck.
- K. Redjda, Probabilités, OPU Alger, 2004

**Semestre : 04**

**Unité d'enseignement : méthodologique**

**Matière : Géométrie**

**Crédits : 3**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Acquérir les bases de la géométrie affine et de la géométrie euclidienne. Maitriser la géométrie des courbes paramétriques.

**Connaissances préalables recommandées**

Algèbre1 et Algèbre2. Analyse1 et Analyse2. Fonctions vectorielles.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Géométrie affine**

- Définition d'un espace affine
- Notion de barycentre
- Variétés affines applications affines et formes affines
- Droites et Hyperplans
- Translation, homothéties, symétrie.

**Chapitre 2 : Espace affine Euclidien**

- Structure d'espace euclidien, norme et angle, orthonormalisation de Gram-Schmidt
- Sous espaces orthogonaux (hyperplan orthogonal à une droite, distance d'un point à une droite ....)
- Applications dans les espaces affines euclidiens : isométrie et similitude.

**Chapitre 3 : Paramétrisation des courbes et surfaces**

- Courbe paramétrée : Généralités
- Etude locale des courbes planes
- Etude locale des courbes gauches
- Tracé des courbes paramétrées planes : 1) Courbes en coordonnées cartésiennes  
2) Courbes en coordonnées polaires
- Exemples de courbes et surfaces

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Référence :**

- Cours de Géométrie Affine et Euclidienne pour la Licence de Mathématiques, Emmanuel Pedon, Université de Reims-Champagne Ardenne 2015.
- Géométrie , Michel Audin, Collection enseignement sup.
- Géométrie des courbes et surfaces et sous variété de  $\mathbb{R}^n$ , Y.Kerbrat et Braemer.

**Semestre : 04**

**Unité d'enseignement : découverte**

**Matière : Entrepreneuriat**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 1**

### **Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours a pour objectif d'aider l'étudiant à structurer, démarrer et développer son projet entrepreneurial. Le but du cours est aussi de développer chez l'étudiant le mécanisme « Apprendre à Entreprendre ». L'objectif consiste aussi à développer chez l'étudiant la créativité entrepreneuriale via une mise en valeur d'une idée par des projets de type « business model ». Le module repose sur quatre points qui sont :

- Motiver l'étudiant à la création d'une startup,
- Maîtriser des outils de formalisation et de mise en œuvre d'un projet de startup
- Transformer les bonnes idées de création d'un modèle d'affaire (business model),
- Adapter l'étudiant à l'écosystème et à la culture des startups.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Introduction à l'Entrepreneuriat**

- Définitions et importance de l'entrepreneuriat
- Les défis et opportunités du monde entrepreneurial

#### **Chapitre 2 : Le Profil Entrepreneurial**

- Les compétences essentielles d'un entrepreneur
- Se lancer seul ou en équipe : avantages et inconvénients
- Exemples d'entrepreneurs inspirants et leurs parcours

#### **Chapitre 3 : Le processus entrepreneurial**

- Comprendre l'Écosystème Startup & Le Cycle de Vie d'une Startup
  - Les acteurs clés : incubateurs, accélérateurs, business angels, VC, ...
  - L'importance du réseau et du mentorat
  - Les différentes phases de développement d'une startup
- Identifier les Opportunités et Trouver l'Idée Gagnante
  - Techniques de créativité et génération d'idées
  - Études de marché et validation du besoin
  - Outils et méthodes pour tester son idée
  - Protéger l'idée (propriété intellectuelle, Brevet, NDA, ...)
- Le Marketing et le Développement de la Clientèle
  - Comment identifier et attirer ses premiers clients ?
  - Stratégies d'acquisition et fidélisation
  - Techniques de Growth Hacking pour accélérer la croissance
- Business Model Canvas (BMC) et Business Plan
  - Structure d'un Business Model Canvas
  - Structure d'un Business Plan

#### **Chapitre 4 : Aspects juridiques et financiers d'une startup**

- Le Financement de la Startup
  - Les différentes options de financement : Business Angels, Venture Capital, Crowdfunding, ...
- Gestion Juridique et Administrative
  - Choix du statut juridique (auto-entrepreneur, SARL, ...)
  - Fiscalité et obligations légales
  - Contrats et accords

#### **Chapitre 5 : Projet de groupe (mini-startup à présenter en fin de module)**

**Mode d'évaluation : Examen (100%)**

**Références :**

- Robert Papin, La création d'entreprise, Création, reprise, développement, 16e édition - Collection : Horscollection, Dunod, 2015.
- Eric Ries, Lean Startup : Adoptez l'innovation continue, Éditeur : PEARSON, 2015.
- Vincent Ydé, Créer son entreprise : du projet à la réalité, Éditeur : VUIBERT, 2009.

**Semestre : 05**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Mesure et Intégration**

**Crédits : 6**

**Coefficient : 4**

Objectifs de l'enseignement: Faire découvrir à l'étudiant une nouvelle théorie qui est la théorie de la mesure ainsi que son application aux probabilités, le plaçant dans un nouveau contexte d'espaces qui sont les espaces mesurés, par suite une large théorie sur l'intégration est définie, en particulier celle de Lebesgue lui permettant de se familiariser avec les grands résultats de l'intégration tels le théorème de la convergence dominée de Lebesgue et les théorèmes de Fubini.

Connaissances préalables recommandées : Algèbre 1 et 2, Topologie

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1: Tribus et mesures**

- Rappels sur la théorie des ensembles.
- Algèbres et tribus.
- Mesures positives, probabilité.
- Propriétés des mesures, mesures extérieures, mesures complètes
- 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**

- Intégrale d'une fonction étagée positive.
- Intégrale d'une fonction mesurable positive.
- Intégrale d'une fonction mesurable.
- Comparaison de l'intégrale de Lebesgue avec l'intégral de Riemann
- Mesure et densité de probabilité
- Convergence monotone et lemme de Fatou
- L'espace  $L^1$  des fonctions intégrables
- 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

**Mode d'évaluation: Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

- T. Galay, Théorie de la mesure et de l'intégration, Université Joseph Fourier, Grenoble(2009), en pdf.
- M. Beguin, Introduction à la théorie de la mesure et de l'intégration pour les probabilités, Ellipse(2013).
- A Giroux. Initiation à la mesure et à l'intégration, ellipse(2015).
- N. Boccara, Intégration, ellipses, 1995.
- Hadj El Amri, Mesures et intégration.
- Roger Jean, Mesures et intégration.
- O. Arino, Mesures et intégration (exercices).

