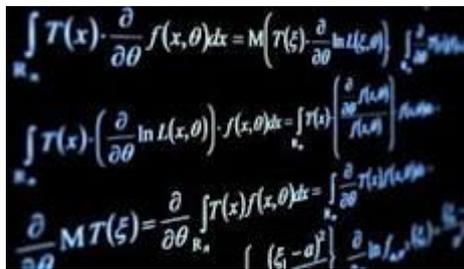




# Demande d'habilitation d'une Licence en Mathématiques

Pour la période : 2019-2020 / 2022-2023

**(1 demande par parcours)**



## 1 Offre de formation

### 1.1 Demandeur(s)

<b>Instructions</b>
<p><i>Indiquer le(s) noms des université(s), établissement(s) et département(s).</i></p> <p><i>Spécifier l'université, l'établissement et le département partenaire(s) en cas de co-habilitation ou co-diplomation</i></p>

<b>Université</b>	
<b>Etablissement</b>	
<b>Département(s)</b>	

<b>Université</b>	
<b>Etablissement</b>	
<b>Département(s)</b>	

### 1.2 Identification du parcours

<b>Instructions</b>	
<i>Domaine :</i>	<i>Choisir dans la liste des domaines prédéfinis</i>
<i>Mention :</i>	<i>Choisir dans la liste des mentions prédéfinies par la CNS</i>
<i>Parcours (ou spécialité) :</i>	<i>A spécifier par établissement(s)</i>
<i>Nature de la licence :</i>	<i>Choisir une ou plusieurs catégories dans la liste proposée</i>

Type de formation :	Choisir un type parmi les deux proposés
Mode d'organisation de la formation :	Choisir un mode parmi les quatre proposés
Commission Nationale Sectorielle :	Choisir l'une des commissions dans la liste proposée

<b>Domaine</b>	Sciences, technologies et études technologiques
<b>Mention</b>	Mathématiques
<b>Parcours (ou spécialité)</b>	
<b>Nature de la licence</b>	<input type="checkbox"/> Normale <input type="checkbox"/> Co-construction <input type="checkbox"/> Co-diplomation <input type="checkbox"/> Co-habilitation
<b>Type de formation</b>	<input type="checkbox"/> Initiale <input type="checkbox"/> Continue
<b>Mode d'organisation de la formation</b>	<input type="checkbox"/> Présentielle <input type="checkbox"/> A distance <input type="checkbox"/> Mixte <input type="checkbox"/> Alternance
<b>Commission Nationale Sectorielle</b>	Commission Nationale Sectorielle de Mathématiques

### 1.3 Métiers visés (liste en indiquant le secteur le cas échéant) et perspectives professionnelles du parcours

<b>Instructions</b>
<p>Préciser la liste des métiers visés par l'offre de formation en s'appuyant, dans la mesure du possible, sur les référentiels de métiers disponibles dans les liens suivants :</p> <p><a href="http://www.uni-renov.rnu.tn/actualite/fr/450/Referentiel-Tunisien-des-Metiers-et-des-Competences.html">http://www.uni-renov.rnu.tn/actualite/fr/450/Referentiel-Tunisien-des-Metiers-et-des-Competences.html</a></p> <p><a href="https://www.pole-emploi.fr/candidat/le-code-rome-et-les-fiches-metiers-@/article.jspz?id=60702">https://www.pole-emploi.fr/candidat/le-code-rome-et-les-fiches-metiers-@/article.jspz?id=60702</a></p> <p><a href="https://www.pole-emploi.fr/candidat/les-fiches-metiers-@/index.jspz?id=681">https://www.pole-emploi.fr/candidat/les-fiches-metiers-@/index.jspz?id=681</a></p>

Liste des métiers visés :

### 1.4 Objectifs de la formation

#### 1.4.1 Objectif général

<b>Instructions</b>
<p><b>Objectif général :</b> Préciser l'objectif général de la formation proposée.</p> <p><b>Définition :</b>  Un objectif général définit la raison d'être de l'offre de formation, le but ultime à long terme (plusieurs actions contribuent à son atteinte).  L'objectif général ne dit rien de la manière dont les acteurs vont s'y prendre pour l'atteindre.  Il peut être rédigé en référence à la satisfaction des besoins identifiés.</p> <p><b>Exemple :</b>  La licence de mathématique vise à donner en trois ans une culture générale mathématique, permettant au futur diplômé de poursuivre ses études par un master ou une école d'ingénieur pour viser des débouchés professionnels.  Elle s'ouvre aux métiers de l'enseignement et de la recherche ainsi qu'aux écoles d'ingénieurs. Elle dispense une formation généraliste en mathématiques.</p>

Objectif général :

#### 1.4.2 Objectifs spécifiques

##### Instructions

**Objectif spécifique** : Préciser deux ou trois objectifs spécifiques de la formation proposée.

**Définition** :

Il concerne une compétence ou un nombre réduit de compétences. Il découle de l'objectif général.

L'énoncé d'un objectif spécifique comporte : un verbe d'action qui décrit le comportement ou la performance visés (le comportement ou la performance est observable).

**Exemple** :

Développer les techniques de commerce international chez les apprenants.

Développer les compétences linguistiques pour agir dans un environnement international

Développer les habiletés en communication et management interculturels pour pouvoir assumer des postes de responsabilités dans une organisation internationale

Objectifs spécifiques :

#### 1.4.3 Acquis d'apprentissages (Learning Outcomes)

##### Instructions

**Acquis d'apprentissages** : Préciser les acquis d'apprentissage que l'apprenant doit détenir suite à la formation proposée.

**Définition** :

Les acquis d'apprentissage (AA) ou Learning Outcomes (LO) sont des formules qui décrivent ce que l'apprenant doit savoir, comprendre et être capable de faire à l'issue de l'apprentissage (Cedefop, 2009). Ils sont formulés en termes de **connaissances**, **d'aptitudes** et **d'attitudes**.

L'énoncé des acquis d'apprentissage comporte : un verbe d'action qui décrit le comportement ou la performance visé. Autrement dit, les AA doivent être centrés sur l'apprenant et évaluables en fin de formation.

**Exemples de verbes d'actions** :

Analyser, appliquer, argumenter, assembler, calculer, catégoriser, choisir, classer, comparer, compiler, concevoir, créer, critiquer, décrire, défendre, définir, démontrer, développer, différencier, discuter, distinguer, écrire, employer, estimer, étiqueter, évaluer, examiner, expliquer, exploiter, formuler, gérer, identifier, illustrer, indiquer, interpréter, lister, localiser, mémoriser, ordonner, organiser, planifier, pratiquer, préparer, prévoir, programmer, proposer, questionner, rapporter, reconnaître, répertorier, répéter, reproduire, résoudre, réviser, revoir, sélectionner, traduire, utiliser...

**Exemple** :

A la fin de la formation, les participants doivent être capables de :

**Connaissances (savoir)** :

- Lister les compétences entrepreneuriales et les pratiques d'évaluations associées
- Identifier les différentes opportunités qu'offrent les méthodes pédagogiques actives pour développer l'esprit entrepreneurial chez l'apprenant
- Lister les composantes d'un projet entrepreneurial

**Aptitudes (savoir-faire)** :

- Générer des idées de projets nouvelles et innovantes
- Définir des objectifs
- Elaborer un plan organisant les activités relatives à un projet donné
- Identifier les ressources nécessaires pour un projet donné et élaborer le budget correspondant

- *Conduire une évaluation des risques associés à un projet donné (prédire les contraintes potentielles pour la mise en œuvre du projet) et, plus généralement, démontrer une capacité d'évaluation de la faisabilité d'un projet*
- *Démontrer une habileté de représentation, de synthèse (vision globale) et de négociation pour un projet donné*
- *Démontrer une capacité à mettre en œuvre et à gérer un projet donné*
- *Démontrer une capacité à mettre en place un système d'évaluation et les éventuelles mesures correctives*

Attitudes (savoir-être) :

