

## Information générale

<b>Objectifs</b>	
<b>Responsable(s)</b>	PHILIPPE ANNE RIVIERE GABRIEL
<b>Mention(s) incluant ce parcours</b>	master Mathématiques et applications
<b>Lieu d'enseignement</b>	
<b>Langues / mobilité internationale</b>	
<b>Stage / alternance</b>	Les stages optionnels sont prévus, parcours M1 MFA+IS+MACS, pour permettre aux étudiants d'avoir un stage, hors période de cours et d'examens, qui soit quand même un stage conventionné, validé par le responsable de parcours et/ou le responsable du Master. La durée de ce stage ne saurait donc dépasser les trois mois.
<b>Poursuite d'études /débouchés</b>	
<b>Autres renseignements</b>	Il existe des UEL qui sont en fait des UEF d'autres parcours, par exemple « Communication, Connaissance de l'entreprise » UEL pour le parcours M1 MFA, et UEF pour les parcours M1 IS et M1 MACS. Les étudiants ne pourront s'y inscrire que dans la limite des places disponibles, une fois ces UE dimensionnées en fonction des inscrits dans les parcours pour lesquels ce sont des UEF.
<b>Conditions d'obtention de l'année</b>	<p>La validation du parcours respecte les M3C (Modalités de Contrôle des Connaissances et des Compétences, anciennement MCCA) qui s'organisent selon trois niveaux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niveau I : le Règlement Général de Contrôle des Connaissances et des Compétences (RG3C) de Nantes Université voté au CAC le 31 mars 2023,</li> <li>• Niveau II : les règles particulières de contrôle des connaissances et des compétences de la Faculté des Sciences et des Techniques votées au CG le 29 juin 2023,</li> <li>• Niveau III : les dispositions propres à chaque mention/parcours/UE/EC</li> </ul> <p>Les documents associés aux niveaux I et II sont consultables sur le Madoc Master UFR des Sciences et des Techniques -Section M3C. Les dispositions du niveau III sont précisées dans ce document.</p> <p><b>Conditions de validation de l'année propre au parcours :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Règle de compensation :</b> "Il n'y a pas de compensation par semestre. L'année est validée par compensation entre toutes les UE de l'année."</li> </ul> <p>• <b>Notes seuil :</b> <b>On définit 3 blocs :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Disciplinaire : <ul style="list-style-type: none"> <li>- XMS1MU200</li> <li>- XMS1MU120</li> <li>- XMS1MU040</li> <li>- XMS1MU210</li> <li>- XMS1MU220</li> <li>- XMS1MU230</li> <li>- XMS1MU240</li> <li>- XMS1MU270</li> <li>- XMS2MU200</li> <li>- XMS2MU210</li> <li>- XMS2MU220</li> </ul> </li> <li>• SSPM : <ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul> </li> </ul> <p>XMS2MU050</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anglais et Communication : <ul style="list-style-type: none"> <li>- XMS1AU090</li> <li>- XMS2TU060</li> </ul> </li> </ul> <p>La note moyenne par bloc doit être supérieure ou égale à 8. La moyenne par bloc est calculée avec les coefficients définis pour chaque UE</p> <p><b>Informations spécifiques au parcours :</b> La modalité choisie pour l'évaluation des compétences est l'ECI* (Evaluation Continue Intégrale).</p>

# Programme

1 <sup>er</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CM (P)	CM (DS)	CM (DA)	CI	CI (P)	CI (DS)	CI (DA)	TD	TD (P)	TD (DS)	TD (DA)	TP	TP (P)	TP (DS)	TP (DA)	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : (30 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC1</b>																				
Statistique non paramétrique	XMS1MU200	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Anglais 1 (Mathématiques et Applications)	XMS1AU090	2	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	16
Méthodes numériques probabilistes	XMS1MU120	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Outils probabilistes pour la statistique 1	XMS1MU040	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Analyse des données	XMS1MU210	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Classification non supervisée	XMS1MU220	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Outils probabilistes pour la statistique 2	XMS1MU230	4	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Python pour la statistique	XMS1MU240	2	3	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Introduction à R	XMS1MU270	2	5	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<b>Groupe d'UE : UEL (0 ECTS)</b>																				
Rédaction d'un document scientifique avec Latex	XMS1MU260	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
Anglais Préparation TOEIC	XMS1AU000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Conférences et interventions de personnalités extérieures	XMS1MU070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echanges mathématiques au laboratoire M1S1	XMS1MU080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Groupe d'UE : Modularisation ECN-S2D (non diplômante) (0 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC1</b>																				
Bases d'analyse fonctionnelle	XMS1MU100	0	24	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	56
Théorie des probabilités	XMS1MU110	0	24	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	56
Méthodes numériques probabilistes	XMS1MU120	0	16	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	32
Introduction à R	XMS1MU270	0	5	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	15
Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python	XMS1MU130	0	13.33	0	0	0	0	0	0	0	14.67	0	0	0	0	0	0	0	4	32
<b>Groupe d'UE : UE non diplômante CMI (0 ECTS)</b>																				
Métaheuristiques	XMS1IU050	0	12	12	0	0	0	0	0	0	12	12	0	0	0	0	0	0	0	24
<b>Total</b>		<b>30</b>																	<b>0.00</b>	<b>260.00</b>

2 <sup>ème</sup> SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CM (P)	CM (DS)	CM (DA)	CI	CI (P)	CI (DS)	CI (DA)	TD	TD (P)	TD (DS)	TD (DA)	TP	TP (P)	TP (DS)	TP (DA)	Distanciel	Total
<b>Groupe d'UE : (30 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC2</b>																				
Communication, Connaissance de l'entreprise	XMS2TU060	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12
Statistique inférentielle	XMS2MU200	8	28	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Régression linéaire et logistique	XMS2MU210	8	28	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Optimisation déterministe et stochastique	XMS2MU220	8	28	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Supervised Study Project in Mathematics	XMS2MU050	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Groupe d'UE : UEL (0 ECTS)</b>																				
English for Scientific Communication-Online Course	XMS2AU010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stage optionnel	XMS2MU070	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Echanges mathématiques au laboratoire M1S2	XMS2MU080	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Groupe d'UE : Modularisation ECN-S2D (non diplômante) (0 ECTS) 1 choix parmi les blocs de type BLOC2</b>																				
Méthodes bayésiennes et modèles hiérarchiques	XMS2MU230	0	13.33	0	0	0	0	0	0	0	14.67	0	0	0	0	0	0	0	4	32
Machine Learning avancé	XMS2MU090	0	13.33	0	0	0	0	0	0	0	14.67	0	0	0	0	0	0	0	4	32
<b>Groupe d'UE : UE non diplômantes CMI (0 ECTS)</b>																				
Apprentissage automatique	XMS2IU020	0	12	12	0	0	0	0	0	0	5.33	5.33	0	0	6.66	6.66	0	0	0	23.99
Ethique et numérique	XMS2IU810	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	12
<b>Total</b>		<b>30</b>																	<b>4.00</b>	<b>227.99</b>



2	XMS2MU050	Supervised Study Project in Mathematics	N	optionnelle			1.6	2.4												4	4
<b>Groupe d'UE : UEL</b>																					
2	XMS2AU010	English for Scientific Communication- Online Course	O	optionnelle																0	0
2	XMS2MU070	Stage optionnel	O	optionnelle																0	0
2	XMS2MU080	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2	O	optionnelle																0	0
<b>Groupe d'UE : Modularisation ECN-S2D (non diplômé)</b>																					
4	XMS2MU230	Méthodes bayésiennes et modèles hiérarchiques	O	optionnelle																0	0
4	XMS2MU090	Machine Learning avancé	O	optionnelle																0	0
<b>Groupe d'UE : UE non diplômantes CMI</b>																					
2	XMS2IU020	Apprentissage automatique	O	obligatoire																0	0
2	XMS2IU810	Ethique et numérique	O	obligatoire																0	0
																			<b>TOTAL</b>	60	60

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.