**Semestre :5**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Espaces Vectoriels normés**

**Crédits :5**

**Coefficient : 3**

**Objectifs de l'enseignement :**

Apprendre aux étudiants l'importance de l'espace de Banach et la particularité de l'espace Hilbert comme étant une classe des espaces normés. Faire apparaître des résultats propres à cet espace.

Connaissances préalables recommandées : Analyse1, analyse2, analyse3, topologie

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Espace de Banach**

- Normes, normes équivalentes, espace de Banach
- Propriétés de la norme, ....
- Exemples d'espaces de Banach
- Espaces vectoriels normés de dimension finie
- Applications linéaires continues : Définitions, norme d'une application linéaire continue
- Dual d'un espace vectoriel normé

**Chapitre 2 : Espace de Hilbert**

- Produit scalaire, espace préhilbertien, espace de Hilbert
- Propriétés du produit scalaire, inégalité de Cauchy-Schwarz, égalité du parallélogramme, ....
- Orthogonalité, théorème de la projection, théorème de Riesz
- Système orthogonal (inégalité de Bessel-Parseval), base
- Systèmes orthonormés
- Séries de Fourier
- Systèmes orthonormés complets dans des espaces concrets

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Références:**

- Brezis H. Analyse Fonctionnelle, Théorie et Applications
- Lacombe G., Massat P. Analyse Fonctionnelle. Exercices corrigés, DUNOT
- 3) Riesz F., Nagy B. Sz Leçons d'analyse fonctionnelle
- Sonntag Y. Topologie et Analyse Fonctionnelle, Cours et exercices, Ellipses, 1997 , Gauthier&Villars

**Semestre :05**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Equations différentielles**

**Crédits :6**

**Coefficient :4**

**Objectifs de l'enseignement :**

Cette matière enseigne les notions et les théorèmes fondamentaux permettant l'étude qualitative des équations différentielles ordinaires.

Connaissances préalables recommandées : Analyse Réelle et Algèbre Linéaire, topologie

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Equations du 1<sup>er</sup> ordre**

- Résultats fondamentaux
- Existence locale et globale, unicité
- Dépendance par rapport aux conditions initiales.

**Chapitre2 : Equations d'ordre supérieur-Systèmes d'ordre 1**

**Chapitre3 : Systèmes linéaires**

- Exponentielle de la matrice
- Systèmes avec second ordre
- Résolvante

**Chapitre4 : Introduction aux notions de stabilité.**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références :**

- M. Roseau : Equations différentielles.
- J.P. Demailly : Analyse numérique et équations différentielles.
- F. Rideau : Exercices de calcul différentiel.
- V. Arnold : Equations différentielles ordinaires.

**Semestre :5**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Equation de la physique mathématique**

**Crédits :5**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours est sensé fournir les outils mathématiques utilisés dans les sciences technique (mécanique, électrotechnique, géophysique...)

Connaissances préalables recommandées : Analyse Réelle et Algèbre Linéaire, topologie

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : EDP d'ordre1-Méthodes des caractéristiques**

- Cas linéaire
- Cas quasi-linéaire
- Cas non linéaire

**Chapitre2 : EDP linéaires du second ordre, caractéristiques, classification, formes standard.**

**Chapitre3 : Méthode de séparation des variables (de Fourier).**

**Chapitre 4 : Equation de Laplace, fonctions harmoniques, noyau de Poisson.**

**Chapitre 5 : Equations des ondes (formule de Kirchhoff).**

**Chapitre 6 : Equation de la chaleur (intégrale de Poisson).**

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Références:**

- Nikolenko V. Equations de la physique mathématique. UM, Moscou, 1981.
- Reinhard H. Equations aux dérivées partielles. Dunod, paris, 2001.
- Baddari K, Abbassov A. Equations de la physique mathématique appliquées. OPU ; 2009.

**Unité d'enseignement : Méthodologie**

**Matière : Optimisation sans contraintes**

**Crédits :5**

**Coefficient :2**

**Objectifs de l'enseignement**

Le module propose une introduction à l'optimisation sans contraintes. Un étudiant ayant suivi ce cours saura reconnaître les outils et résultats de base en optimisation ainsi que les principales méthodes utilisées dans la pratique. Des séances de travaux pratiques sont proposées pour être notamment implémentés sous le logiciel de calcul scientifique Matlab et ce, afin d'assimiler les notions théoriques des algorithmes vues en cours.

Connaissances préalables recommandées : Notions de base de calcul différentiel dans  $\mathbb{R}^n$ .

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Quelques rappels de calcul différentiel, Convexité**

- Différentiabilité, gradient, matrice hessienne
- Développement de Taylor
- Fonctions convexes

**Chapitre2 : Minimisation sans contraintes**

- Résultats d'existence et d'unicité
- Conditions d'optimalité du 1<sup>er</sup> ordre
- Conditions d'optimalité du 2<sup>nd</sup> ordre

**Chapitre3 : Algorithmes**

- Méthode du gradient
- Méthode du gradient conjugué
- Méthode de Newton
- Méthode de relaxation
- Travaux pratiques

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

- M. Bierlaire, Introduction à l'optimisation différentiable, PPUR, 2006.
- J-B. Hiriart-Urruty, Optimisation et analyse convexe, exercices corrigés, EDP sciences, 2009.

**Semestre :5**

**Unité d'enseignement : Découverte**

**Matière : Initiation à la didactique des mathématiques**

**Crédits :3**

**Coefficient : 1**

**Objectifs de l'enseignement**

Ce programme contient trois composantes qui sont: l'introduction, le programme de la didactique et quelque référence. L'introduction contient les orientations pédagogiques. Le programme contient le volume horaire, les résultants attendus (fin de l'année) et le contenu.