- *Montrer une attitude positive envers l'adoption de nouvelles approches pédagogiques*
- *Prendre systématiquement des initiatives pour réaliser ses idées créatives*
- *S'engager activement et être responsable dans la mise en œuvre du projet pour atteindre les objectifs fixés*
- *Démontrer une capacité à travailler à la fois individuellement et en équipe*

## 1.5 Conditions d'accès à la formation

Instructions
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Nature du Bac</b> : Préciser la nature de bacs acceptables pour l'admission dans cette formation. Cocher obligatoirement la case <b>OUI</b> ou <b>NON</b> pour chaque type de bac.</li> <li>▪ <b>Répartition</b> : Indiquer le pourcentage pour chaque type de bac coché <b>OUI</b>. Le total doit être égal à 100%.</li> <li>▪ <b>Nombre prévu d'étudiants</b> : Indiquer le nombre d'étudiants demandé pour chacune des quatre années de l'habilitation de la formation.</li> <li>▪ <b>Test d'admission</b> : indiquer s'il y a un test d'admission après l'orientation pour l'admission finale.</li> <li>▪ <b>Autre (à préciser)</b> : indiquer s'il y a d'autres exigences ou pré-requis pour l'admission finale.</li> </ul>

Nature du Bac et répartition		Nombre prévu d'étudiants répartis sur les années d'habilitation
Bac Mathématiques	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	<input type="checkbox"/> Année 1 : ..... <input type="checkbox"/> Année 2 : ..... <input type="checkbox"/> Année 3 : ..... <input type="checkbox"/> Année 4 : .....
Bac Sciences expérimentales	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	
Bac Economie et Gestion	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	
Bac Informatique	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	
Bac Lettres	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	
Bac Sport	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	
Bac Technique	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	
Autres (à préciser) :	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non    .....	

Test d'admission :  Oui     Non

Autre (à préciser) : .....

## 1.6 Perspectives académiques

Instructions
<p>Indiquer les perspectives académiques pour cette formation en précisant les possibilités pour poursuivre des études de mastères, d'ingénieurs... et la (les) discipline(s) associée(s).</p>

--

## 1.7 Perspectives à l'échelle internationale

Instructions
<p>Indiquer les perspectives internationales pour cette formation en précisant les possibilités de mobilités et le cadre de celle-ci.</p> <p>Exemples : Erasmus, Co-diplômation, PFE, Bourses d'alternance, Parrainage...</p>

--

## 2 Programme de la formation

### 2.1 (Descriptif détaillé du parcours)

Instructions
<i>Codes des modules : Voir plan d'études.</i>
<i>Volume horaire (règle/loi) : Voir plan d'études.</i>
<i>Volume horaire total <u>convenu</u> : Voir plan d'études.</i>
<i>Régime d'examen : Voir plan d'études.</i>
<i>Règles de passage et de réussite :</i> <i>1) Pour chaque UE suivant le régime mixte, la règle est la suivante :</i> <i>Session principale : <math>MP = \max(EP, (2EP+CC)/3)</math></i> <i>Session de rattrapage : <math>MR = \max(MP, ER, (2ER+CC)/3)</math>.</i> <i>EP= note de l'UE à la session principale; CC= note du contrôle continu et ER= note de l'UE à la session de rattrapage.</i> <i>2) Le module Activités Pratiques en S6, doit être validé (avoir la moyenne) et sa note n'intervient pas dans le calcul de la moyenne générale en L3.</i>

Instructions
<i>Unités Fondamentales:</i> <i>1) Le programme des unités fondamentales fixées par la CNS est détaillé ci dessus.</i> <i>2) L'établissement demandeur d'une licence en mathématiques doit fournir le programme de chaque unité fondamentale qui n'est pas fixée par la CNS.</i> <i>Unités optionnelles: Les unités optionnelles doivent compléter la formation et leurs programmes doivent être fournis.</i>  <i>Activités pratiques: L'établissement demandeur d'une licence en mathématiques doit préciser la nature de ces activités.</i> <i>Dans le cas où ces activités se déroulent durant le semestre S6, dans l'établissement, la CNS propose:</i>  <i>Choix des sujets</i> <i>Une liste de sujets de projets est proposée aux étudiants au début du semestre S5 (le nombre exact est ajusté à la rentrée en fonction des effectifs présents).</i> <i>La liste des sujets est arrêtée au début du semestre S5 par la commission de la licence.</i> <i>Les étudiants choisissent leurs projets avant la fin du semestre S5, les encadrants et le responsable de la licence veillent à ce que ceux-ci se répartissent sur l'ensemble des projets avec</i>

***un nombre d'étudiants entre 2 et 4 par sujet.***

***Chaque étudiant doit***

- ***Faire au moins trois exposés devant son encadrant au cours de la préparation de son projet.***
- ***Rédiger un document relatif à son sujet et l'écrire en Latex. L'encadrant apportera, avant la soutenance, les corrections nécessaires à ce document.***
- ***Déposer une version définitive du mémoire auprès de la direction du département.***
- ***Soutenir son mémoire en présence de tous les étudiants devant un même jury incluant tous les encadrants des projets.***

***Unités Transversales : Voir Plan d'études.***

# PLAN DES ETUDES

## Licence Mathématiques: Semestre -1

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre 1	LMF111		Algèbre 1	3	3				7		4		2h
2	Analyse 1	LMF112		Analyse 1	3	3				7		4		2h
3	Algorithmique 1	LMF113		Algorithmique 1	1h30		2			4		2		1h30
4	Option	LMO114		Consolider la formation	2	2				6		3		1h30
5	Transversale	LMT115	LMT115/1	Anglais 1	1H30				3	6	1	2	X	
			LMT115/2	Programmation en Python 1		2			3		2		X	
<b>TOTAL: 23H00/S</b>					<b>11</b>	<b>10</b>	<b>2</b>			<b>30</b>		<b>15</b>		

## Licence Mathématiques: Semestre -2

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECU E	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre 2	LMF121		Algèbre 2	3	3				7		4		2h
2	Analyse 2	LMF122		Analyse 2	3	3				7		4		2h
3	<b>UEF</b>	LMF123		<b>##</b>	1h30	1h30				4		2		1h30
4	Option	LMO124		<b>Consolider la formation</b>	2	2				6		3		1h30
5	Transversale	LMT125	LMT125/1	Anglais 2	1H30				3	6	1	2	X	
			LMT125/2	Programmation statistique avec $\mathcal{R}$	0h30	1h30			3		1		X	
<b>TOTAL: 22H30/S</b>					<b>11h30</b>	<b>11h00</b>				<b>30</b>		<b>15</b>		

**## A choisir parmi les matières en dehors du domaine des mathématiques ( par exemple : physique, thermodynamique...)**

### Licence Mathématiques: Semestre -3

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre 3	LMF231		Algèbre 3	3	3				7		4		2h
2	Analyse 3	LMF231		Analyse 3	3	3				7		4		2h
3	Algorithmique 2	LMF233		Algorithmique 2	1h30		2			4		2		1h30
4	Option	LMO234		Consolider la formation	2	2				6		3		1h30
5	Transversale	LMT235	LMT235/1	Anglais 3	1H30				3	6	1	2	X	
			LMT235/2	Programmation en Python 2		2			3		1		X	
<b>TOTAL: 23H00/S</b>					<b>11</b>	<b>10</b>	<b>2</b>			<b>30</b>		<b>15</b>		

## Licence Mathématiques: Semestre -4

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentesielles (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	Algèbre 4	LMF241		Algèbre 4	3	3				7		4		2h
2	Analyse 4	LMF242		Analyse 4	3	3				7		4		2h
3	UEF	LMF243		A fixer par le département selon le parcours	1h30	1h30				4		2		1h30
4	UEO	LMO363		Consolider la formation	2	2				6		3		1h30
5	Transversale	LMT245	LMT245/1	Soft Skills	1H30				3	6	1	2	X	
			LMT245/2	Programmation en Python 3		2			3		1		X	
<b>TOTAL: 22H30/S</b>					<b>11</b>	<b>11h30</b>				<b>30</b>		<b>15</b>		