2	XMS2MU080	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2	0	optionnelle																0	0
<b>Groupe d'UE : Modularisation ECN-S2D (non diplômante)</b>																					
4	XMS2MU230	Méthodes bayésiennes et modèles hiérarchiques	0	optionnelle																0	0
4	XMS2MU090	Machine Learning avancé	0	optionnelle																0	0
<b>Groupe d'UE : UE non diplômantes CMI</b>																					
2	XMS2IU020	Apprentissage automatique	0	obligatoire																0	0
2	XMS2IU810	Ethique et numérique	0	obligatoire																0	0
																			<b>TOTAL</b>	60	60

A la seconde session, les notes de contrôle continu correspondent à un report des notes de CC de la première session.

## Description des UE

XMS1MU200	Statistique non paramétrique
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	PHILIPPE ANNE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 32h Répartition : <b>CM</b> : 16h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 CMI-IS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Statistique non paramétrique <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante :            CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement l'étudiant sera capable :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- de motiver l'intérêt d'avoir une approche non-paramétrique pour certains problèmes statistiques</li> <li>- d'expliquer les limites de cette approche</li> <li>- de mettre en oeuvre une estimation non-paramétrique de la fonction de répartition, de la densité, et de la densité conditionnelle d'une loi continue sur <math>\mathbb{R}</math>.</li> <li>- de mettre en oeuvre des alternatives non-paramétriques au t-test (test de Student).</li> </ul>
Contenu	<p>Fonction de répartition empirique : convergence presque sûre et en loi ; théorème de Glivenko-Cantelli ; test de Kolmogorov-Smirnov non asymptotique et asymptotique.</p> <p>Estimation non-paramétrique de la densité de probabilité d'une variable aléatoire continue sur <math>\mathbb{R}</math>, par la méthode des noyaux : compromis biais variance, choix optimal de la fenêtre, validation croisée. Extension à <math>\mathbb{R}^p</math>, fléau de la dimension. Discussion d'autres méthodes non-paramétriques : par projection, par splines.</p> <p>Estimation non-paramétrique de l'espérance conditionnelle d'une variable aléatoire continue sur <math>\mathbb{R}</math> par rapport à une variable aléatoire continue sur <math>\mathbb{R}</math>. Application à la régression simple. Discussion d'autres méthodes non-paramétriques : par projection, par splines.</p> <p>Tests non paramétriques : rappel du test (paramétrique) de Student sur la moyenne et l'égalité des moyennes de 2 échantillons indépendants ou appariés. Intérêt et présentation d'alternatives non-paramétriques : test des rangs signés Wilcoxon et test de Mann et Whitney</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS1AU090	Anglais 1 (Mathématiques et Applications)
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1

Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE LABARBE LAURIE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 16h Répartition : CM : 0h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Anglais 1 (Mathématiques et Applications) <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette UE, les étudiant-e-s auront acquis du vocabulaire lié à leur domaine de spécialité et seront capables de présenter et d'expliquer du contenu scientifique et mathématique, ainsi que d'argumenter lors d'une discussion scientifique.</p> <p>Au terme de cette UE, les étudiant-e-s devront présenter à l'oral un fait mathématique mis en lumière par le contexte de sa découverte dans l'histoire des mathématiques. Les étudiant-e-s pourront choisir de présenter plus en détail soit la partie vulgarisation, soit la partie histoire des sciences, mais les deux aspects devront être présents. La présentation devra être conforme à la communication attendue dans un cadre scientifique ou institutionnel. Les présentations seront faites avec un minimum de recours aux notes, et dans un anglais clair et phonologiquement correct.</p> <p>Au terme de cette UE, les étudiant-e-s seront capables, en groupe, de produire un dossier structuré qu'ils auront rédigé présentant un fait mathématique pris dans son contexte dans l'histoire des mathématiques. Ce dossier présentera le contenu scientifique sous divers formats, décrivant des exemples de façon détaillée dans un anglais respectant les codes de la communication écrite.</p> <p>Au terme de cette UE, les étudiant-e-s auront acquis une connaissance du format de la certification CLES 2 Anglais, ainsi que des méthodes permettant d'aborder efficacement les épreuves spécifiques de cette certification.</p>
Contenu	Anglais de spécialité mathématiques. Techniques de communication scientifique appliquées au domaine de spécialité. Compréhension, expression et interaction écrite et orale.
Méthodes d'enseignement	TD
Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	

<b>XMS1MU120</b>	<b>Méthodes numériques probabilistes</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	PHILIPPE ANNE RIVIERE GABRIEL CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 16h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 CMI-IS,M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Méthodes numériques probabilistes <b>100%</b>



Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette Unité d'Enseignement, l'étudiant utilise les méthodes stochastiques élémentaires pour estimer des quantités s'exprimant sous la forme d'une espérance mathématique. Ceci signifie que d'une part il met en œuvre une méthode de simulation pour générer un échantillon ou une chaîne de Markov permettant d'inférer la quantité visée et d'autre part qu'il évalue la précision de sa méthode. Enfin, il propose et implémente des approches aléatoires pour résoudre des problèmes du calcul scientifique et des sciences des données qui ne pourraient être traités en des temps raisonnables par des méthodes classiques d'algèbre linéaire numérique.
Contenu	<p>La première partie de ce cours porte sur les principales méthodes de simulation de variable aléatoire : générateurs de suites pseudo aléatoires, méthode d'inversion, méthode de rejet et simulation de chaînes de Markov à espace d'état fini. Le cours présente ensuite les méthodes de type Monte Carlo et MCMC ainsi que les techniques de réduction de variance.</p> <p>Le dernier volet du cours traite des méthodes d'algèbre linéaire numérique randomisée pour les problèmes de grande dimension. Il y sera présenté les principes des méthodes d'échantillonnage parcimonieux et de projection aléatoire, et leurs applications à la réalisation d'opérations algébriques, la factorisation de matrice, la résolution de problèmes de moindres carrés et la compression de données.</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robert, C. and Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods, second edition. Springer-Verlag, New York.</li> <li>• Michael W. Mahoney, (2011). Randomized Algorithms for Matrices and Data, Foundations and Trends in Machine Learning, NOW Publishers, Volume 3, Issue 2, 2011</li> </ul>

<b>XMS1MU040</b>	<b>Outils probabilistes pour la statistique 1</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	RIVIERE GABRIEL CRESTETTO ANAIS PHILIPPE ANNE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 16h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Outils probabilistes pour la statistique 1 <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
<b>Programme</b>	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• décrire les lois de probabilités discrètes et continues les plus classiques ;</li> <li>• calculer la loi d'une variable aléatoire discrète, absolument continue, ou mixte ;</li> <li>• décrire les liens entre les différents mode de convergence de variables aléatoires ;</li> <li>• expliquer la spécificité de la convergence en loi.</li> </ul>
Contenu	<p>1. Espace probabilisé, variable aléatoire, loi d'une variable aléatoire, fonction de répartition.  2. Indépendance de variables aléatoires, lien avec les fonctions caractéristiques.  3. Convergence de variables/vecteurs aléatoires : presque sure (loi forte des grands nombres), en probabilité, en norme <math>L_p</math>, et en loi (théorème centrale limite, lemme de Slutsky).</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	« Probabilité », de Ph.Barbe et M. Ledoux, EDP Sciences 2007