Connaissances préalables recommandées : Bagage minimal d'un universitaire

**Contenu de la matière :**

1. Introduction à la Didactique des Mathématiques
  - 1.1 Objectifs et enjeux de la didactique des mathématiques.
2. Pratiques mathématiques :
  - 2.1 Exploration des pratiques et des processus de pensée mathématique
3. Rôles et Disciplines :
  - 3.1 Différences entre Didacticien et Psychologue
  - 3.2 Concepts de la Didactique et de la Pédagogie
  - 3.3 Différences entre Didacticien et Pédagogue
4. La Didactique des mathématiques :
  - 4.1 Clarification des termes importants
  - 4.2 Épistémologie, Didactique et Histoire des Mathématiques
5. Dynamique en classe
  - 5.1 Analyse des rôles dans l'apprentissage
6. Apport de la didactique
  - 6.1 Impact sur l'enseignement et l'apprentissage
7. Exemples concrets de recherches et pratiques
  - 7.1 Quelques Travaux Réalisés

**Mode d'évaluation : Examen (100%)**

**Références**

M. Henry (1991), Didactique Des Mathématiques, Irem De Besançon.

Y. Chevallard & M. A. Johsua (1991), La Transposition Didactique, La Pensée Sauvage.

Y. Chevallard (1982), Sur L'ingénierie Didactique, L'irem D'aix-Marseille.

R. Doudy, Rapport Enseignement-Apprentissage: Dialectique Outil- Objet ; Jeux De Cadres, Les Cahiers De Didactique N° 3, Irem De Paris Vii.

G. Vergnaud (1991), La Théorie Des Champs Conceptuels: Recherches En Didactique Des Mathématiques N° 6, Vol. 10, N° 2 , 3.

G. Brousseau (1983), Les Obstacles Epistémologiques Et Les Problèmes En Mathématiques, Rdm Vol. 4, N° 2.

M. Artigue (1989), Epistémologie Et Didactique, Cahier De Didirem N° 3, Irem De Paris Vii.

J. P. Astolfi & M. Develay (1989), La Didactique Des Sciences, Presses Universitaires De France.

S. Johsua & J. J. Dupin (1993), Introduction A La Didactique Des Sciences Et Des Mathématiques, Presses Universitaires De France.

J. P. Astolfi Et Al. (1997), Mots-Clés De La Didactique Des Sciences, De Boeck Université.

R. Biehler & R. W. Scholz (1994), Didactics Of Mathematics As A Scientific Discipline, Mathematics Education Library.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Introduction à la théorie des groupes**

**Crédits :8**

**Coefficient :5**

**Objectifs de l'enseignement**

Ce module introduit des notions fondamentales pour la théorie des groupes, la structure de groupe est utile pour la compréhension des corps et les codes linéaires ainsi que leurs applications.

Connaissances préalables recommandées : Algèbre1

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Groupes et morphismes**

Groupe, sous-groupe, classes d'équivalence modulo un sous-groupe, théorème de Lagrange, morphisme de groupes, image, noyau, isomorphisme, groupe distingué, groupe quotient, théorème d'isomorphisme, groupe cyclique, indicatrice d'Euler, sous-groupes d'un groupe cyclique, étude des groupes  $Z/nZ$  et  $(Z/nZ)^*$ .

**Chapitre2 : Action d'un groupe sur un ensemble.**

Définition de l'action d'un groupe, orbite, stabilisateur, point fixe, théorème de Burnside,

**Chapitre 3 : Groupes abéliens finis**

- Structure des groupes abéliens finis
- Applications

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

- Algèbre pour la licence 3 (groupes, anneaux et corps). Auteurs : Jean Jaques Risier, Pascal Boyer. Dunod Paris 2006. ISBN 210 049498 8.
- Algèbre et géométrie. Auteurs : Jean Delcourt, Remit Goblot. Dunod Paris 2005. ISBN 210 0453358.
- D. J. S. Robinson, " A course in the theory of groups", 2<sup>nd</sup>ed, Springer-Verlag, New York, 1995.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Théorie des corps**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement**

Cet enseignement devrait permettre à l'étudiant d'acquérir les connaissances élémentaires que procure la théorie des corps, d'autre part, l'étudiant pourra se familiariser avec des outils utiles par exemple pour l'étude des codes linéaires et la cryptographie...

Connaissances préalables recommandées : Algèbre1

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Anneaux et morphismes.**

Anneau, sous anneau, idéal, morphisme d'anneaux, anneau quotient, idéal premier, idéal maximal, éléments inversibles, éléments associés, éléments irréductibles, éléments premiers, anneau principal, anneau euclidien, anneau factoriel.

**Chapitre 2: Corps**

Définitions, exemples, caractéristique, corps premiers.

**Chapitre 3 : Construction des corps finis**

Cardinal d'un corps fini, polynôme irréductible, construction pratique d'un corps fini.

**Chapitre 4 : Applications**

Exemples d'applications en codes linéaires, en cryptographie....

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

- E. Ramis, C. Deschamps, et J. Odoux. Cours de Mathématiques 1, Algèbre. Dunod, 1998.
- Rudolf Lid land HaraldNiederreiter, Finite fields, Encyclopedia of Mathematics and applications, Cambridge university press, 1997.
- M. Demazure. Cours d'algèbre. Primalité, divisibilité, codes. Cassini. 1997.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Statistique Inférentielle**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement**

Cette matière enseigne les notions et les théorèmes fondamentaux de la statistique Inférentielle classique.

Connaissances préalables recommandées : Analyse, probabilités

*Pour suivre cet enseignement, l'étudiant doit maîtriser les méthodes d'analyse et d'algèbre de base ainsi que les techniques essentielles du calcul de probabilités.*

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Echantillonnage**

Notions d'échantillon

Statistiques d'échantillons : moyenne empirique, variance empirique

Echantillons Gaussiens

**Chapitre 1 : Estimation ponctuelle**

- Méthodes de construction d'estimateurs
  - Méthode des moments
  - Méthode du maximum de vraisemblance
- Caractéristiques d'un estimateur :
  - Biais, Ecart quadratique moyen, Convergence
  - Quantité d'information de Fisher,
  - Borne de Cramer Rao
  - Efficacité
  - Exhaustivité

**Chapitre 2 : Estimation par intervalles de confiance**

- Problématique et définition
- Echantillon Gaussiens
  - Intervalle de confiance de la moyenne
  - Intervalle de confiance de la variance
- Intervalle de confiance d'une proportion

**Chapitre 3 : Tests d'hypothèses**

- Introduction : les mécanismes d'un test d'hypothèse.
- Problématique
  - Les différents types d'erreurs
  - La puissance d'un test
  - Les règles de décision (région critique)
  - Notion de p-valeur
- Tests paramétriques
  - Tests unilatéraux et tests bilatéraux
  - Méthode de Neyman-Pearson
  - Test du rapport de vraisemblance

**Chapitre 4 : Tests usuels**

- Tests sur la moyenne d'une loi normale
- Test sur la variance d'une loi normale
- Test sur une proportion
- Tests de comparaison de moyennes
- Tests de comparaison de proportions
- Test d'indépendance du Khi-deux

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références :**

- Michel Lejeune. Statistique, La théorie et ses applications. Springer-Verlag France, Paris, 2010
- Renée Veysseyre. Statistique et probabilités. Dunod, Paris, 2001, 2006
- Jun Shao. Mathematical Statistics: Exercises and Solutions. 2005 Springer Science+Business Media, Inc.
- Gilbert Saporta, Probabilities, Analyse des données et Statistique, Technip, 2006.