## Licence Mathématiques: Semestre -5

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentielle (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UEF	LMF351		A fixer par le département selon le parcours	3	3				7		4		3h
2	UEF	LMF352		A fixer par le département selon le parcours	3	3				7		4		3h
3	UEF	LMF353		A fixer par le département selon le parcours	1h30	1h30				4		2		1h30
4	Option	LMO354		Consolider la formation	2	2				6		3		1h30
5	Transversale	LMT355	LMT355/1	Soft Skills	1h30				3	6	1	2	X	
			LMT355/2	Introduction data Science		2			3		1		X	
<b>TOTAL: 22H30/S</b>					11h00	11h30				30		15		

**UEF: Pourront être choisies parmi la liste ci-dessous**

## Licence Mathématiques: Semestre -6

N°	Unité d'enseignement (UE) / Compétences	Code de l'UE (Fondamentale / Transversale / Optionnelle)		Elément constitutif d'UE (ECUE)	Volume des heures de formation présentesielles (14 semaines)				Nombre de Crédits accordés		Coefficients		Modalité d'évaluation	
					Cours	TD	TP	Autres	ECUE	UE	ECUE	UE	Contrôle continu	Régime mixte
1	UEF	LMF361		A fixer par le département selon le parcours	3	3				6		4		3h
2	UEF	LMF362		A fixer par le département selon le parcours	1h30	1h30				4		2		1h30
3	Activités pratiques	LMP364		Projet ou stage <sup>#</sup>	**					20			Voir rubrique conditions de réussite	
TOTAL: 9H/S					4h30	4h30				30		6		

( )<sup>#</sup> Le nombre d'étudiants par projet varie entre 2 et 4.

\*\* 01H30 TD pour chaque projet ou encadrement de stage.

UEF: Pourront être choisies dans la liste ci-dessous

Remarque : Les membres du CNS recommandent aux établissements de programmer au semestre 5 ou 6 des modules de Probabilités et Statistiques

**Programme des unités d'enseignement  
fixées par La Commission Nationale  
Sectorielle de Mathématiques**

# Programme des unités d'enseignement de L1

## Semestre 1

**Algèbre 1 (Unité fondamentale)**  
**(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)**

UEF	Algèbre 1		Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Calculs algébriques.</b>		<b>03H00</b>
	1.1	Somme et produit finis.	
	1.2	Somme double.	
	1.3	Formule du binôme.	
<b>2</b>	<b>Vocabulaire ensembliste.</b>		<b>09H00</b>
	C	Éléments de logique.	
	2.2	Éléments de la théorie des ensembles.	
	2.3	Ensembles finis et dénombrement.	
	2.4	Applications et relations : ordre, équivalence, classe d'équivalence, ensemble quotient.	
<b>3</b>	<b>Rappels d'arithmétique dans l'ensemble des entiers relatifs.</b>		<b>06H00</b>
	3.1	Division euclidienne, Congruence.....	
	3.2	PGCD, PPCM....	
	3.3	Théorème de Gauss, Identité de Bezout, Algorithme d'Euclide...	
<b>4</b>	<b>Structures algébriques usuelles.</b>		<b>09H00</b>
	3.1	Structure de groupe : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sous-groupes, sous-groupes de Z.</li> <li>➤ Groupe monogène.</li> <li>➤ Ordre d'un élément, Théorème de Lagrange.</li> <li>➤ Morphisme de groupes.</li> <li>➤ Le groupe <math>S_n</math>, le groupe <math>Z/nZ</math>.</li> </ul>	
	3.2	Structures d'anneau et de corps.	
<b>5</b>	<b>Polynômes</b>		<b>09H00</b>
	5.1	Anneau des polynômes à une indéterminée sur IR ou C.	

	5.2	Fonctions polynomiales et racines.	
	5.3	Arithmétique dans $K[X]$ : Divisibilité et division euclidienne : PPCM, PGCD. Euclide, Procédé de Hörner.	
	5.4	Polynômes irréductibles de $C[X]$ et $IR[X]$ : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Décomposition en facteurs irréductibles,</li> <li>➤ Division suivant les puissances croissantes,</li> <li>➤ Relation entre racines et coefficients.</li> </ul>	
<b>6</b>	<b>Fractions rationnelles.</b>		<b>09H00</b>
	6.1	Corps $K(X)$ ( $K = IR$ ou $C$ ).	
	6.2	Forme irréductible d'une fraction rationnelle. Fonction rationnelle.	
	6.3	Degré, partie entière, zéros et pôles, multiplicités.	
	6.4	Décomposition en éléments simples sur $C$ et sur $IR$ .	

**Analyse 1 (Unité fondamentale)**  
**(3h cours et 3h TD)(Semestre 1)**

UEF	Analyse 1 (Semestre 1)		Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Nombres réels.</b>		<b>04H30</b>
	1.1	Ensembles de nombres usuels : $IN, Z, D, Q$ .	
	1.2	Nombres réels. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Généralités : majorant, minorant, minimum, maximum, borne supérieure, borne inférieure. Axiome de la borne supérieure.</li> <li>➤ Intervalles de <math>IR</math>. Droite numérique achevée.</li> </ul>	
	1.3	Théorème d'Archimède et densité.	
<b>2</b>	<b>Suites numériques.</b>		<b>09H00</b>
	2.1	Rappels sur les suites : Suite majorée, suite minorée, suite bornée, suite monotone. Suite extraite.	
	2.2	Convergence d'une suite numérique. Définition de la limite. Opérations sur les limites. Limites infinies.	
	2.3	Théorèmes d'existence de limites. Suites monotones bornées. Suites adjacentes. Segments emboîtés, Théorème de Bolzano-Weierstrass.	
	2.2	Suite de Cauchy. Définition. $IR$ est complet.	
	2.5	Suites particulières : suites arithmétiques, géométriques, suites récurrentes linéaires.	
	2.6	Suites complexes.	
<b>3</b>	<b>Fonctions de la variable réelle.</b>		<b>16H30</b>
	3.1	Limite, continuité. <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Généralités. Limite d'une fonction en un point. Limite à gauche et à droite. Extension de la notion de limite. Cas</li> </ul>	

		des fonctions monotones. Opérations sur les limites. Continuité. Opération sur les fonctions continues.	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Théorèmes des valeurs intermédiaires.</li> <li>➤ Fonction continue strictement monotone sur un intervalle.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Continuité uniforme.</li> <li>➤ Fonction Lipchitzienne.</li> <li>➤ Théorème de Heine.</li> </ul>	
	<b>3.2</b>	<b>Dérivation.</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Définition et premières propriétés.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dérivées successives. Formule de Leibnitz.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Théorèmes de Rolle.</li> <li>➤ Théorème des accroissements finis.</li> <li>➤ Dérivées et sens de variation.</li> </ul>	
	<b>3.3</b>	<b>Fonctions usuelles et leurs réciproques (les fonctions hyperboliques réciproques uniquement en TD).</b>	
	<b>3.4</b>	<b>Fonctions convexes.</b>	
	<b>3.5</b>	<b>Dérivation des fonctions de IR dans C.</b>	
<b>4</b>		<b>Analyse asymptotique.</b>	<b>12H00</b>
	<b>4.1</b>	<b>Comparaison locale de fonctions. Fonction dominée par une autre, fonction négligeable devant une autre. Fonctions équivalentes</b>	
	<b>4.2</b>	<b>Développements limités.</b>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Généralités. Intégration terme à terme d'un D.L.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Formule de Taylor-Young. D.L. des fonctions usuelles.</li> </ul>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Opérations sur les D.L. (somme, produit, composée, quotient)</li> </ul>	
	<b>4.3</b>	<b>Applications des D.L. (recherche de limite, Position d'une courbe par rapport à sa tangente.)</b>	
	<b>4.3</b>	<b>Développements asymptotiques. (Position d'une courbe par rapport à son asymptote.)</b>	

**Algorithmique et programmation en langage C (Unité fondamentale)****(1h30 Cours et 2H TP)(Semestre 1)**

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

	9.2	Occupation mémoire.	
	9.3	Arithmétique des pointeurs.	
10	Les chaînes de caractère.		
	10.1	Utilisation.	
	10.2	Manipulation.	
11	Les fichiers.		
	11.1	Manipulation.	
	11.2	Lecture/écriture.	
12	Type énumère et type structuré.		
	12.1	Besoin de nouveaux types.	
	12.2	Type énumère.	
	12.3	Type structuré.	
13	Quelques types complexes.		
	13.1	Types chaînes.	