XMS1MU210	Analyse des données
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	BELLANGER LISE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 32h Répartition : <b>CM</b> : 16h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 CMI-IS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse des données <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante :  CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée.  La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de ce cours, les étudiants pourront mettre en pratique, grâce au logiciel libre R, des outils statistiques d'analyse des données tels que l'Analyse en Composantes Principales, l'Analyse Factorielle des Correspondances ou l'Analyse Factorielle Discriminante, pour synthétiser l'information contenue dans des jeux de données de grande dimension à l'aide de cartes.</p>
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Outils de description d'un échantillon</li> <li><i>Méthodes exploratoires et représentation d'un tableau de données à l'aide de cartes</i></li> <li>• Analyse en composantes principales (ACP)</li> <li>• Analyse factorielle des correspondances (AFC et AFCM)</li> <li><i>Méthodes exploratoires associées à plusieurs tableaux de données</i></li> <li>• Analyse Factorielle Discriminante (AFD)</li> <li><i>Compléments</i> : Analyse des corrélations canoniques (ACC) ; méthodes de type k-tableaux Td/TP avec le logiciel libre R et initiation en distanciel à la PROC PRINCOMP du logiciel SAS</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	

Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Bellanger L., Tomassone R. (2014), <i>Exploration de données et méthodes statistiques : Data analysis &amp; Data mining avec R</i> . Collection Références Sciences, Editions Ellipses, Paris. Husson F., Lé S., Pagès J. (2009), <i>Analyse de données avec R</i> . PUR, Rennes. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. (2013), <i>An Introduction to Statistical Learning: with Application in R</i> , Springer, New York. Saporta G. (2011), <i>Probabilités, analyse des données et statistique</i> . 3e édition révisée. Tecnip, Paris

<b>XMS1MU220</b>	<b>Classification non supervisée</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	BELLANGER LISE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 16h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Classification non supervisée <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%  Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)  Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de ce cours, les étudiants pourront mettre en pratique, grâce au logiciel libre R, des techniques de classification non supervisée (domaine parfois encore appelé <i>apprentissage non supervisé</i> ou « <i>clustering</i> ») pour synthétiser l'information contenue dans des jeux de données de grande dimension en constituant des classes d'observations.
Contenu	1. Généralités sur la classification 2. Classification par partition : k-means et k-medoids 3. Classification hiérarchique : ascendante (CAH) et descendante (CDH) 4. Nombre de classes à retenir 5. Caractérisation des classes 6. Conclusions et autres méthodes (Classification d'un ensemble de variables) Td/TP sous logiciel libre R
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Bellanger L., Tomassone R. (2014), <i>Exploration de données et méthodes statistiques : Data analysis &amp; Data mining avec R</i> . Collection Références Sciences, Editions Ellipses, Paris. Husson F., Lé S., Pagès J. (2009), <i>Analyse de données avec R</i> . PUR, Rennes. James G., Witten D., Hastie T., Tibshirani R. (2013), <i>An Introduction to Statistical Learning: with Application in R</i> , Springer, New York. Nakache, J.-P., Confais J. (2005), <i>Approche pragmatique de la Classification</i> . Technip, Paris. Saporta G. (2011), <i>Probabilités, analyse des données et statistique</i> . 3e édition révisée. Technip, Paris

XMS1MU230	Outils probabilistes pour la statistique 2
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	PETRELIS NICOLAS CARMONA PHILIPPE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 32h Répartition : <b>CM</b> : 16h <b>TD</b> : 16h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Outils probabilistes pour la statistique 2 <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50% Pour les DA : convocation pour CC3 (100%) Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Combiner les théorèmes de convergence de variables aléatoires pour prouver la convergence d'une variable/vecteur ayant une écriture non-triviale. Dans le cas d'un vecteur aléatoire à densité, calculer la densité de l'une de ses coordonnées conditionnellement aux autres coordonnées. Reconnaître un vecteur Gaussien, calculer sa matrice de covariance et déterminer si ce vecteur a une densité. Calculer la loi jointe des projections d'un vecteur Gaussien sur deux sous-espaces vectoriels supplémentaires.
Contenu	1. Complément de convergence de variables aléatoire (Théorème de Glivenko Cantelli, Delta-méthode). 2. Conditionnement d'une variable aléatoire par un événement, par une autre variable aléatoire. Calcul de la loi d'une variable aléatoire conditionnée par une autre variable aléatoire (cas discret et continu). 3. Vecteurs Gaussiens : Théorème centrale limite multivarié, Théorèmes de Cochran et de Fisher.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	« Probabilité », de Ph.Barbe et M. Ledoux, EDP Sciences 2007

XMS1MU240	Python pour la statistique
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 9h Répartition : <b>CM</b> : 3h <b>TD</b> : 6h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	

Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Python pour la statistique <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 2 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 33% + CC2 67 %</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC2 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant saura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• importer des données standardisées dans l'environnement Python</li> <li>• effectuer une analyse statistique basique d'un jeu de données sous Python</li> <li>• mettre en oeuvre des simulations de variables aléatoires</li> </ul>
Contenu	<p>Initiation au Langage Python pour la statistique:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rappels de programmation : boucles, conditions, objets usuels.</li> <li>• Importation, exportation d'un jeu de données</li> <li>• Statistiques descriptives d'un jeu données</li> <li>• Représentations graphiques</li> <li>• Simulation de variables aléatoires</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS1MU270</b>	<b>Introduction à R</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC
Volume horaire total	<b>TOTAL : 15h Répartition : CM : 5h TD : 10h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Introduction à R <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 2 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 33% + CC2 67%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC2 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>

Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant saura :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utiliser de façon autonome le logiciel R</li> <li>• programmer un algorithme faisant intervenir des boucles et/ou du conditionnement, en optimisant son script à l'aide du calcul vectoriel et des fonctions du type « apply » de R</li> <li>• simuler des nombres aléatoires issues des lois probabilistes classiques avec R</li> <li>• résumer graphiquement les variables d'un jeu de données avec R</li> </ul>
Contenu	<p>Initiation au Logiciel R :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisation de l'environnement graphique, avec ou sans Rstudio, avec utilisation d'un fichier script.</li> <li>• Structures principales des objets R : vecteur, matrice, liste, data.frame.</li> <li>• Utilisation autonome de l'aide, importation de packages.</li> <li>• Programmation basique : boucles, itérations, conditionnement. Utilisation des fonctions apply, sapply, lapply, outer.</li> <li>• Représentations graphiques : courbes, superposition, modification des axes, du titre, de la légende.</li> <li>• Fonctions principales pour les probabilités.</li> <li>• Exploitation basique d'un jeu de données (data.frame) : importation, exportation, visualisation, analyse bivariée.</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS1MU260	Rédaction d'un document scientifique avec Latex
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	<b>TOTAL : 4h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 4h EAD : 0h</b>
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Rédaction d'un document scientifique avec Latex <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Avec cet enseignement les étudiants et étudiantes maîtrisent les bases pour préparer un document scientifique en pdf à l'aide d'un logiciel sophistiqué.
Contenu	<p>Introduction au langage informatique LaTeX pour préparer la rédaction d'un document scientifique:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-prise en main, classe de documents, environnement mathématique.</li> <li>-organisation d'un document, environnements.</li> <li>-tables et dessins.</li> </ul>