Eva Cantoni, Philippe Huber et Elvezio Ronchetti, Maitriser l'aléatoire, exercices de probabilités et statistique, Springer, 2006.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Probabilités avancées**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce cours présente de manière détaillée les grandes notions et méthodes du calcul de probabilités (probabilité des évènements, loi et moments des variables aléatoires, conditionnement et régressions, transformées des variables aléatoires, lois gaussiennes).

**Connaissances préalables recommandées :** Analyse1, analyse2, analyse3, Probabilités 1

Principes de base d'analyse réelle et d'algèbre.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Rappels fondamentaux sur les variables aléatoires**

- Caractéristiques numériques (espérance, variance, etc.)
- Lois de probabilité
- Variables aléatoires et principales lois de probabilité
- Opérations sur les variables aléatoires

**Chapitre 2 Fonctions caractéristiques et génératrices**

- Fonction génératrice des moments-
- Fonctions génératrices des lois discrètes et continues usuelles
- Fonction caractéristique
- Propriétés des fonctions caractéristiques
- Fonctions caractéristiques des lois usuelles

**Chapitre 3 : Modes de convergence**

- Différents types de convergence
- Liens entre différents types de convergence

**Chapitre 4 Théorèmes limites**

- Loi faible des grands nombres
- Loi forte des grands nombres
- Théorème Central Limite

**Chapitre 5: Vecteurs aléatoires**

- Loi de probabilité d'un vecteur aléatoire
- Caractéristiques numériques (espérance, matrice de variance covariance,)
- Fonction génératrice et caractéristique
- Espérance conditionnelle
- Lois de probabilités vectorielles : la loi normale dans  $\mathbb{R}^n$ .
- Convergences et théorème central limite dans le cas vectoriel

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- Rabi Bhattacharya and Edward C. Waymire. , A Basic Course in Probability Theory. 2007 Springer Science+Business Media, Inc.
- Anirban DasGupta, Fundamentals of Probability: A First Course. Springer Science+Business Media, LLC 2010
- Géza Schay, Introduction to Probability with Statistical Applications. 2007, Birkhäuser Boston
- Chung, K.L. First course in Probability theory, Markov Chains, Springer-Verlag, Berlin.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Introduction aux processus aléatoires**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

### **Objectifs de l'enseignement**

Présenter les principales classes de phénomènes aléatoires dépendant du temps qui interviennent aussi bien en recherche opérationnelle qu'en statistique et en calcul stochastique et montrer ainsi la variété des applications des processus aléatoires.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit maîtriser la théorie de bases du calcul des probabilités et le calcul intégral

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre 1 : Classement des Processus Aléatoires Généraux**

Notion de Processus Aléatoire, Processus stationnaires (strictement stationnaire, faiblement stationnaire, à accroissements stationnaires), Processus à accroissements indépendants, Processus récurrents, Notion d'ergodicité, Relation de dépendance. Exemples de processus gaussiens.

#### **Chapitre 2 : Chaînes de Markov**

Processus Markoviens. Chaîne de Markov à temps discret, Matrice de transition et graphe de transition, Propriétés Fondamentales, Probabilité de transition en  $n$  étapes, Comportement asymptotique, Régime transitoire et régime permanent, Distribution stationnaire, Distribution stationnaire et distribution limite, Chaînes de Markov absorbantes, Délais d'absorption et probabilité d'absorption, Délais d'atteinte et probabilité d'atteinte

#### **Chapitre 3 : Processus de Poisson**

Processus aléatoires à temps continu, Processus de comptage, Graphe de transition, Processus de Poisson et loi exponentielle, Intervalles entre deux événements, Généralisation, Nouvelles caractérisations du processus de Poisson, Superposition et Décomposition, Processus de Poisson et loi uniforme, Processus de Poisson composé

#### **Chapitre 4 : Processus de Naissance et de Mort**

Processus de Naissance pure, phénomène explosif, Exemples, Postulats du Processus de naissance et de mort, Durée d'attente, Equations différentielles dans les processus de naissance et de mort

#### **Chapitre 5 : Processus de renouvellement**

Définition, exemples et résultats généraux, Comportement asymptotique des processus de Renouvellement, Processus de renouvellement avec retard.

#### **Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

#### **Références:**

- D. Foata, A. Fuchs, Processus Stochastiques, Dunod, 2004
- Karlyn, S and H. Taylor, A First Course in Stochastic Process, San Diego, 1975
- Grimmett, C; Stirzaker, D, Probability and Random Process, Oxford University Press, third edition, Oxford, 2001
- Ross, S. Introduction to Probability Models, Academic Press, seventh edition, San Diego, 2000.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Méthodes numériques pour EDO et EDP**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce cours est une introduction succincte de certaines méthodes d'Analyse Numérique notamment la des différences finies utilisée dans la résolution des équations différentielles ordinaires et aux dérivées partielles.

Connaissances préalables recommandées : *Algèbre Linéaire de Licence, E. D. O et E. D. P.*

### **Contenu de la matière :**

#### **Partie1 : Méthode numérique pour EDO**

##### **Chapitre1 : Rappels sur les différents théorèmes d'existence, motivation**

##### **Chapitre2 : les différences finies**

- Principe - ordre de précision
- Notation indicielle
- Exemple simple 1D avec conditions de Dirichlet
- Exemple simple 1D avec conditions mixtes Dirichlet-Neumann

#### **Partie2 :**

##### **Chapitre3 : Méthode numérique pour EDP**

- Les différences finies
- Schéma d'ordre supérieur
- Discrétisation de l'équation de la chaleur 1D
- Schéma explicite
- Schéma implicite
- Schéma Crank-Nicolson
- Discrétisation de l'équation de Laplace 2D stationnaire