**Programmation en Python 1 (Unité Transversale)**  
**(02h00 TD sur machine) (Semestre 1)**

UET	Programmation en Python 1: Semestre 1	Nbre Heures Cours
1	Initiation à Python.	
2	Calcul sur les nombres complexes.	
3	Fonction d'une variable, traçage de courbes.	
4	Calcul des polynômes : Racines, PGCD, Schémas de Hörner.	
5	Arithmétique : Nombres premiers, Algorithme d'Euclide, Les nombres de Fibonacci, Les nombres de Mersenne, Algorithme d'Euclide, $a^n \text{ mod } b$ .	
6	Calcul sur les suites.	

# Programme des unités d'enseignement de L1

## Semestre 2

**Algèbre 2 (Unité fondamentale)**

**(3h cours et 3h TD)(Semestre 2)**

UEF	<b>Algèbre 2</b>	Nbre Heures cours
<b>1</b>	<b>Espaces vectoriels.</b>	<b>09H00</b>
	1.1 Espaces vectoriels, sous espaces vectoriels.	
	1.2 Espaces de dimension finie, dimension, théorème de la base incomplète, somme directe d'une famille finie de sous espaces vectoriels....	
<b>2</b>	<b>Matrices et applications linéaires.</b>	<b>24H00</b>
	2.1 Opérations sur les matrices.	
	2.2 Applications linéaires, matrice d'une application linéaire, rang d'une matrice, théorème du rang.	
	2.3 Changement de base, matrices semblables, matrices équivalentes.	
	2.4 Méthode de Pivot de Gauss (résolution de système linéaire, recherche de l'inverse d'une matrice).	
<b>3</b>	<b>Déterminants (calcul pratique, application au système de Cramer).</b>	<b>09H00</b>

**Analyse 2 (Unité fondamentale)**

**(3h cours et 3h TD)(Semestre 2)**

UEF	<b>Analyse 2 (Semestre 2)</b>	Nbre Heures cours
<b>1</b>	<b>Intégration.</b>	<b>12H00</b>
	1.1 Intégrale d'une fonction en escalier sur un segment, fonctions intégrables au sens de Riemann. Propriétés de l'intégrale (linéarité, croissance, relation de Chasles). Formule de la moyenne.	
	1.2 Inégalités de Minkowski et Cauchy-Schwarz. Sommes de Riemann.	
	1.3 Primitives, intégration par parties, formule de Taylor avec reste intégrale.	
	1.4 Changement de variable. Calcul de primitives (polynôme en sin et cos, fraction rationnelle, fraction rationnelle en sin et cos,	

		fraction rationnelle en x et racine (ax+b), fraction rationnelle en x et racine (ax <sup>2</sup> +bx+c)	
<b>2</b>	<b>Equations différentielles linéaires.</b>		<b>06H00</b>
	2.1	Equations différentielles linéaires du premier ordre. Méthode de variation de la constante.	
	2.2	Equations différentielles linéaires du second ordre à coefficients constants.	
<b>3</b>	<b>Séries numériques à termes positifs.</b>		<b>03H00</b>
	3.1	Suite des sommes partielles.	
	3.2	Critère de comparaison, comparaison somme partielle et intégrale (sans passer par les intégrales généralisées) et application aux séries de Riemann.	
<b>4</b>	<b>Probabilités discrètes.</b>		<b>21H00</b>
	4.1	Introduction au calcul des probabilités sur un ensemble au plus dénombrable.	
		➤ Expérience aléatoire événements et opérations sur les événements.	
		➤ Probabilités sur un univers fini; probabilités uniformes; modèles d'urnes.	
		➤ Conditionnement et indépendance.	
		➤ Théorème de Bayes et formule de Bayes.	
	4.2	Variables aléatoires à une dimension.	
		➤ Généralités; Fonction de répartition.	
		➤ Variables aléatoires discrètes.	
		➤ Loi de probabilités.	
		➤ Espérance mathématique; Variance.	
		➤ Fonction des moments; génératrices.	
	4.3	Exemples de lois usuelles discrètes.	
		➤ Loi de Bernoulli; Binomiale; Géométrique; Poisson.	
		➤ Négative binomiale; Hypergéométrique.	

**Programmation statistique avec  $\mathcal{R}$  (Unité transversale)**

**(0h30 Cours et 1h30 TD)(Semestre 2)**

<b>UET</b>	<b>Programmation statistique avec <math>\mathcal{R}</math>: Semestre 2</b> <i>Unité transversale</i>	<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Initiation au logiciel <math>\mathcal{R}</math>.</b>	
<b>2</b>	<b>Statistiques unidimensionnelle.</b>	
	2.1 Généralités (Historique, motivations, Notions de statistique quantitative, qualitative, population effectif,...)	
	2.2 Représentations graphiques (Diagrammes en tubes, en barres, en bandes, circulaires, Triangulaires, en batons, Tiges-Feuilles,	

		Histogrammes, Boxplot, en Violon,...)	
	<b>2.3</b>	Les Paramètres statistiques.	
		➤ Paramètres de position (Mode, Moyenne, Médiane, ...)	
		➤ Paramètres de dispersion (Etendue, Ecart-moyen, Ecart-médiane, Ecart-type, Quartiles, déciles, centiles, quantiles,...)	
		➤ Paramètres de concentration (Médiale, Courme de Lorentz, Indice de Gini,...)	
		➤ Paramètres de forme (Paramètres de Yule, de Pearson, de Fisher,...).	
<b>3</b>		<b>Statistiques bidimensionnelle.</b>	
	<b>3.1</b>	Généralités.	
	<b>3.2</b>	Ajustement par régression linéaire.	
		➤ Méthode graphique.	
		➤ Méthode de Mayer.	
		➤ Méthode des moindres carrés.	
		➤ Méthodes Médiane-Médiane de Tukey.	
	<b>3.3</b>	Ajustement fonctionnel (polynomial, puissance, logarithmique,...)	
	<b>3.4</b>	Statistiques Chronologiques.	
		➤ Généralités (Moyennes mobiles, indices saisonniers,...).	
		➤ Ajustement linéaire (Droite du Trend).	
		➤ Ajustement Fonctionnel.	

# Programme des unités d'enseignement de L2

## Semestre 3

**Algèbre 3 (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 3)**

UEF	Algèbre 3 (Semestre 3)	Nbre Heures cours
<b>1</b>	<b>Structures algébriques usuelles.</b>	<b>12H00</b>
	<b>1.1</b> Groupes et sous-groupes.	
	➤ Morphismes de groupes.	
	➤ Groupes monogènes et cycliques.	
	➤ Ordre d'un sous-groupe.	
	<b>1.2</b> Groupes quotients et décomposition canonique d'un morphisme de groupes.	
	<b>1.3</b> Anneaux.	
	➤ Idéaux d'un anneau commutatif.	
	➤ L'anneau $\mathbb{Z}/n\mathbb{Z}$ .	
	➤ Anneaux de polynômes à une indéterminée.	
	<b>1.4</b> Algèbres.	
<b>2</b>	<b>Réduction des endomorphismes et des matrices carrées.</b>	<b>21H00</b>
	<b>2.1</b> Généralités.	
	➤ Éléments propres d'un endomorphisme, d'une matrice carrée.	
	➤ Polynôme caractéristique. Polynôme minimal.	
	<b>2.2</b> Endomorphismes.	
	➤ Endomorphismes et matrices carrées diagonalisables.	
	➤ Endomorphismes nilpotents, matrices nilpotentes.	
	<b>2.3</b> Polynômes d'un endomorphisme, d'une matrice carrée.	
	➤ Lemme de décomposition des noyaux. Sous espaces caractéristiques	
	➤ Polynômes annulateurs et diagonalisabilité.	
	➤ Endomorphismes à polynôme minimal scindé.	
<b>3</b>	<b>Systèmes différentiels linéaires à coefficients constants.</b>	<b>09H00</b>

	3.1	Cas des matrices diagonalisables.	
	3.2	Cas des matrices trigonalisables.	
	3.3	Equations différentielles linéaires d'ordre supérieur à coefficients constants.	