Méthodes d'enseignement	Le cours se passe en groupe de TP permettant d'expérimenter avec le logiciel. Au final chaque étudiant et étudiantes reproduit la preuve d'un théorème d'une séance de l'EC projet en pdf.
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS1AU000</b>	<b>Anglais Préparation TOEIC</b>
Lieu d'enseignement	Distanciel
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE LABARBE LAURIE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention EEA,M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention Bioinformatique,M1 Mécanique,M1 PFA Physique Fondamentale et Applications,M1 Sciences & Santé,M1 Chimie Moleculaire et Therapeutique (CMT),M1 CMI-IS,M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 ANALYSE MOLECULES MATERIAUX MEDICAMENTS (A3M),M1 LUMIERE MOLECULE MATIERE (LUMOMAT),M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention Bioinformatique,M1 Conception et réalisation des bâtiments,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention GC,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention TM,M1 Biostatistique & Epidémiologie,M1 Earth and Planetary Sciences,M1 Earth and Planetary Sciences,M1 GE Ecosystèmes et Bioproduction Marine,M1 GE Ecosystèmes et Bioproduction Marine,M1 GP MICAS,M1 GP MICAS,M1 GP InnoCare,M1 GP InnoCare,M1 GP OHNU,M1 GP OHNU,M1 GP I3,M1 GP I3,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,M1 GP M4R,M1 GP M4R,Biologie et médicaments,Biologie et médicaments,M1 CMI-INA,M1 CMI-OPTIM,M1 Sciences de la Matière - Parcours ENR-GE (M1 EEA),M1 CMI-ICM,M1 Technologie Marine - Parcours International Travaux publics et Maritimes
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Anglais Préparation TOEIC <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconnaître et anticiper les formats de certifications d'anglais.</li> <li>• Compléter les réponses exigées par les tests de certifications.</li> <li>• Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement.</li> </ul>
Contenu	<i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Présentation des formats</li> <li>• Exercices d'entraînement</li> <li>• Conseils pour optimiser son score</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	Distanciel
Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 200% TOEIC 2017 Listening &amp; Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson)</li> <li>• TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern)</li> <li>• Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew)</li> <li>• Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear)</li> </ul>

<b>XMS1MU070</b>	<b>Conférences et interventions de personnalités extérieures</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	CRESTETTO ANAIS PHILIPPE ANNE BELLANGER LISE LAVANCIER FREDERIC BRUGALLE ERWAN RIVIERE GABRIEL CHANTRAINE BAPTISTE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Algèbre et Géométrie (MFA-AG), M2 CMI-IS, M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M2 Mathématiques Fondamentales et Appliquées - Analyse et Probabilités (MFA-AP), M2 Ingénierie Statistique (IS), M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Conférences et interventions de personnalités extérieures <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Par ce module transverse à la mention, l'étudiant <ul style="list-style-type: none"> <li>• se familiarise avec le monde professionnel, ses usages et ses attentes ;</li> <li>• connaît les débouchés professionnels de la formation ;</li> <li>• prend des premiers contacts avec les acteurs du monde professionnel.</li> </ul>
Contenu	Lors de ce module, des personnalités du monde économique, industriel, de la recherche ou de l'enseignement, viendront présenter leur activité professionnelle, et faire part de leur expertise. Ils mettront en relief les compétences mathématiques nécessaires à leurs missions. Il s'agit d'un module d'ouverture et d'aide à l'orientation pour les étudiants
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Pas de bibliographie associée

<b>XMS1MU080</b>	<b>Echanges mathématiques au laboratoire M1S1</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	RIVIERE GABRIEL CHANTRAINE BAPTISTE PHILIPPE ANNE CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	



Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Ingénierie Statistique (IS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Echanges mathématiques au laboratoire M1S1 <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS1MU100</b>	<b>Bases d'analyse fonctionnelle</b>
Lieu d'enseignement	Nantes Université -- FST
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	CHANTRAINE BAPTISTE RIVIERE GABRIEL CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	<b>TOTAL : 56h Répartition : CM : 24h TD : 32h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Bases d'analyse fonctionnelle <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%  Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)  Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de ce cours, l'étudiant-e maîtrise les outils classiques d'analyse fonctionnelle.

**Chapitre 1. Rappels d'intégration** (2 cours).

Dans ce chapitre, on fait des rappels (sans preuve) des grands théorèmes d'analyse de L3 et on se focalise sur leur application concrète.

1. Fonctions intégrables au sens de Lebesgue sur un ouvert  $\Omega \subset \mathbb{R}^n$ .
2. Définition et propriétés de l'espace  $L^1(\Omega)$ , (la complétude sera vue dans le chapitre suivant).
3. Théorèmes de convergence monotone et dominée et applications (éventuellement traitées en TD).
  - (a) Théorème de continuité des intégrales avec paramètre.
  - (b) Théorème de dérivabilité des intégrales avec paramètre.
  - (c) Théorème d'holomorphie des intégrales avec paramètre.
4. Les deux théorèmes de Fubini et applications.
5. Le théorème de changement de variables et applications

**Chapitre 2. Généralités sur les espaces vectoriels normés** (1 cours).

1. Topologie d'un espace normé. Normes équivalentes.
2. Normes  $\|\cdot\|_p$  sur  $\mathbb{R}^n$ . Normes subordonnées sur  $M_n(\mathbb{R})$ . Exemples de normes non équivalentes en dimension infinie.
3. Equivalence des normes en dimension finie. Caractérisation des compacts en dimension finie. Fermeture des sev de dimension finie.

**Chapitre 3. Les espaces de Banach** (3 cours).

1. Espace de Banach. Exemples et contre-exemples.
  - (a) Le cas de la dimension finie.
  - (b) Les espaces  $l^p(\mathbb{N})$ .
  - (c) Les espaces  $C^0(K; \mathbb{R})$ , où  $K$  est compact, et  $C^0_b(E, \mathbb{R})$ .
2. Séries absolument convergentes dans un espace de Banach et applications (les deux premières éventuellement traitées en TD) :
  - (a) Exponentielle de matrices.
  - (b)  $GL(n, \mathbb{R})$  est un ouvert de  $M_n(\mathbb{R})$ .
  - (c) Complétude de l'espace  $L^1(\Omega, dx)$ .

**Chapitre 4. Application linéaires continues** (1 cours).

1. Définition et caractérisation des applications linéaires continues.
2. Norme d'une application linéaire continue.
3. Exemples (cas où l'evn de départ est de dimension finie) et contre-exemples.
4. Prolongement des applications linéaires continues définies sur un espace dense

**Chapitre 5. Les espaces de Hilbert** (3 cours).

1. Définition. Inégalité de Cauchy-Schwarz - Identité du parallélogramme.
2. Exemples : le cas de la dimension finie,  $l^2(\mathbb{N})$ ,  $L^2(\Omega, dx)$ , (complétude vue dans le chapitre suivant).
3. Projection sur un convexe fermé et caractérisation du projeté. Cas de la projection orthogonale.
4. Le théorème de représentation de Riesz et applications.
  - (a) Dual de  $L^p(\Omega)$  (au chapitre suivant)
  - (b) Lax-Milgram symétrique
5. Base hilbertienne. Egalité de Parseval . Cas de la dimension finie et procédé de Gram-Schmidt.

**Chapitre 6. Les espaces  $L^p$**  (4 cours).

1. Définition de  $L^p(\Omega, dx)$  et de  $L^\infty(\Omega, dx)$ .
2. Inégalité de Hölder et Minkowski.
  - (a) Définition de la norme  $\|\cdot\|_p$  et  $\|\cdot\|_\infty$ .
  - (b) Application : définition et construction de formes linéaires continues sur  $L^p(\Omega, dx)$ .
3. Le théorème de Riesz-Fischer.
4. Convolution et régularisation.
5. Théorèmes de densité standards

**Chapitre 7. Les séries de Fourier** (4 cours).

Les bases sur les séries de Fourier ont été abordées en L3. Dans ce chapitre, il s'agit d'approfondissement en tirant parti du point de vue hilbertien.