##### **Chapitre4 : Introduction aux éléments finis**

#### **Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

#### **Références:**

- P.G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique et à l'optimisation, Masson 1982.
- Curtis F. Gerald, Patrick O. Wheatley, Applied Numerical Analysis. Third Edition, Addison-Wesley Publishing Company.
- Quarteroni A., Sacco R., and Saleri F. Numerical mathematics. Springer, 2000.
- J.Rappaz and M. Picasso - Introduction à l'analyse numérique. Presses Polytechniques et Universitaires, Romandes, Lausanne, 1998.
- P.A. Raviart and J.M. Thomas. Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Introduction à la théorie des opérateurs linéaires**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement**

Familiariser l'étudiant avec les notions de base de la théorie des opérateurs linéaires pour constituer un socle à de futures éventuelles études en EDP , en théorie spectrale et en équations différentielles abstraites

Connaissances préalables recommandées : Topologie des espaces métriques, des espaces vectoriels normés et analyse hilbertienne

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Opérateurs linéaires**

- Rappels sur les espaces de Banach : Définitions et résultats préliminaires, exemples d'espaces de Banach de dimension infinie, espaces vectoriels normés de dimension finie
- L'espace  $L(E,F)$  des opérateurs linéaires
- Opérateurs à domaine dense et prolongement par continuité
- Convergence ponctuelle et convergence uniforme
- Principe de la borne uniforme
- Inversibilité des opérateurs linéaires

**Chapitre 2 : Opérateurs linéaires et applications**

- Dual d'un espace vectoriel normé
- Théorèmes de Hahn-Banach : forme analytique du théorème de Hahn-Banach (prolongement des formes linéaires), formes géométriques du théorème de Hahn-Banach (séparation des ensembles convexes)
- Opérateur adjoint
- Cas particulier : espace de Hilbert : généralités sur les espaces de Hilbert, propriétés de l'adjoint d'un opérateur linéaire
- Spectre d'un opérateur

**Chapitre 3: Introduction à la théorie spectrale des opérateurs compacts**

- Définitions et résultats : opérateurs compacts, opérateurs de rang fini
- Spectre d'un opérateur compact
- Théorèmes de Fredholm

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

- Trenoguine. Analyse fonctionnelle
- Kolmogorov, Fomine. Eléments de la théorie des fonctions et de l'analyse fonctionnelle

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Equations aux dérivées partielles**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement**

Prise de contact avec les EDP et quelques-unes des méthodes et des problématiques qui s'y rattachent, apprendre quelques techniques de résolution de chaque type.

Connaissances préalables recommandées : Analyse, algèbre, topologie

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Cas elliptique**

- Séparations des variables
- Etude du problème de Dirichlet pour le Laplacien ( $n=2$ ,  $n=3$ )

(Noyau de Poisson, Fonctions de Green pour la boule et le demi-plan)

**Chapitre2 : Cas hyperbolique – Equations des ondes**

- Par séparation des variables
- Représentation de la solution
- Principe de Huygens ( $n=1$ ,  $n=2$ )
- Cordes et plaques vibrantes (Séries de Fourier)

**Chapitre3 : Cas parabolique – Equation de la chaleur**

- Par séparation des variables et superposition (Séries de Fourier)
- Représentation de la solution dans  $\mathbb{R}^n$ , régularité de la solution.
- Equations particulières (Bernouilli-Ricati-Clairaut)

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Références:**

- -J.Bass, Analyse mathématique Tome 2
- -Hervé Reinhardt, Equations aux dérivées partielles-cours et exercices corrigés

**Semestre : 6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Modélisation mathématique des rythmes du vivant**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement**

Fournir à tous les étudiants une culture interdisciplinaire sur la modélisation des systèmes complexes, les étapes-clés de la modélisation, de la formalisation du problème biologique à l'interprétation des résultats en passant par l'analyse mathématique du modèle.

Connaissances préalables recommandées

L'étudiant doit avoir des connaissances en analyse réelle, équations différentielles ordinaires. Equation aux dérivées partielles.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Généralités, complexité du monde réel et du vivant.**

Methodologie de la modélisation,

**Chapitre2 : Modèles à une seule espèce**

- Modèle de Malthus (1798). Modèle de croissance logistique de Verhulst (1836).
- Modèle de Gompertz. Modèle de croissance avec effet « Allee»
- Modèle de Verhulst avec prédation. L'équation de Fisher (1937).

**Chapitre3 : Modèle à deux espèces**

- 3.1Modèle de Lotka-Volterra (1926).
- 3.2 Système adimensionnalisé.
- Propriétés.
- Extensions plus réalistes (différents fonctions de réponse).
- Une classe de modèles.
- Un modèle prédateurs-proies avec dispersion.

**Chapitre 4 : Modèles Epidémiologiques (SI, SIS, SIRS, SEIRS...)**

**Chapitre5 : Spatialisation et échelles de temps**

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références**

- P. Auger,C, Lett, J.C. Poggiale. Modélisation mathématique en écologie. Cours et exercice corrigésDunod. 2010.
- J. Istas, Introduction aux modélisations mathématiques pour les sciences du vivant, Mathématiques & Applications 34, 2000.
- O. Diekmann and J.A .P Heesterbeek, Mathematical epidemiology of infectious diseases, Wiley Series in Mathematical and Computational Biology, John & Sons Ltd, Chichester, 2000.
- L. Edelstein-Keshet, Mathematical models in biology, The Random House, Birkhauser Mathematics Series, Random House Inc., New York 1988.
- J. Murray: Mathematical Biology. Springer. 2001.
- Hal L. Smith, H. R. Thieme: Dynamical systems and population persistence, AMS, 2011.
- F. Brauer, C. C. Chavez : Mathematical Models in population biology and epidemiology, Springer. Second edition 2012.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Optimisation avec contraintes**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

### **Objectifs de l'enseignement**

L'objet de ce cours est une extension de l'optimisation sans contraintes. On y modélise certains problèmes pratiques issus de diverses activités économiques, médicales etc.

Pour ces différents problèmes avec contraintes, on étudie les conditions d'optimalité et on introduit les principaux algorithmes adaptés à chaque situation.

Connaissances préalables recommandées : Optimisation I.