**Analyse 3 (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 3)**

UEF	Analyse 3 (Semestre 3)		Nbre Heurs cours
<b>1</b>	<b>Intégrales généralisées.</b>		<b>06H00</b>
	1.1	Généralités.	
	1.2	Convergence absolue.	
	1.3	Critères de comparaison et d'équivalence.	
	1.4	Règle d'Abel.	
<b>2</b>	<b>Séries numériques.</b>		<b>06H00</b>
	2.1	Définitions et propriétés.	
	2.2	Séries à termes positifs.	
		➤ Critère de comparaison.	
		➤ Règles de d'Alembert et de Cauchy.	
		➤ Critères d'équivalence.	
	2.3	Séries à termes quelconques	
		➤ Convergence absolue.	
		➤ Séries alternées.	
		➤ Critère d'Abel .	
	2.4	Equivalence des sommes partielles et des restes.	
	2.5	Produit de Cauchy de deux séries absolument convergentes.	
<b>3</b>	<b>Suites et séries de fonctions.</b>		<b>15H00</b>
	3.1	Suites de fonctions.	
		➤ Convergences simple et uniforme.	
		➤ Théorèmes de continuité, dérivabilité et d'intégration.	
		➤ Théorème de convergence dominée pour les suites de fonctions continues par morceaux définies sur	

		un intervalle quelconque. (Admis)	
	3.2	Séries de fonctions.	
		➤ Convergences simple uniforme et normale.	
		➤ Critère d'Abel.	
		➤ Théorèmes de passage à la limite, de dérivation et d'intégration terme à terme.	
4	<b>Séries entières.</b>		<b>09H00</b>
	4.1	Lemme d'Abel, rayon de convergence.	
	4.2	Dérivation et intégration des séries entières réelles.	
	4.3	Fonctions usuelles d'une variable complexe.	
	4.4	Développement en séries entières des fonctions usuelles.	
	4.5	Produit de deux séries entières.	
5	<b>Séries de Fourier.</b>		<b>06H00</b>
	5.1	Séries trigonométriques.	
	5.2	Coefficients de Fourier.	
	5.3	Convergence en moyenne quadratique, normale.	
	5.4	Théorème de Dirichlet.	
	5.5	Formule de Parseval.	

**Algorithmique 2 (Unité fondamentale)**  
**(1h30 Cours et 2H TP)(Semestre 3)**

<b>UEF</b>	<b>Algorithmique 2</b>		
1	Concevoir un sous-programme et son paramétrage.		
2	Concevoir un programme à l'aide d'une méthode descendante.		
3	Initiation à la récursivité.		
4	Concevoir une structure de données (listes, files, piles, arbres, graphes).		
5	Programmation dans le langage C comme langage support.		

**Programmation en Python 2 (Unité Transversale)**

**(02h00 TD sur machine) (Semestre 3)**

<b>UET</b>	<b>Programmation en Python 2: Semestre 3</b>	<b>Nbre Heures Cours</b>
1	Calcul intégral approché: Formule du type rectangle, formule du trapèze, formules composées.	
2	Calcul matriciel.	
3	Fonction d'une variable réelle, traçage de courbes.	
4	Résolution d'un système linéaire par les méthodes directes.	
5	Résolution d'équation non linéaire à une inconnue.	
6	Probabilités.	

**Anglais 1, 2 et 3 (Unité Transversale)**

**(01h30 Cours) (Semestre 1,2 et 3)**

## **Une certification des compétences de ce module est exigible**

Les unités se déroulent uniquement sous forme de TD. A chaque séance, les «compétences» suivantes seront systématiquement cultivées.

- **Compréhension orale** : par le biais de documents audio/vidéo authentiques traitant de sujets d'actualité politique, sociale et bien évidemment scientifique. Une «teinte thématique» conditionnera le choix des supports documentaires afin de fournir aux étudiants, outre un bon niveau d'anglais général et usuel, une connaissance solide du vocabulaire spécifique à leur discipline principale.
- **Expression orale en continu** : par le biais de petites présentations hebdomadaires d'entraînement à la prise de parole (obligatoires mais non notées – sauf si la prestation permet l'octroi d'une note valorisante), d'une durée de 5 à 10 minutes, sur un sujet choisi par l'étudiant. Chaque présentation sera suivie d'un échange (questions / réponses) avec le reste du groupe TD.
- **Interaction orale** : échanges étudiants / enseignant mais également et surtout étudiants / étudiants. Débats d'idées, opposition, collaboration, etc. Il s'agit de favoriser la communication et d'encourager les étudiants à surmonter des appréhensions bien souvent liées à un manque de pratique.
- **Compréhension écrite** : étude de différents types de documents écrits authentiques (article de revue scientifique, article de journal, etc...).  
L'optique générale est semblable à celle de la compréhension orale dans le choix des thèmes abordés.

# Programme des unités d'enseignement de L2

## Semestre 4

**Algèbre 4(Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 4)**

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

**Analyse 4 (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 4)**

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

**Programmation en Python 3 (Unité transversale)**  
**(02h00 TD sur machine)(Semestre 4)**

<b>UET</b>	<b>Programmation en Python 3</b>	<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Visualisation graphique 2D.</b>	
	1.1 Plusieurs courbes sur le même graphique.	
	1.2 Affichage de plusieurs graphes côte à côte.	
	1.3 Courbes paramétrées.	
	1.4 Tracé d'un champ de vecteurs.	
<b>2</b>	<b>Visualisation graphique 3D.</b>	
	2.1 Spirale Archimédienne.	
	2.2 Fonctions à 2 variables.	

# Programme des unités d'enseignement de L3

## Semestre 5

Introduction Data Science (Unité transversale)(Non)  
(2h00 TD sur machine)(Semestre 5)

UET	Introduction Data Science: Semestre 5 <i>Unité transversale</i> Librairies Pandas et sklearn.	Nbre Heures Cours
1	Statistique exploratoire des données.	
2	Les méthodes de classification (knn, svm,...).	
3	Les problèmes de régressions.	
4	Evaluation des modèles (cross validation, scores,...).	

## Semestres 5 et 6

### Modules au choix selon parcours

#### I) Modules Fondamentaux (3HCours, 3H TD)

A choisir parmi :

**Algèbre; Topologie; Calcul intégral, Calcul différentiel,  
Probabilités**

**ou autre à fixer par le département**

**Algèbre (Unité fondamentale)  
(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5 ou 6)**

UEF	ALGEBRE : Semestre 5 ou 6		Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Groupes.</b>		<b>06H</b>
	1.1	Rappels.	
	1.2	Groupe quotient.	
	1.3	Décomposition canonique d'un homomorphisme.	
<b>2</b>	<b>Groupe opérant sur un ensemble.</b>		<b>15H</b>
	2.1	Stabilisateur, équation des classes.	
	2.2	Théorèmes de Sylow.	
	2.3	Produit semi direct de deux sous groupes.	
	2.4	Théorème de classification des groupes abéliens finis.	
<b>3</b>	<b>Anneaux.</b>		<b>15H</b>
	3.1	Anneaux commutatifs, anneaux intègres, anneau des polynômes.	
	3.2	Caractéristique d'un anneau unitaire.	
	3.3	Idéaux, idéaux premiers, maximaux.	
	3.4	Anneau quotient.	
	3.5	Anneau principal.	
<b>4</b>	<b>Corps.</b>		<b>06H</b>
	4.1	Définition et exemples.	
	4.2	Corps des fractions d'un anneau intègre.	