1. Définition et propriétés élémentaires des différents coefficients de Fourier dans  $L^1(0, 2\pi)$ . Polynômes trigonométriques.
2. Théorie des séries de Fourier dans  $L^2(0, 2\pi)$ , (le cadre espace de Hilbert).
  - (a) Noyau de Poisson (par exemple).
  - (b) Densité des polynômes trigonométriques dans  $C^0_{per}(0, 2\pi)$ .
  - (c)  $(e^{int}) =$  base hilbertienne de  $L^2(0, 2\pi)$ .
  - (d) Convergence au sens  $L^2$ , égalité de Parseval
3. Séries de Fourier versus régularité.
  - (a) Lien entre décroissance des coefficients de Fourier et régularité.
  - (b) Théorèmes de convergence pour les fonctions continues - Théorème de Féjer.
  - (c) Le théorème de Jordan-Dirichlet.
  - (d) Exemples simples et calcul de sommes.
4. Applications (à choisir selon les années/enseignants)
  - (a) Problème de Dirichlet sur le disque (retour sur le noyau de Poisson).
  - (b) Spectre du Laplacien sur le disque pour la réalisation de Dirichlet.
  - (c) Résolution de l'équation de la chaleur.
  - (d) Le théorème de l'isopérimètre.

Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Functional Analysis, de W. Rudin</li> <li>- Analyse réelle et complexe, de W. Rudin.</li> <li>- Eléments d'analyse et d'algèbre, de P. Colmez</li> <li>- Cours d'analyse fonctionnelle, de D. Smets. Disponible en ligne</li> </ul> <a href="https://www.ljll.math.upmc.fr/smets/MM005/index.html">https://www.ljll.math.upmc.fr/smets/MM005/index.html</a>

<b>XMS1MU110</b>	<b>Théorie des probabilités</b>
Lieu d'enseignement	Nantes Université--FST
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	CHANTRAINE BAPTISTE RIVIERE GABRIEL
Volume horaire total	<b>TOTAL : 56h Répartition : CM : 24h TD : 32h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Théorie des probabilités <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de ce cours, l'étudiant-e maîtrise les outils classiques de théorie des probabilités.

<p>Contenu</p>	<p>Le programme ci-dessous s'appliquera pour les rentrée 2023, 2024 et 2025. A partir de la rentrée 2026, les étudiants qui arriveront en M1 auront suivi la nouvelle version du cours de Proba/Analyse du S5 dans laquelle ils auront appris à intégrer une fonction contre une mesure générale. D'ici là, les notions introduites et approfondies dans la nouvelle version du cours de Probabilités du S9 seront:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Théorie de la mesure (1 semaine)</li> <li>• Intégration contre une mesure générale (1 semaine)</li> <li>• Variables aléatoire et Loi de probabilités (1 semaine)</li> <li>• Indépendance et fonctions caractéristique (1 semaine)</li> <li>• Les 4 modes de convergence d'une suite de variables aléatoires (2 semaine)</li> <li>• Conditionnement (1,5 semaine)</li> <li>• Chaines de Markov (2,5 semaines)</li> </ul> <p><b>Contenu précis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Théorie de la mesure.</i> (2 CM, 2 TD). Définition d'une tribu sur un ensemble quelconque (exemple de la tribu triviale, de la tribu complète, des tribus engendrée et notamment de la tribu Borélienne, de la tribu produit). Définition de la mesurabilité d'une fonction, introduction des différentes méthodes pour prouver la mesurabilité d'une fonction. Introduction des mesures, cas particuliers (masse de Dirac, mesure de comptage, mesure de Lebesgue, mesure définie par densité par rapport à une autre mesure, mesure produit etc...), règles de calcul. Précision importante: la mesurabilité d'une fonction sera introduite rigoureusement en cours, des classes de fonctions mesurables seront considérées (par exemple les fonctions monotones ou continues dans les cas Boréliens), mais on limitera au minimum les exercices de TD uniquement dédiés à l'étude de la mesurabilité d'une fonction).</li> <li>• <i>Intégration contre une mesure générale</i> (2CM, 2TD). Construction de l'intégrale d'une fonction mesurable positive contre une mesure générale comme borne supérieure des intégrales de fonctions étagées positives. Théorème de convergence monotone. Propriétés des intégrales de fonctions mesurables positives (croissance, équivalence entre nullité de l'intégrale et nullité presque-sure d'une fonction mesurable positive), Lemme de Fatou. Définition de l'intégrabilité d'une fonction mesurable de signe quelconque. Définition de l'intégrale d'une fonction intégrable comme la différence de l'intégrale de sa partie positive et de sa partie négative. Premiers exemples de calculs d'intégrales: intégration contre la mesure de comptage et lien avec les sommes de séries numériques. Théorème de transfert. Intégration par rapport à une mesure absolument continue. Théorème de convergence dominée et Théorème de Fubini.</li> <li>• <i>Variables aléatoires et loi de Probabilités:</i> (2CM, 2TD). Définition d'un espace de probabilité et d'une variable aléatoire. Définition de la loi d'une variable aléatoire. Révision sur les fonctions de répartition et notamment sur l'utilisation de la fonction de répartition pour calculer la loi d'une variable à densité. Introduction de la méthode du pseudo-inverse pour simuler une variable aléatoire de loi donnée. Introduction de l'espérance d'une variable aléatoire positive ou intégrable. Théorème de transfert et exemple de calcul de l'espérance d'une variable aléatoire de loi discrète ou à densité. Méthode de la fonction muette pour calculer la loi d'une variable aléatoire. Espaces <math>L_p</math> pour <math>p \in [1, \infty)</math>, inégalité de Markov, Bienaymé Tchebychev, Minkowski et Hölder. Calcul de variance classiques.</li> <li>• <i>Indépendance et fonctions caractéristiques</i> (2CM, 2TD). Définition de l'indépendance d'une famille de sous-tribus d'un espace de probabilités, puis de l'indépendance d'une famille de variables aléatoires définies sur un même espace de probabilités. Liens entre l'indépendance des coordonnées d'un vecteur aléatoire et la loi de ce vecteur aléatoire (loi produit). Loi du 0-1 de Kolomogorov. Introduction de la méthode d'acceptation-rejet pour simuler une variable aléatoire de loi donnée.</li> <li>• <i>Les 4 modes de convergence d'une suite de variables aléatoires</i> (4 CM, 6TD). Définition des convergences en probabilités, presque-sure et <math>L_p</math> d'une suite de variables aléatoires définies sur un même espace de probabilités. Implications entre ces différents modes de convergence. Lemme de Borel-Cantelli et utilisation de ce Lemme pour prouver une convergence presque-sûre. Définition de l'équi-intégrabilité et lien avec la convergence <math>L_1</math>. Loi forte des grands nombres. Introduction de la convergence en loi et discussion autour de la spécificité de cette convergence par rapport aux autre mode de convergence. Lien avec la convergence des fonctions de répartition et la convergence des fonctions caractéristiques. Lemme de Slutsky, Lemme de Skorokod et Théorème de la limite Centrale.</li> <li>• <i>Conditionnement:</i> (3CM, 3TD). Introduction de l'espérance conditionnelle d'une variable aléatoire par une sous tribu. Cas des variables aléatoires mesurables positives d'abord puis des variables aléatoires intégrables. Preuve de l'unicité dans le cas général et de l'existence dans <math>L^2</math>. Cas particulier du conditionnement par une autre variable aléatoire définie sur le même espace de probabilités (Lemme de Doob). Pour finir, introduction de la loi d'une variable aléatoire conditionnée par une autre variable aléatoire (cas particulier d'un couple de v.a. à densité).</li> <li>• <i>Chaines de Markov:</i> (5CM, 5TD). Dans un espace d'états d'énombrable: définition, matrice de transition, représentation avec une fonction et une suite auxiliaire de variables aléatoires i.i.d. Premiers exemples: marches aléatoires, processus de Galton Watson. Temps d'arrêts. Propriétés de Markov de Markov faible et forte: application à la classification des états (récurrents, transients). Irréductibilité, récurrence positive et lien avec l'unicité d'une mesure de Probabilités invariante. Théorème ergodique. Apériodicité d'une chaîne de Markov irréductible et Théorème de convergence en loi.</li> </ul>
<p>Méthodes d'enseignement</p>	

Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	- Probabilité, de Barbe-Ledoux (EDP-sciences)

<b>XMS1MU120</b>	<b>Méthodes numériques probabilistes</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	PHILIPPE ANNE RIVIERE GABRIEL CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 16h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 CMI-IS, M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Méthodes numériques probabilistes <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%  Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)  Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette Unité d'Enseignement, l'étudiant utilise les méthodes stochastiques élémentaires pour estimer des quantités s'exprimant sous la forme d'une espérance mathématique. Ceci signifie que d'une part il met en œuvre une méthode de simulation pour générer un échantillon ou une chaîne de Markov permettant d'inférer la quantité visée et d'autre part qu'il évalue la précision de sa méthode. Enfin, il propose et implémente des approches aléatoires pour résoudre des problèmes du calcul scientifique et des sciences des données qui ne pourraient être traités en des temps raisonnables par des méthodes classiques d'algèbre linéaire numérique.
Contenu	La première partie de ce cours porte sur les principales méthodes de simulation de variable aléatoire : générateurs de suites pseudo aléatoires, méthode d'inversion, méthode de rejet et simulation de chaînes de Markov à espace d'état fini. Le cours présente ensuite les méthodes de type Monte Carlo et MCMC ainsi que les techniques de réduction de variance. Le dernier volet du cours traite des méthodes d'algèbre linéaire numérique randomisée pour les problèmes de grande dimension. Il y sera présenté les principes des méthodes d'échantillonnage parcimonieux et de projection aléatoire, et leurs applications à la réalisation d'opérations algébriques, la factorisation de matrice, la résolution de problèmes de moindres carrés et la compression de données.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robert, C. and Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods, second edition. Springer-Verlag, New York.</li> <li>• Michael W. Mahoney, (2011). Randomized Algorithms for Matrices and Data, Foundations and Trends in Machine Learning, NOW Publishers, Volume 3, Issue 2, 2011</li> </ul>

<b>XMS1MU270</b>	<b>Introduction à R</b>
------------------	-------------------------

Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 15h Répartition : <b>CM</b> : 5h <b>TD</b> : 10h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Introduction à R <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 2 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 33% + CC2 67%  Pour les DA : convocation pour CC2 (100%)  Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, l'étudiant saura : <ul style="list-style-type: none"> <li>• utiliser de façon autonome le logiciel R</li> <li>• programmer un algorithme faisant intervenir des boucles et/ou du conditionnement, en optimisant son script à l'aide du calcul vectoriel et des fonctions du type « apply » de R</li> <li>• simuler des nombres aléatoires issues des lois probabilistes classiques avec R</li> <li>• résumer graphiquement les variables d'un jeu de données avec R</li> </ul>
Contenu	Initiation au Logiciel R : <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilisation de l'environnement graphique, avec ou sans Rstudio, avec utilisation d'un fichier script.</li> <li>• Structures principales des objets R : vecteur, matrice, liste, data.frame.</li> <li>• Utilisation autonome de l'aide, importation de packages.</li> <li>• Programmation basique : boucles, itérations, conditionnement. Utilisation des fonctions apply, sapply, lapply, outer.</li> <li>• Représentations graphiques : courbes, superposition, modification des axes, du titre, de la légende.</li> <li>• Fonctions principales pour les probabilités.</li> <li>• Exploitation basique d'un jeu de données (data.frame) : importation, exportation, visualisation, analyse bivariée.</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS1MU130</b>	<b>Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master

Semestre	3
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC MICHEL BERTRAND
Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	Analyse des données (X1MS010), Classification non supervisée (X1MS020), Régression linéaire et logistique (X2MS020)
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Ingénierie Statistique (IS),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 Ingénierie Statistique (IS),M2 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant saura mettre en oeuvre des algorithmes classiques de Machine Learning. Il sera notamment capable d'identifier les problématiques distinctes de l'apprentissage supervisé, de l'apprentissage non supervisé, et de la sélection de variables. Il évaluera les erreurs produites par les algorithmes classiques. L'étudiant maîtrisera une partie importante des fonctions des librairies Scikit-learn et Keras.
Contenu	Cet enseignement se déroulera sous la forme de projets mis en pratique et commentés en cours. Les algorithmes standards d'apprentissage statistique seront ensuite implémentés et/ou mis en oeuvre avec la librairie Scikit-learn de Python. Le cours présentera aussi une introduction aux problématiques de réduction de dimension, de sur-apprentissage, de calibration de paramètres et de sélection de variables. La dernière partie du cours est une introduction au Deep Learning.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	- Hastie T., Tibshirani R. , Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2009. - Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow, Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. By Aurélien Géron, O'Reilly Media, 2017.

<b>XMS1IU050</b>	<b>Métaheuristiques</b>
Lieu d'enseignement	UFR des Sciences et des Techniques
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	GANDIBLEUX XAVIER PRZYBYLSKI ANTHONY
Volume horaire total	<b>TOTAL : 24h Répartition : CM : 12h TD : 12h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 CMI-IS,M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Data Science (DS) ,M1 Visual Computing (VICO),M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 CMI-OPTIM
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Métaheuristiques <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CCE pourra contenir une part de pratique et d'oral. L'examen pourra être écrit ou oral.

Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2TU060	Communication, Connaissance de l'entreprise
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	GODARD OLIVIER
Volume horaire total	<b>TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 12h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Communication, Connaissance de l'entreprise <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 2 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 50% + CC2 50%  Pour les DA : convocation pour CC2 (100%)  Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement l'étudiant sera capable: <ul style="list-style-type: none"> <li>• de décoder une offre de stage</li> <li>• de rédiger une lettre de motivation et un CV en cohérence avec sa candidature et les besoins de l'entreprise.</li> <li>• d'argumenter de façon objective et factuelle à l'oral dans une situation professionnelle notamment au niveau du recrutement dans la posture du candidat.</li> </ul> se servir des dispositifs en lien avec l'entrepreneuriat



Contenu	<p>• <b>module1 (6 heures) :</b>  1. Présentation des objectifs.  P Initiation aux outils de communication inter-personnelle.  P La boucle de communication.  P Communication verbale/non verbale.  P Règles de base de passation d'entretiens.  P Exercices pratiques : prise de parole.  P Communication écrite autour de la rédaction du CV/lettre de motivation.  P Décodage d'une offre de stage/emploi.  P Les outils numériques : sites, réseaux sociaux, bases de données.  P Marché de l'emploi/ réseau.</p> <p>• <b>module 2 (2 h 00):</b>  P Organisation humaine des entreprises.  P Critères d'identification des entreprises.  P La définition de poste : missions et responsabilités.  P Culture et charte d'entreprise : quels sens leur donner ?</p> <p>• <b>Module 3 (entrepreneuriat 1 heure):</b>  P Les dispositifs au sein de l'Université  P Comprendre les enjeux</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

XMS2MU200	Statistique inférentielle
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	PHILIPPE ANNE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 60h Répartition : CM : 28h TD : 32h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 CMI-IS, M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Statistique inférentielle <b>100%</b>
Obtention de l'UE	<p>La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante :  CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%</p> <p>Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)</p> <p>Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée.  La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.</p>
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant devra pouvoir : identifier un modèle statistique paramétrique, construire une méthode d'inférence adaptée et mettre en oeuvre une procédure validant le choix de modèle.