### **Contenu de la matière :**

#### **Chapitre1 : Minimisation avec contraintes**

- Résultat d'existence et d'unicité
- Condition d'optimalité du 1<sup>er</sup> ordre
  - Condition d'optimalité du 1<sup>er</sup> ordre général
  - Contraintes d'égalité
  - Contrainte en égalité et en inégalité
- Conditions d'optimalité nécessaires du 2<sup>ème</sup> ordre

#### **Chapitre2 : Applications et exemples**

- Projection sur un convexe fermé
- Régression linéaire avec contraintes
- 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
- Méthodes de pénalisation
- Méthodes de programmation quadratique successive (S.Q.P)
  - Cas de contraintes en égalité
  - Cas de contraintes générales
- Méthode de dualité : méthode d'UZAWA

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

#### **Références bibliographiques**

- E.G. Goldstein, Theory of Convex Programming, Published by American Mathematical Society
- M. Minoux, Programmation mathématique : théorie et algorithmes : tome 2, Dunod, Paris (1983)
- M. Minoux : "Programmation Mathématique. Théorie et Algorithmes", 2 (ed.), (Lavoisier), (ISBN: 978-2-7430-1000-3) (2008)
- A.W.Robert and D.E.Varberg, Convex Functions, Academic Press, New York, 1980.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Fondamentale**

**Matière : Programmation linéaire**

**Crédits : 8**

**Coefficient : 5**

**Objectifs de l'enseignement :**

Ce module a pour objectifs de sensibiliser l'étudiant à l'importance pratique des problèmes d'optimisation linéaires, de maîtriser l'ensemble théorique sous-jacent, et de pouvoir utiliser ces techniques dans des problèmes pratiques.

Connaissances préalables recommandées : Mathématiques et informatique générales

**Contenu de la matière :**

**Chapitre1 : Introduction générale**

- Historique de la programmation linéaire
- Exemples de modélisation de problèmes pratiques sous forme de programme linéaire.

**Chapitre2 : Géométrie de la programmation linéaire**

- 2.1 Espaces vectoriels, rang de matrice, systèmes d'équations linéaires
- 2.2 Ensemble convexe, hyperplan, polyèdre, simplexe, point extrême

**Chapitre3 : Méthode primale de résolution d'un programme linéaire**

- Position du problème
- Caractérisation des points extrêmes
- Optimalité en un point extrême
- Critères d'optimalité : formule d'accroissement de la fonction objectif, critère d'optimalité, 3.5 condition suffisante d'existence de solution non bornée
- Algorithme du simplexe : amélioration de la fonction objectif en passant d'un point extrême à un autre, algorithme du simplexe sous forme matricielle, finitude de l'algorithme du simplexe, algorithme et tableau du simplexe
- Initiation de l'algorithme du simplexe : cas du programme linéaire sous forme normale, M-méthode, méthode de deux phases,

**Chapitre4 : Méthodes duales en programmation linéaire**

- 4.1 Définitions
- 4.2 Formule d'accroissement de la fonction duale et critère d'optimalité
- 4.3 Condition suffisante de solutions réalisables dans le problème primale
- 4.4 Algorithme dual du simplexe
- Initialisation de l'algorithme duale du simplexe

**Mode d'évaluation : Examen (60%) , contrôle continu (40%)**

**Références:**

- M. Sakarovich, Graphes et programmation linéaire, Ed. Hermann. 1984.
- H. Mauran, Programmation linéaire appliquée, Ed. Technip, 1967.
- A. Kauffman, Méthodes et modèles de R.O., Ed. Dunod, 1976.
- V. Chvatal, Linear programming. W.H. Freeman and Company, 1983.

**Semestre :6**

**Unité d'enseignement : Méthodologie**

**Matière : Transformations intégrales les espaces  $L^p$**

**Crédits : 5**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement**

L'objectif essentiel de cet enseignement est l'étude de deux types de transformations dans les espaces  $L^p$ , en montrant leur utilité dans la résolution de certains équations différentielles.

Connaissances préalables recommandées : Topologie, Mesure et Intégration

Contenu du module :

**Chapitre 1 : Les espaces  $L^p$**

- Rappels de quelques résultats d'intégration.
- Définition et propriétés élémentaires des espaces  $L^p$ .
- Réflexibilité. Séparabilité. Dual de  $L^p$ .
- Convolution et régularisation. Théorèmes de densité.

**Chapitre 2 : Transformation de Fourier**

- 2.1 Transformation de Fourier pour les fonctions intégrables.
- 2.2 Propriétés de la transformation de Fourier.
- 2.3 Transformation de Fourier inverse.
- 2.4 Transformation de Fourier pour les fonctions de carré sommable.

**Chapitre 3 : Transformation de Laplace**

- Définition et propriétés de la transformation de Laplace.
- Quelques transformées usuelles.
- Inversion de la transformée de Laplace.
- Application à la résolution des équations différentielles.

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

**Références:**

1- J. Bass, Cours de mathématiques, tome 1, Éd. Masson et Cie - Paris, 1964.

2- H. Brézis, Analyse fonctionnelle, Masson, 1993.

3- A. Yger, Espaces de Hilbert et analyse de Fourier, Cours de 3<sup>ème</sup> année de licence, université Bordeaux I, 2008.

Semestre : 6

Unité d'enseignement : Méthodologie

Matière : Géométrie différentielle

Crédits : 5

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement

L'étudiant apprendra le calcul différentiel et le calcul intégral sur des objets abstraits qui sont les variétés différentiables modélisant les espaces euclidiens réels.

Connaissances préalables recommandées : *Analyse Réelle et Algèbre Linéaire*

Contenu de la matière :

**Chapitre1 : Théorème d'inversion locale.**

- Applications de classe  $C^r$ .
- Difféomorphismes.
- Théorème des fonctions implicites.

**Chapitre2 : Théorème du rang.**

- 2.1 Le rang.
- 2.2 Théorème de submersion.
- 2.3 Théorème d'immersion.
- 2.4 Théorème du rang constant

**Chapitre3 : Sous-Variétés de  $\mathbb{R}^n$ .**

- 3.1 La notion de sous variété.
- 3.2 Espaces tangents.
- 3.3 Sous variétés définies par des équations.
- 3.4 Sous variétés définies par un paramétrage.
- 3.5 Le lemme de Morse.
- 3.6 Fibré tangent à une sous variété de  $\mathbb{R}^n$ .

**Chapitre4 : Orientations et variétés à bord.**

**Chapitre5 : Formes différentielles et différentielle extérieure.**

- 5.1 Rappels d'algèbre linéaire.
- 5.2 Formes multilinéaires alternées.
  - Produit intérieur.
  - Produit extérieur.
- 5.3 Formes différentielles.
- 5.4 Différentielle extérieure. Existence et unicité.
- 5.5 Formes différentielles induites et Lemme de Poincaré.