**Topologie (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5 ou 6)**

UEF	<b>TOPOLOGIE : Semestre 5 ou 6</b>		Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Espaces métriques et espaces topologiques.</b>		<b>12H00</b>
	1.1	Distances, sous espaces métriques, distances équivalentes.	
	1.2	Métrique induite, espace produit, partie bornée.	
	1.3	Normes, Espace vectoriel normé, normes équivalentes.	
	1.4	Quelques notions de topologie. Topologie induite.	
	1.5	Fermés, base de voisinages, espace topologique séparé, intérieur, adhérence.	
	1.6	Suites dans un espace topologique et métrique.	
	1.7	Applications continues, homéomorphismes : (continuité dans les espaces topologiques, continuité dans les espaces métriques, continuité séquentielle, applications ouvertes, applications fermées.)	
<b>2</b>	<b>Topologie produit.</b>		<b>06H00</b>
	2.1	Comparaison des topologies.	
	2.2	Base, système générateur d'une topologie (topologie engendrée par une famille de parties).	
	2.3	Continuité et constructions de topologies.	
	2.4	Topologie produit (quelconque), topologie quotient.	
<b>3</b>	<b>Espaces topologiques compacts.</b>		<b>12H00</b>
	3.1	Définition (Borel-Lebesgue) et exemples.	
	3.2	Propriétés élémentaires.	
	3.3	Continuité et compacité (Théorème de Weirstrass).	
	3.4	Compacité et suites, espaces métriques compacts (Bolzano-Weierstrass), Théorème de Heine.	
	3.5	Compacité dans les espaces vectoriels normés.	
	3.6	Espaces localement compacts.	
	3.7	Compactifié d'Alexandrov.	

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

**Calcul intégral (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5 ou 6)**

<b>UEF</b>	<b>CALCUL INTEGRAL : Semestre 5 ou 6</b>		<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Tribus.</b>		<b>06H</b>
	1.1	Tribus: tribu engendrée, tribu borélienne....	
	1.2	Applications mesurables.	
	1.3	Approximation par des fonctions étagées.	
<b>2</b>	<b>Mesures.</b>		<b>06H</b>
	2.1	Définitions et exemples.	
	2.2	Ensembles négligeables.	
	2.4	La mesure de Lebesgue (existence admise).	
<b>3</b>	<b>Intégration par rapport à une mesure.</b>		<b>06H</b>
	3.1	Intégrale d'une fonction étagée positive.	
	3.2	Intégrale d'une fonction mesurable positive.	
	3.3	L'espace des fonctions intégrables à valeurs réelles ou complexes.	
	3.4	Intégrale au sens de Lebesgue.	
	3.5	Comparaison des intégrales Riemann et de Lebesgue.	

<b>4</b>	<b>Théorèmes de convergences.</b>		<b>06H</b>
	<b>4.1</b>	<b>Théorème de convergence monotone.</b>	
	<b>4.2</b>	<b>Lemme de Fatou.</b>	
	<b>4.3</b>	<b>Théorème de convergence dominée : applications à la continuité et la dérivabilité des fonctions définies par une intégrale.</b>	
<b>5</b>	<b>Mesures produits.</b>		<b>06H</b>
	<b>5.1</b>	<b>Tribus produit.</b>	
	<b>5.2</b>	<b>Produit de deux mesures sigma-finies.</b>	
	<b>5.3</b>	<b>Théorème de Fubini.</b>	
	<b>5.4</b>	<b>Image d'une mesure et mesure de densité.</b>	
<b>6</b>	<b>Théorème de changement de variables.</b>		<b>06H</b>
	<b>6.1</b>	<b>Difféomorphismes et Jacobien.</b>	
	<b>6.2</b>	<b>Formule de changement de variables.</b>	
	<b>6.3</b>	<b>Quelques exemples de changement de variables.</b>	
<b>7</b>	<b>Espaces <math>L^p</math>.</b>		<b>06H</b>
	<b>7.1</b>	<b>Définition, inégalités de Hölder et de Minkowski.</b>	
	<b>7.2</b>	<b>Les semi-normes <math>\ \cdot\ _p</math>.</b>	
	<b>7.3</b>	<b>Les espaces <math>L^p</math></b>	
	<b>7.4</b>	<b>Complétude de <math>L^p</math>.</b>	

**Calcul différentiel (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours et 3h00 TD)(Semestre 5 ou 6)**

UEF	CALCUL DIFFERENTIEL ; Semestre 5 ou 6	Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Espaces vectoriels normés et applications linéaires.</b>	<b>09H00</b>
	1.1    Bref rappels des espaces de Banach.	
	1.2    Séries normalement convergentes dans un espace de Banach.	
	1.3    Applications linéaires continues.	
	1.4    Applications multi- linéaires continues.	
	1.5    Isomorphismes d'espaces vectoriels normés.	
<b>2</b>	<b>Applications Différentiables.</b>	<b>06H00</b>
	2.1    Différentiabilité.	
	2.2    Différentielles de quelques applications particulières.	
	2.3    Dérivées directionnelles.	
	2.4    Fonctions définies sur un espace de dimension finie.	
	➤ Dérivées partielles.	
	➤ Matrice Jacobienne.	
	➤ Opérateurs différentiels classiques : Gradient, divergence, rotationnel en dimension 3.	
<b>4</b>	<b>Théorème des accroissements finis.</b>	<b>06H00</b>
	4.1    Théorème des accroissements finis.	
	4.2    Critère pratique de différentiabilité.	
	4.3    Différentielle et applications lipchitziennes.	
	4.4    Différentielle et convergence uniforme (suites et séries de fonctions différentiables).	
<b>5</b>	<b>Inversions locales et fonctions implicites.</b>	<b>07H30</b>
	5.1    Difféomorphismes de classe $C^k$ , $k>0$ .	
	5.2    Théorème d'inversion locale.	
	5.3    Fonctions implicites.	

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

**Probabilités (Unité fondamentale)**  
**(3h00 Cours, 3h00 TD)(Semestre 5 ou 6)**

<b>UEF</b>	<b>Probabilités : Semestre 5 ou 6</b>		<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Espaces probabilisés</b>		<b>06H</b>
	1.1	Tribus.	
	1.2	Mesures et probabilités.	

	1.3	Conditionnement.	
		1.3.1 Probabilité conditionnelle à un événement.	
		1.3.2 Formule de Bayes.	
	1.4	Indépendance.	
		1.4.1 Indépendance d'événements.	
		1.4.2 Indépendance de tribus.	
<b>2.</b>	<b>Lois de Probabilités</b>		<b>04H30</b>
	2.1	Lois absolument continues et loi mixte.	
	2.2	Fonction de répartition.	
	2.3	Loi Uniforme, exponentielle, normale...	
	2.4	Espérance et Théorème de Transfert.	
	2.5	Fonction caractéristique.	
	2.6	Moments d'ordre $p$ , variance.	
	2.7	Inégalités de Markov et Chebyshev.	
<b>3.</b>	<b>Indépendance de variables aléatoires et loi jointe</b>		<b>06H</b>
	3.1	Indépendance de variables aléatoires.	
	3.2	Densité jointe, densité conditionnelle, changement de variables.	
	3.3	Lois marginales.	
	3.4	Loi de la somme finie des variables aléatoires indépendantes.	
<b>4.</b>	<b>Espérance conditionnelle</b>		<b>06H</b>
	4.1	Vecteur aléatoire et Espérance mathématique.	
	4.2	Covariance de deux variables aléatoires.	
	4.3	Matrice de covariance.	
	4.4	Espérance conditionnelle (projection).	
<b>5</b>	<b>Vecteurs Gaussiens.</b>		<b>03H</b>
	5.1	Exemple fondamental.	
	5.2	Définition.	
	5.3	Transformation linéaire d'un vecteur gaussien.	
	5.4	Vecteurs gaussiens et indépendance.	