Contenu	Partie I : 1. Estimation fonctionnelle : fonction de répartition empirique, estimateur de la densité à noyau; 2. Estimation ponctuelle dans un modèle paramétrique : Méthode des moments, Maximum de vraisemblance, delta-méthode, propriétés asymptotiques. 3. Région de confiance.  Partie II : 4. Efficacité : Borne de Cramer Rao, Théorème de Rao Blackwell. 5. Tests paramétriques : tests de Neymann Pearson, tests asymptotiques 6. Tests non paramétrique : test de Kolmogorov-Smirnov et test du Chi-Deux
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Casella, G., and Berger, R. L. (2002). Statistical inference. Duxbury Press. Hogg, R. V.; McKean, J. W.; Craig, A. T. (2005). Introduction to mathematical statistics River, New Jersey: Prentice Hall. Shao J. (2003) Mathematical Statistics Springer Texts in Statistics

XMS2MU210	Régression linéaire et logistique
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 60h Répartition : <b>CM</b> : 28h <b>TD</b> : 32h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Régression linéaire et logistique <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50%  Pour les DA : convocation pour CC3 (100%)  Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	A l'issue de cet enseignement, l'étudiant saura <ul style="list-style-type: none"> <li>• proposer une modélisation par régression linéaire, analyse de la covariance ou par régression logistique dans un problème réel, en distinguant le champ d'applications de chaque modèle</li> <li>• Estimer et exploiter sa modélisation sur un jeu de données.</li> <li>• Argumenter sur l'importance et les limites de chaque hypothèse utile à la mise en œuvre de sa modélisation</li> <li>• Tester la validité des hypothèses de modélisation effectuées, et réagir le cas échéant en proposant une nouvelle modélisation adaptée</li> <li>• Implémenter la modélisation sous R et sous SAS.</li> </ul>

Contenu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse bivariée</li> <li>•</li> <li>Modèle linéaire simple et multiple : estimation par MCO, vraisemblance dans le cas gaussien, analyse des résidus, choix de modèles.</li> <li>•</li> <li>Analyse de la variance à un et plusieurs facteurs, avec interactions</li> <li>•</li> <li>Analyse de la covariance</li> <li>•</li> <li>Régression logistique, généralisation.</li> <li>•</li> <li>Simulations et mise en œuvre sur données réelles avec R et SAS.</li> </ul>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>"Régression. Théorie et applications" de P.-A. Cornillon et E. Matzner-Løber</li> <li>•</li> <li>"Le modèle linéaire par l'exemple" de J.-M. Azais et J.-M. Bardet.</li> </ul>

<b>XMS2MU220</b>	<b>Optimisation déterministe et stochastique</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	RIVIERE GABRIEL PHILIPPE ANNE CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	<b>TOTAL : 60h Répartition : CM : 28h TD : 32h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 CMI-IS, M1 CMI-OPTIM
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Optimisation déterministe et stochastique <b>100%</b>
Obtention de l'UE	La note de CC sera calculée à partir de 3 évaluations en suivant la règle suivante : CC1 25% + CC2 25% + CC3 50% Pour les DA : convocation pour CC3 (100%) Une épreuve unique de remplacement sera organisée en fin de semestre en cas d'absence justifiée. La note obtenue à l'évaluation de remplacement viendra se substituer à la ou aux notes d'absences justifiées.
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette Unité d'Enseignement, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formule un problème d'optimisation en dimension finie ou infinie sous contraintes et en prouve l'existence et l'unicité d'un minimum</li> <li>• Implémente sous Python les méthodes d'optimisation de Newton, de descente par gradient et par gradient stochastique, de recherche aveugle et de recuit simulé</li> <li>• Explique le principe de l'algorithme EM et cite des exemples de problèmes d'optimisation pour lequel il est adapté</li> <li>• Compare les avantages et les inconvénients de chacune des méthodes d'optimisation précédentes.</li> </ul>

Contenu	<p>Optimisation déterministe : Convexité, différentiabilité, théorèmes d'existence d'un minimum (dimension finie et infinie) Optimisation sous contrainte : multiplicateurs de Lagrange, point-selle et dualité, conditions KKT</p> <p>Méthodes numériques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthodes de Newton (rappel)</li> <li>• Méthodes de descente (pas constant, variable, optimal) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Application à la résolution de systèmes linéaires</li> <li>- Gradient conjugué</li> </ul> </li> <li>• Problèmes avec contraintes : méthodes de descente et de pénalisation</li> </ul> <p>Optimisation stochastique :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche aléatoire par méthodes de Monte-Carlo</li> <li>• Méthode de gradient stochastique</li> <li>• Recuit simulé</li> <li>• Algorithme Espérance/ Maximisation (EM), application au maximum de vraisemblance en présence de variables latentes non observées</li> </ul> <p>L'implémentation des méthodes d'optimisation vues en cours sera faite en langage Python.</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Dunod, 1998.</li> <li>• G. Allaire, Analyse numérique et optimisation, Ellipses, 2005.</li> <li>• C. P. Robert, G. Casella, Méthodes de Monte-Carlo avec R, Springer, 2011.</li> <li>• K. Lange, Optimization, Springer, 2014.</li> </ul>

<b>XMS2MU050</b>	<b>Supervised Study Project in Mathematics</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	RIVIERE GABRIEL LAVANCIER FREDERIC CRESTETTO ANAIS CHANTRAINE BAPTISTE PHILIPPE ANNE
Volume horaire total	<b>TOTAL : 0h</b> Répartition : <b>CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Supervised Study Project in Mathematics <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de l'unité, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• utilise les outils bibliographiques, en bibliothèque de recherche et en ligne, pour construire un domaine de compétence ;</li> <li>• interagit avec un encadrant chercheur lors de rencontres régulières, en suscitant une discussion par des questions, préparées ou à chaud ;</li> <li>• acquiert une aisance d'expression sur un sujet spécialisé ;</li> <li>• produit un texte scientifique en LaTeX ;</li> <li>• fait une présentation scientifique.</li> </ul>
Contenu	Ce module constitue une première mise en pratique des acquis de la formation, sous la forme d'un stage encadré par un chercheur ou un enseignant-chercheur. Il peut s'agir d'un travail d'approfondissement lié à un des cours, ou d'un sujet d'ouverture. Ce travail est effectué en autonomie, en parallèle de la formation en présentiel. Il donne lieu à la rédaction d'un mémoire en anglais ou d'une soutenance orale en anglais.
Méthodes d'enseignement	

Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	

<b>XMS2AU010</b>	<b>English for Scientific Communication-Online Course</b>
Lieu d'enseignement	Distanciel
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE TOWNEND ALICE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	Aucune
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS,M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA),M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention Bioinformatique,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention Bioinformatique,M1 Sciences & Santé,M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 Biostatistique & Epidémiologie,M1 CMI-OPTIM
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	English for Scientific Communication-Online Course <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme du module 'English for Scientific Communication-Online Course' les étudiants devront être capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulter efficacement et évaluer une publication scientifique dans leur domaine de spécialité</li> <li>• Concevoir et tenir à jour une banque lexicale des verbes et expressions utiles lors de la rédaction d'une publication scientifique</li> <li>• S'être familiarisés avec des situations linguistiques courantes en recherche : traduction, rédaction d'abstracts et d'articles, <i>peer-reviewing</i>, présentation orale</li> <li>• Communiquer efficacement à l'écrit comme à l'oral dans un contexte scientifique et institutionnel</li> </ul>
Contenu	<b>PROGRAMME</b> Au terme du module 'English for Scientific Communication-Online Course' les étudiants devront être capables de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Consulter efficacement et évaluer une publication scientifique dans leur domaine de spécialité</li> <li>• Concevoir et tenir à jour une banque lexicale des verbes et expressions utiles lors de la rédaction d'une publication scientifique</li> <li>• S'être familiarisés avec des situations linguistiques courantes en recherche : traduction, rédaction d'abstracts et d'articles, <i>peer-reviewing</i>, présentation orale</li> <li>• Communiquer efficacement à l'écrit comme à l'oral dans un contexte scientifique et institutionnel</li> </ul> <b>CONTENU</b> Articles et publications de recherche Anglais technique (recherche) Traduction et édition d'articles
Méthodes d'enseignement	Distanciel
Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	Glasman-Deal, Hilary. <i>Science Research Writing for Non-Native Speakers of English</i> . Imperial College Press, 2009.  Goodson, Patricia. <i>Becoming an Academic Writer. 50 Exercises for Paced, Productive, and Powerful Writing</i> . Sage Publications, 2012.  Wallwork, Adrian. <i>English for Writing Research Papers</i> . Springer US, 2011.

<b>XMS2MU070</b>	<b>Stage optionnel</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	DERAYNAL PAUL-ERIC CRESTETTO ANAIS CHANTRAINE BAPTISTE LAVANCIER FREDERIC RIVIERE GABRIEL PHILIPPE ANNE
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Stage optionnel <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	À l'issue de ce stage, l'étudiant met en application, de façon opérationnelle, les apprentissages acquis au cours de la formation. Il est familiarisé avec un environnement professionnel, il a acquis des compétences en communication dans ses échanges avec les non-spécialistes.
Contenu	Ce stage optionnel est l'occasion d'une première expérience professionnelle, pendant laquelle l'étudiant pourra effectuer une mission en relation avec sa formation universitaire de mathématicien. D'une durée de un à trois mois, il s'effectue en fin de semestre.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS2MU080</b>	<b>Echanges mathématiques au laboratoire M1S2</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	RIVIERE GABRIEL CHANTRAINE BAPTISTE PHILIPPE ANNE CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	<b>TOTAL</b> : 0h Répartition : <b>CM</b> : 0h <b>TD</b> : 0h <b>CI</b> : 0h <b>TP</b> : 0h <b>EAD</b> : 0h
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Ingénierie Statistique (IS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2 <b>100%</b>

Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS2MU230</b>	<b>Méthodes bayésiennes et modèles hiérarchiques</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	PHILIPPE ANNE ROCHET PAUL
Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requis(s)	Introduction à la statistique bayésienne (X3MS050)
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Ingénierie Statistique (IS),M1 Ingénierie Statistique (IS),M2 CMI-IS
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Méthodes bayésiennes et modèles hiérarchiques <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant sera capable de mettre en œuvre une prévision bayésienne en comprenant sa spécificité par rapport à une approche fréquentiste. Il sera capable de mettre en œuvre un modèle hiérarchique et d'en estimer ses paramètres.
Contenu	1-Rappels des principes bayésiens; 2-Propriétés asymptotiques : lien avec l'inférence fréquentiste; 3-Prévision en loi; 4-Méthodes MCMC; 5-Modèles hiérarchiques : modèles de Markov caché et modèles de mélange.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS2MU090</b>	<b>Machine Learning avancé</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	MICHEL BERTRAND LAVANCIER FREDERIC

Volume horaire total	<b>TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python (X3MS060) Statistique en grande dimension (X3MS020)
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Ingénierie Statistique (IS),M2 CMI-IS,M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Machine Learning avancé <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant saura mettre en oeuvre des algorithmes avancés du Machine Learning. Il sera capable de traduire et mettre en oeuvre des procédures complexes en lien avec l'apprentissage par renforcement, les méthodes de Boosting et de Deep Learning.
Contenu	Cet enseignement se déroulera sous la forme de projets mis en pratique et commentés en cours. Les algorithmes standards d'apprentissage statistique seront ensuite implémentés et/ou mis en oeuvre avec les bibliothèques Python adéquates. Le cours présentera notamment les méthodes à noyau, le Boosting, des méthodes non supervisées avancées, des compléments sur l'optimisation stochastique, une introduction à l'apprentissage par renforcement, les architectures Deep Learning ainsi que des technologies propres au contexte du Big Data (avec Spark).
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	- Hastie T., Tibshirani R. , Friedman J. The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, 2009. - Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow, Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. By Aurélien Géron, O'Reilly Media, 2017.

<b>XMS2IU020</b>	<b>Apprentissage automatique</b>
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	HERNANDEZ NICOLAS QUINIOU SOLEN DE LA HIGUERA COLIN LE CAPITAINE HOEL
Volume horaire total	<b>TOTAL : 23.99h Répartition : CM : 12h TD : 5.33h CI : 0h TP : 6.66h EAD : 0h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS,M1 Data Science (DS) ,M1 Visual Computing (VICO),M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 Architecture Logicielle (ALMA),M1 CMI-OPTIM
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Machine Learning <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	



Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

<b>XMS2IU810</b>	<b>Ethique et numérique</b>
Lieu d'enseignement	UFR Sciences et techniques
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	ENGUEHARD CHANTAL
Volume horaire total	<b>TOTAL : 12h Répartition : CM : 4h TD : 4h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h</b>
<b>Place de l'enseignement</b>	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 CMI-IS,M1 CMI-INA,M1 CMI-ICM
<b>Evaluation</b>	
Pondération pour chaque matière	Ethique <b>100%</b>
Obtention de l'UE	
<b>Programme</b>	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	Lecture d'articles par les étudiants, cours magistral. Cours magistral. Exposés réalisés par les étudiants.
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Joseph Mariani (Coord.), Jean-Michel Besnier, Jacques Bordé, Jean-Michel Cornu, Marie Farge, Jean-Gabriel Ganascia, Jean-Paul Haton, Evelyne Serverin. "Pour une éthique de la recherche en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)". 2009. CERNA, Rapport n°1, Ethique de la recherche en robotique, novembre 2014. Stefana Broadbent, Nicole Dewandre, Charles Ess, Luciano Floridi, Jean-Gabriel Ganascia, Mireille Hildebrandt, Yiannis Laouris, Claire Lobet-Maris, Sarah Oates, Ugo Pagallo, Judith Simon, May Thorseth, Peter-Paul Verbeek. The Onlife Manifesto. Being Human in a hyperconnected Era. 2014 Cahier de la CERNA. "Proposition de formation doctorale- Initiation à l'éthique de la recherche scientifique". Juin 2016. CPU, Pratiquer une recherche intègre et responsable - un guide. 28 novembre 2016.

Dernière modification par VIRGINIE BLOT, le 2023-08-30 14:21:54