**Chapitre 6 : Intégration des formes différentielles.**

- 6.1 Intégration sur  $\mathbb{R}^n$ .
- 6.2 Intégration sur une variété.
- 6.3 La formule de Stokes.
- 6.4 Applications de la formule de Stokes.  
Divergence et formule de Green-Ostrogradski

**Mode d'évaluation : Examen (60%), contrôle continu (40%)**

Références

1. Quatre-vingt-douze exercices classiques de géométrie différentielle pour la maîtrise de mathématiques. Michèle Audin.
2. Cours de Mathématiques, deuxième année, Jack Dixmier.
3. Introduction aux variétés différentiables, presse Université de Grenoble 1996, J.J la fontaine.
4. Notes de cours de géométrie différentielle, Claude Viterbo, 23-juin-2013

**Unité d'enseignement:** Découverte

**Matière:** Theoretical Foundations of Machine Learning

**Credits:** 2

**Coefficient:** 2

**Volume Horaire:**

- Lectures: 30h00
- Tutorials (TD): 22h30
- Practical Work (TP): 15h00
- **Total VH:** 67h30

### **Objectifs de l'enseignement**

- Understand the mathematical principles of machine learning (models, optimization, generalization).
- Prove key properties of fundamental models (regression, classification, SVMs).
- Implement basic machine learning algorithms in Python to reinforce theoretical concepts.
- Analyze approximation errors, overfitting, and generalization theoretically and practically, supporting *Regression Analysis* and *Advanced Probability*.

### **Connaissance préalables recommandées**

- Advanced Python programming (*Fundamentals of Programming, Advanced Scientific Computing*).
- Mathematical analysis (*Analysis 1–4*: series, optimization, integrals).
- Linear algebra (*Algebra 1–3*: matrices, eigenvalues).
- Probability and statistics (*Probability, Parametric Statistics*: distributions, likelihood).
- Numerical methods (*Numerical Analysis 1–2*: optimization, ODEs).

### **Contenu de la matière**

#### **Chapter 1: Introduction to Machine Learning**

- Mathematical definition of learning: supervised, unsupervised.
- Loss functions, empirical risk minimization.
- Overview of models: regression, classification, clustering.
- TD: Analyze learning scenarios (e.g., overfitting vs. generalization).

#### **Chapter 2: Linear Models**

- Linear regression: least squares, normal equations, convergence proofs.
- Regularization: Ridge, LASSO (theoretical formulations).
- Logistic regression: maximum likelihood, gradient-based optimization.
- TP: Implement linear regression in Python (NumPy, scikit-learn).

#### **Chapter 3: Optimization in Machine Learning**

- Gradient descent: algorithm, convergence for convex functions.
- Stochastic gradient descent: properties, mini-batch methods.
- Non-convex optimization: challenges in neural networks.
- TP: Simulate gradient descent convergence (Python, Matplotlib).

#### **Chapter 4: Statistical Learning Theory**

- Probably Approximately Correct (PAC) learning model.
- Vapnik-Chervonenkis (VC) dimension: definitions, examples.
- Bias-variance decomposition, generalization bounds (Hoeffding's inequalities).

- TD: Compute VC dimension for simple models (e.g., linear classifiers).

### Chapter 5: Support Vector Machines (SVMs)

- Maximum margin classifiers: primal and dual formulations, proofs.
- Kernel methods: linear, polynomial, Gaussian kernels (theoretical).
- Lagrangian duality and optimization.
- TP: Implement a basic SVM classifier (scikit-learn).

### Chapter 6: Introduction to Neural Networks

- Perceptrons, multilayer perceptrons: architecture, loss functions.
- Backpropagation: mathematical derivation.
- Universal approximation theorem (proof outline).
- TP: Build a simple neural network (TensorFlow, link to *Deep Learning* module).

### Evaluation

- Continuous Assessment (40%): Theoretical exercises (20%), TP assignments and mini-projects (20%).
- Final Exam (60%): Written exam (proofs, derivations) and mini-project evaluation (code, analysis).

### References

1. Bishop, C. M., *Pattern Recognition and Machine Learning*, Springer, 2006.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., *Deep Learning*, MIT Press, 2016.
3. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J., *The Elements of Statistical Learning*, Springer, 2009.
4. Murphy, K. P., *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*, MIT Press, 2012.
5. Scikit-learn Documentation: [scikit-learn.org](http://scikit-learn.org).
6. McKinney, W., *Python for Data Analysis*, O'Reilly, 2017.

Semestre: 06

Unité d'enseignement : Découverte

Matière: Deep Learning and Physics-Informed Neural Networks

Credits: 2

Coefficient: 2

Volume Horaire:

- Lectures: 30h00
  - Tutorials (TD): 22h30
  - Practical Work (TP): 15h00
- Total VH: 67h30**

### Objectives

- Master deep learning techniques for data-driven and physics-based modeling.
- Understand and implement physics-informed neural networks (PINNs) for solving ODEs and PDEs.
- Use DeepXDE to model complex scientific problems in physics and engineering.
- Apply deep learning to real-world problems via a project, complementing *Numerical Analysis and Applications of Mathematics to Other Sciences*.

### Connaissances préalables recommandées

- Advanced Python programming (*Fundamentals of Programming, Advanced Scientific Computing*).
- Mathematical analysis (*Analysis 1–4*: ODEs, PDEs, integrals).
- Linear algebra (*Algebra 1–3*: matrices, eigenvalues).
- Numerical methods (*Numerical Analysis 1–2*: ODE/PDE solving).
- Basic machine learning (*Theoretical Foundations of Machine Learning* recommended).

### Content

#### Chapter 1: Foundations of Deep Learning

- Neural networks: architectures, activation functions, loss functions.
- Optimization: gradient descent, backpropagation, Adam optimizer.
- Frameworks: TensorFlow, PyTorch basics.
- TP: Build a feedforward neural network for classification (e.g., IRIS data).

#### Chapter 2: Data-Driven Modeling

- Supervised learning: regression, classification tasks.
- Convolutional Neural Networks (CNNs): architecture, applications.
- Data preprocessing: normalization, augmentation, batching.
- TP: Train a CNN for image classification (e.g., CIFAR-10).

#### Chapter 3: Physics-Informed Neural Networks (PINNs)

- PINNs: integrating physical laws (ODEs, PDEs) into neural networks.
- Automatic differentiation: computing derivatives in neural networks.
- Loss formulation: data loss, physics loss, boundary conditions.
- TP: Solve a simple ODE (e.g., exponential decay) using a neural network.