<b>6</b>	<b>Convergence des variables aléatoires.</b>		<b>09H</b>
	<b>6.1</b>	<b>Lemme de Borel-Cantelli.</b>	
	<b>6.2</b>	<b>Convergence presque sûrement, convergence en probabilité, convergence en moyenne quadratique, convergence dans <math>L_p</math>, convergence en loi.</b>	
	<b>6.3</b>	<b>Loi des grands nombres.</b>	
	<b>6.4</b>	<b>Théorème de la limite centrale (TCL)</b>	
	<b>6.5</b>	<b>Approximation d'une loi binomiale par une loi de Poisson.</b>	
	<b>6.6</b>	<b>Approximation d'une loi de Poisson par une loi normale.</b>	
	<b>6.7</b>	<b>Approximation d'une loi binomiale par une loi normale.</b>	
<b>7</b>	<b>Outils et méthodes de simulation.</b>		<b>06H</b>
	<b>7.1</b>	<b>Méthodes de simulation des variables aléatoires.</b>	
		<b>7.1.1 Méthode d'inversion.</b>	
		<b>7.1.2 Acceptation-Rejet.</b>	
	<b>7.2</b>	<b>Méthode de Monte-Carlo</b>	
	<b>7.3</b>	<b>Introduction à l'estimation des paramètres.</b>	

## II) Modules Fondamentaux (1H30 Cours, 1H30 TD)

**A choisir parmi :**

**Statistiques, Mathématiques discrètes; Géométrie élémentaire, Fonction d'une variable complexe, Analyse numérique et optimisation, Equations différentielles ou autre à fixer par le département**

**Statistiques (Unité fondamentale)  
(1h30 Cours, 1h30 TD)(Semestre 5 ou 6)**

UEF	Statistiques : Semestre 5 ou 6		Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Introduction à la statistique inférentielle</b>		<b>06H</b>
	1.1	Généralités.	
		➤ Motivations et définitions.	
		➤ Echantillons, réalisation d'échantillons, statistiques.	
	1.2	Quelques statistiques classiques.	
		➤ Moyenne et variance empirique.	
		➤ Fréquence empirique.	
<b>2</b>	<b>Estimation ponctuelle et par région de confiance.</b>		<b>7H30</b>
	2.1	Introduction.	
	2.2	Généralités sur la théorie d'estimation.	
		➤ Vraisemblance, Log-vraisemblance, Information de Fisher et borne de Cramer-Rao.	
		➤ Introduction ponctuelle des paramètres usuels (proportion, moyenne, variance..).	
		➤ Estimation par région de confiance.	
		➤ Etude du cas d'une population gaussienne.	
	2.3	Etude du cas général.	
	2.4	Intervalle de confiance.	
<b>3</b>	<b>Initiation à la théorie des tests.</b>		<b>7H30</b>
	3.1	Introduction.	

	<b>3.2</b>	<b>Généralités.</b>	
		➤ Motivations.	
		➤ Risques de première et seconde espèces.	
		➤ Puissance.	
	<b>3.3</b>	<b>Tests de conformité et d'identification.</b>	
	<b>3.4</b>	<b>Tests de comparaison.</b>	
	<b>3.5</b>	<b>Tests du Chi-deux.</b>	
		➤ Tests d'identification de loin théorique.	
		➤ Tests d'indépendance.	
		➤ Tests d'homogénéité.	

**Mathématiques discrètes (Unité fondamentale)**

(1h30 Cours et 1H30 TD)(Semestre 5 ou 6)

UEF	<b>MATHEMATIQUES DISCRETES: Semestre 5 ou 6</b>		Nbre Cours	Heures
<b>1</b>	<b>Combinatoire.</b>		<b>6H</b>	
	1.1	Problèmes classiques combinatoires. Bijections. Exemple : Mot de Dyck, arbres binaires et autres applications des nombres de Catalan.		
	1.2	Réurrences, nombres de Fibonacci et leurs généralisations.		
	1.3	Graphes. Définitions, connexité. Couplage, graphes bipartis. Graphes planaires, formules d'Euler, discussion de coloriages.		
<b>2</b>	<b>Arithmétique.</b>		<b>9H</b>	
	2.1	Equations modulo n (théorème des restes revisités. Polynômes d'ordre p, le nombre de racines. Le groupe $(\mathbb{Z}/n\mathbb{Z})^*$ , fonction d'Euler, générateurs, logarithme discret. Carrés et non carrés, la loi de réciprocité quadratique. Fonctions arithmétiques multiplicatives.		
<b>3</b>	<b>Cryptographie classique et à clé publique.</b>		<b>6H</b>	

**Fonction d'une variable complexe (Unité fondamentale)****(1h30 Cours, 1h30 TD)(Semestre5 ou 6)**

<b>UEF</b>	<b>Fonction d'une variable complexe: Semestre 5 ou 6</b>		<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Fonctions holomorphes.</b>		<b>4H30</b>
	1.1	Généralités: Domaine de $\mathbb{C}$ , continuité, dérivabilité.	
	1.2	Fonctions holomorphes sur un domaine.	
	1.3	Equations de Cauchy-Riemann.	
<b>2</b>	<b>Fonctions élémentaires.</b>		<b>4H30</b>
	2.1	Fonctions homographiques.	
	2.2	Fonctions trigonométriques et hyperboliques.	
	2.3	Fonction logarithme, fonction puissance.	
<b>3</b>	<b>Intégrale le long d'un chemin et applications</b>		<b>6H</b>
	3.1	Intégration le long d'un chemin, le long d'un arc de courbe.	
	3.2	Théorème de Cauchy, Formule de Cauchy.	
	3.3	Fonction analytique, Zéros d'une fonction analytique.	
	3.4	Résidu en un pôle, méthodes pratiques pour le calcul des résidus.	
<b>4</b>	<b>Le théorème des résidus.</b>		<b>6H</b>
	4.1	Le théorème des résidus.	
	4.2	Applications du théorème des résidus au calcul d'intégrales: Fonctions trigonométriques, Fractions rationnelles, Produit d'une Fraction rationnelle et d'un logarithme, Produit d'une Fraction rationnelle et d'une puissance, Calcul de la transformée de Fourier d'une fraction rationnelle, Calcul de la transformée de Laplace d'une fraction rationnelle.	

**Analyse numérique et optimisation (Unité fondamentale)****(1h30 Cours et 1h30 TD)(Semestre 5 ou 6)**

UEF	<b>Analyse numérique et optimisation: Semestre 5 ou 6</b>		<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Résolution numérique des systèmes linéaires.</b>		<b>6H</b>
	1.1	Rappels sur les méthodes directes.	
	1.2	Conditionnement.	
	1.3	Exemples de méthodes itératives.	
<b>2</b>	<b>Résolution numérique des systèmes non linéaires.</b>		<b>6H</b>
	2.1	Méthodes de point fixe.	
	2.2	Méthode de Newton en dimension n.	
<b>3</b>	<b>Optimisation sans contrainte.</b>		<b>4H30</b>
	3.1	Théorèmes d'existence et d'unicité.	
	3.2	Méthodes de descente.	
	3.3	Méthode du gradient conjugué.	
<b>4</b>	<b>Optimisation avec contrainte.</b>		<b>4H30</b>
	4.1	Théorèmes d'existence et d'unicité.	
	4.2	Méthodes de gradient avec projection.	
	4.3	Méthodes de dualité.	

**Géométrie élémentaire (Unité fondamentale)****(1h30 Cours et 1h30 TD)(Semestre 5 ou 6)**

UEF	<b>GEOMETRIE ELEMENTAIRE: Semestre 6</b>		<b>Nbre Heures Cours</b>
<b>1</b>	<b>Rappels et compléments de géométrie affine euclidienne.</b>		<b>09H</b>
	1.1	Espaces et applications affine. Calcul barycentrique. Convexité.	
	1.2	Espaces affines euclidiens, orthogonalité.	
	1.3	Isométries : formes réduites, classification en dimension 2 et 3, engendrement du groupe orthogonal.	
<b>2</b>	<b>Géométrie classique dans le plan et l'espace.</b>		<b>09H</b>

	2.1	Aires et volumes.	
	2.2	Angles non orientés. Angles orientés dans le plan.	
	2.3	Etude des configurations classiques : triangles, cercles, faisceau de cercles, polyèdres réguliers.	
	2.4	Coniques : définitions géométriques, classification, étude analytique.	