#### Chapter 4: DeepXDE for PINNs

- DeepXDE: features, workflow (geometries, PDEs, boundary conditions).

- Solving ODEs: systems like Lotka-Volterra.
- Solving PDEs: Poisson, Burgers' equations.
- TP: Solve a 2D PDE (e.g., Laplace equation) with DeepXDE.

### Chapter 5: Advanced PINN Applications

- Inverse problems: parameter estimation from data.
- Multi-physics problems: coupled PDEs (e.g., heat and fluid flow).
- Applications: fluid dynamics, wave propagation.
- TP: Implement an inverse problem (e.g., inferring diffusion coefficient).

### Chapter 6: Capstone Project

- Model a real-world problem (e.g., heat transfer, wave equation) using PINNs.
- Deliverable: Jupyter Notebook with code, visualizations, report comparing PINNs to traditional methods.
- TP: Develop and present the project.

### Evaluation

- Continuous Assessment (40%): TP assignments (20%), project milestones (20%).
- Final Exam (60%): Written exam (theory, coding) and project defense.

### References

1. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., *Deep Learning*, MIT Press, 2016.
2. Raissi, M., Perdikaris, P., Karniadakis, G. E., *Physics-Informed Neural Networks*, Journal of Computational Physics, 2019.
3. DeepXDE Documentation: [deepxde.readthedocs.io](https://deepxde.readthedocs.io).
4. Johansson, R., *Numerical Python*, Apress, 2019.
5. TensorFlow Documentation: [tensorflow.org](https://www.tensorflow.org).
6. PyTorch Documentation: [pytorch.org](https://pytorch.org).

**Semestre : 06**

**Unité d'enseignement : Transversale**

**Matière : Ethique et histoire des Mathématiques modernes**

**Crédits : 2**

**Coefficient : 2**

**Objectifs de l'enseignement :**

This module aims to provide students with a comprehensive understanding of the evolution of modern mathematics from the Renaissance to the 20th century, highlighting key contributions from figures such as Hilbert, Banach, Minkowski, von Neumann, Nash, Gödel, Poincaré, and the Bourbaki group. It integrates ethical and deontological principles governing teaching and scientific research, fostering an appreciation of the societal and scientific impact of mathematics and the responsibilities of mathematicians.

**Connaissances préalables recommandées :**

- Foundations in mathematical analysis, algebra, and probability.
- Basic knowledge of research methodology.
- Familiarity with academic environments and pedagogical practices.

**Contenu de la matière :**

**Chapitre 1 : Introduction to Ethics and the History of Modern Mathematics**

- Definitions of ethics, deontology, and the history of mathematics.
- Importance of historical and ethical contexts in understanding modern mathematics.
- Overview of ethical codes and key milestones in modern mathematics.

**Chapitre 2 : Early Modern Mathematics (15th–17th Centuries)**

- Renaissance and symbolic algebra: Cardano, Viète, and Descartes.
- Development of calculus: Newton and Leibniz.
- Ethical issues: The Newton-Leibniz priority dispute and its implications for scientific collaboration.

**Chapitre 3 : Analysis and Probability in the 18th Century**

- Contributions of Euler, Lagrange, and Laplace to analysis and probability.
- Emergence of differential equations and their applications.
- **Poincaré**: Foundations of topology and chaos theory as precursors to modern mathematics.
- Ethical considerations: Fair recognition of contributions and equitable access to knowledge.

**Chapitre 4 : Formalization and Rigor in the 19th Century**

- Non-Euclidean geometry: Gauss, Riemann, and **Minkowski** (geometry of n-dimensional spaces and its role in relativity).
- Abstract algebra: Galois and Cayley.
- Mathematical rigor: Cauchy and Weierstrass in real analysis.
- Ethical dilemmas: Intellectual property and attribution issues.

**Chapitre 5 : 20th Century Mathematics – Foundations and Applications**

- **Hilbert**: The 23 problems and the formalization program shaping modern mathematics.
- **Banach**: Functional analysis and Banach spaces, foundational for applied mathematics.
- **Gödel**: Incompleteness theorems and their impact on mathematical logic.
- **von Neumann**: Game theory, operator theory, and contributions to computing.

- **Nash**: Nash equilibrium and its applications in economics and optimization.
- **Bourbaki(groupe)**: Axiomatic approach to unify and formalize modern mathematics.
- Ethical implications: Responsibilities in applying mathematical theories to technology.

### Chapitre 6 : Scientific Integrity and Teaching Responsibilities

- Principles of scientific integrity: Addressing plagiarism, data falsification, and ethical data management.
- Responsibilities of educators: Ensuring impartiality, fairness, and prevention of academic fraud.
- Ethical frameworks for research publication and authorship.

### Chapitre 7 : Interdisciplinary Applications and Ethical Reflection

- Historical impact: Contributions of Poincaré (chaos theory), Hilbert (formalization), and Bourbaki (axiomatization) to modern mathematics.
- Applications of probability methods: Monte Carlo, Metropolis-Hastings, and Gibbs Sampler in mathematical modeling.
- Practical exercise: Drafting an ethical charter for mathematical research or teaching project inspired by the contributions of these figures.

### Mode d'évaluation :

- **Examen final (60%)**: Written assessment analyzing a historical mathematical development (e.g., Hilbert's problems or Gödel's theorems) and its ethical implications.
- **Contrôle continu (40%)**: Written assignments and oral presentations on a mathematician (e.g., Banach, Nash, Bourbaki) or an ethical principle in research or teaching.

### Références :

1. Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (2011). *A History of Mathematics*. Wiley.
2. Kline, M. (1972). *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times*. Oxford University Press.
3. Stillwell, J. (2010). *Mathematics and Its History*. Springer.
4. Resnik, D. B. (2015). *The Ethics of Research with Human Subjects*. Springer.
5. Macfarlane, B. (2009). *Researching with Integrity: The Ethics of Academic Enquiry*. Routledge.
6. Aczel, A. D. (2000). *The Mystery of the Aleph: Mathematics, the Kabbalah, and the Search for Infinity*.
7. Nasar, S. (1998). *A Beautiful Mind*.
8. Bourbaki, N. (1994). *Elements of the History of Mathematics*. Springer.
9. Robert, C. P., & Casella, G. (2011). *Méthodes de Monte-Carlo avec R*. Springer-Verlag France.