**Equations différentielles (Unité fondamentale)**

(1h30 Cours,1h30 TD)(Semestre 5 ou 6)

UEF	EQUATIONS DIFFERENTIELLES: Semestre 5 ou 6		Nbre Heures Cours
<b>1</b>	<b>Rappels sur les équations différentielles.</b>		<b>10H30</b>
	1.1	Équations différentielles : définitions et exemples.	
	1.2	Notion de solution locale,	
	1.3	Théorème d'existence et d'unicité.	
	1.4	solutions maximales.	
	1.5	Solutions globales (critères d'extension).	
<b>2</b>	<b>Équations différentielles linéaires.</b>		<b>10H30</b>
	2.1	Résolvantes.	
	2.2	Wronskien.	
	2.3	Théorème de Liouville.	
	2.4	Variation de la constante.	
	2.5	Résolution explicite dans le cas des coefficients constants.	

## 2.2 Descriptif des activités pratiques

Instructions
<p>Différentes activités pratiques peuvent être envisagées selon les options suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stage au 6<sup>ème</sup> semestre avec quelques petites activités initiales pendant les semestres précédents</li><li>▪ Stage entre les années/semestre :<ul style="list-style-type: none"><li>○ Stage d'été après la 1<sup>ère</sup> année comptabilisé en 2<sup>ème</sup> année</li><li>○ Stage d'été après la 2<sup>ème</sup> année comptabilisé en 3<sup>ème</sup> année</li><li>○ Stage entre les semestres si le calendrier universitaire le permet et comptabilisé pendant la même année</li></ul></li><li>▪ Stage d'alternance</li><li>▪ Activités pratiques réparties du S1 à S6 -à ne pas confondre avec les TD et TP des modules habituels !</li></ul> <p>Selon le type d'activité pratique, préciser les éléments indiqués dans le tableau suivant :</p>

Types d'activités	
Objectifs	
Organisation	
Durée	
Lieu	
Rapport/rendu	
Evaluation	
Nombre de crédits	
Autres détails	

## 2.3 Inter-liaisons entre les semestres du parcours, passerelles(à préciser), évaluation et progression

--

## 3 Méthodes pédagogiques adoptées (classiques et innovantes)

Instructions
<p>Différentes approches pédagogiques peuvent être adoptées pour rendre l'expérience d'apprentissage plus attractive et stimulante aux apprenants. On cite à ce titre, les exemples suivants de pédagogies actives :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Apprentissage par projet</li><li>▪ Apprentissage par résolution de problème</li><li>▪ Apprentissage par étude de cas</li><li>▪ Apprentissage par conception</li><li>▪ Apprentissage par investigation</li></ul> <p>Préciser le(s) type(s) de pédagogies adoptées/envisagées dans le cadre de l'offre de formation proposée pour habilitation.</p>

## 4 Ressources et Partenaires

### 4.1 Liste des enseignants et des autres compétences participants aux activités de formation

Instructions
<i>Préciser l'ensemble des intervenants dans la formation proposée en remplissant minutieusement l'ensemble des tableaux suivants</i>

#### 4.1.1 Responsable de la licence

Nom et Prénom	Etablissement	Grade	Discipline	Spécialité

#### 4.1.2 De l'établissement demandeur (uniquement les permanents)

Nom et Prénom	Grade	Discipline	Spécialité	UE Concernées

#### 4.1.3 D'autres établissements universitaires (à préciser)

Nom et Prénom	Etablissement	Grade	Discipline	Spécialité	UE Concernées

#### 4.1.4 Non universitaires (à préciser)

Nom et Prénom	Organisation	Diplôme	Spécialité	UE Concernées

## 4.2 Locaux et équipements pédagogiques

Instructions
<i>Préciser l'ensemble des locaux et équipements nécessaires (disponibles et prévus) à l'organisation de la formation proposée en remplissant minutieusement l'ensemble des rubriques du tableau suivant :</i>

Locaux disponibles	
Locaux prévus	
Équipements disponibles	
Équipements prévus	
Autres (à préciser)	

## 4.3 Partenariat (préciser la nature des partenariats et leurs modalités)

Instructions
<i>Préciser l'ensemble des partenaires mobilisés pour l'organisation de la formation proposée en remplissant minutieusement l'ensemble des tableaux suivants :</i>

### 4.3.1 Partenariat universitaire

Etablissement	Secteur/Activités	Nature et modalités des partenariats

### 4.3.2 Partenariat avec le milieu professionnel, économique et social

Etablissement	Secteur/Activités	Nature et modalités des partenariats

### 4.3.3 Autres types de Partenariat (à préciser)

Etablissement	Secteur/Activités	Nature et modalités des partenariats

## 5 Système interne d'évaluation et d'amélioration du programme

Instructions
<p>Comme toute formation peut être améliorée dans le temps, il est important de concevoir un système d'évaluation interne à l'établissement offreur dès la conception de l'offre de formation.</p> <p>Divers systèmes d'évaluation peuvent être envisagés et chaque établissement peut avoir son propre système.</p> <p>Il est possible d'envisager de développer un tableau de bord avec un ensemble d'indicateurs de performance comme par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ taux de réussite</li><li>▪ taux d'abandon</li><li>▪ taux d'insertion</li><li>▪ taux d'encadrements</li><li>▪ ...</li></ul> <p>Il est aussi possible d'approfondir l'évaluation en collectant des informations quantitatives ou qualitatives pour analyser les éléments relatifs au processus même de la formation ou à son output (résultat). Cette évaluation peut être effectuée :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ par les étudiants</li><li>▪ par les professionnels</li><li>▪ par les pairs (collègues)</li></ul>

## 6 Démarche de promotion du programme

Instructions
<p>Pour attirer les bacheliers à choisir votre offre de formation, il est nécessaire de stimuler cette demande par l'adoption d'une démarche de communication et de promotion de l'offre de formation.</p> <p>Il est possible d'envisager divers types d'actions comme par exemple :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Visites de lycées</li><li>▪ Participation aux salons</li><li>▪ Journée portes ouvertes</li><li>▪ Réseaux sociaux</li><li>▪ Radio, Télé, Journaux</li><li>▪ Affichage urbain</li><li>▪ ...</li></ul>

## 7 Le parcours en chiffres (cette rubrique peut être intégrée à la section : Système interne d'évaluation et d'amélioration du programme)

Instructions
<p>Un ensemble d'indicateurs unifiés seront mis en place progressivement pour pouvoir établir des benchmarks nationaux mais adaptés aux spécificités des domaines et des régions.</p> <p>Exemple d'indicateurs :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Taux d'attractivité : (nb d'inscrits/nb de demandes)</li><li>▪ Taux d'encadrement : (nb d'inscrits/nb de permanents) – par spécialité au meilleur des cas</li><li>▪ Nb d'étudiants ayant bénéficié de bourses (mobilité, alternance, échange...)</li><li>▪ Nb d'étudiants étrangers</li><li>▪ Nb de partenaires (subvention, co-construction, alternance, stages, sponsoring événements, entretiens d'embauche, ...)</li><li>▪ Taux de réussite 1er-2ème année, 2ème -3ème année, 3ème année</li><li>▪ ...</li></ul>

## Avis et visas

### Le Doyen / Directeur de d'établissement

L'avis du conseil scientifique de l'établissement doit se baser sur les critères de qualité, d'adaptabilité, et d'adéquation avec le marché de l'emploi. Il doit favoriser l'exploitation optimale des ressources humaines et matérielles au niveau de l'établissement.

Approuvée       Complément de dossier       Non approuvée

Complément de dossier ou Motifs du refus : .....

.....

.....

Date, Signature et cachet du chef d'établissement

### Le Président de l'Université

L'avis du conseil de l'université doit se baser sur les critères d'attractivité, taux d'encadrement, de non redondance, et des moyens financiers disponibles. Il doit favoriser la sécurisation des parcours de formation supérieure tout en prenant en compte la diversité des étudiants en vue de poursuivre une formation lisible, flexible et bien adaptée.

Approuvée       Complément de dossier       Non approuvée

Complément de dossier ou Motifs du refus : .....

.....

.....

Date, Signature et cachet du Président de l'Université