

Master 1 M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)

Année universitaire 2021-2022

Information générale

Objectifs	
Responsable(s)	CARMONA PHILIPPE JAUBERTEAU FRANCOIS CRESTETTO ANAIS MATHIS HELENE
Mention(s) incluant ce parcours	master Mathématiques et applications
Lieu d'enseignement	
Langues / mobilité internationale	
Stage / alternance	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.
Poursuite d'études /débouchés	
Autres renseignements	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 IM 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.
Conditions d'obtention de l'année	Il n'y a pas de compensation par semestre. L'année est validée par compensation entre toutes les UE de l'année.

Programme

1 ^{er} SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
Groupe d'UE : (30 ECTS) choix parmi les blocs de type BLOC1								
Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles	X1MC030	4	13.33	0	14.67	0	4	32
Analyse des Equations aux Dérivées Partielles	X1MC040	4	13.33	0	14.67	0	4	32
Méthodes numériques déterministes	X1MC060	4	13.33	0	14.67	0	4	32
Méthodes numériques probabilistes	X1MC070	4	13.33	0	14.67	0	4	32
Outils probabilistes pour la statistique 1	X1MC080	4	13.33	0	14.67	0	4	32
Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions	X1MC020	4	13.33	0	14.67	0	4	32
Anglais 1 (Mathématiques et Applications)	X1MC010	2	0	0	16	0	0	16
Outils pour le calcul scientifique	X1MA010	4	8	0	16	0	0	24
Groupe d'UE : UEL (0 ECTS)								
Anglais Préparation TOEIC	X1LA010	0	0	0	0	0	0	0
Conférences et interventions de personnalités extérieures	X1MC050	0	0	0	0	0	0	0
Echanges mathématiques au laboratoire M1S1	X1MC200	0	0	0	0	0	0	0
Groupe d'UE : Modularisation ECN-APN (non diplômante) (0 ECTS) choix parmi les blocs de type BLOC1								
Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions	X1MC020	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles	X1MC030	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Analyse des Equations aux Dérivées Partielles	X1MC040	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Méthodes numériques probabilistes	X1MC070	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Théorie des probabilités : théorie de la mesure, espace probabilisé, indépendance, convergences	X1MF010	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python	X3MS060	0	13.33	0	14.67	0	4	32
	Total	30					24.00	232.00

2 ^{ème} SEMESTRE	Code	ECTS	CM	CI	TD	TP	Distanciel	Total
Groupe d'UE : (30 ECTS) choix parmi les blocs de type BLOC2								
Méthode des éléments finis	X2MC040	8	28	0	28	0	8	64
Mécanique	X2MA010	8	28	0	28	0	8	64
Optimisation déterministe et stochastique	X2MC050	8	28	0	28	0	8	64
Supervised Study Project in Mathematics	X2MC010	4	0	0	0	0	0	0
Communication, Connaissance de l'entreprise	X2MC020	2	0	0	9	0	3	12
Groupe d'UE : UEL (0 ECTS)								
English for Scientific Communication-Online Course	X2LA010	0	0	0	0	0	0	0
Stage optionnel	X2MC030	0	0	0	0	0	0	0
Echanges mathématiques au laboratoire M1S2	X2MC200	0	0	0	0	0	0	0
Groupe d'UE : Modularisation ECN-APN (non diplômante) (0 ECTS) choix parmi les blocs de type BLOC2								
Machine Learning avancé	X4MS050	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Modélisation pour la biologie-santé 1	X4MA010	0	13.33	0	14.67	0	4	32
Modélisation pour la biologie-santé 2	X4MA020	0	13.33	0	14.67	0	4	32
	Total	30					27.00	204.00

Modalités d'évaluation

Mention Master 1ère année

Parcours : M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)

Année universitaire 2021-2022

Responsable(s) : CARMONA PHILIPPE, JAUBERTEAU FRANCOIS, CRESTETTO ANAIS, MATHIS HELENE

REGIME ORDINAIRE

					PREMIERE SESSION							DEUXIEME SESSION							TOTAL	
					Contrôle continu			Examen				Contrôle continu			Examen				Coeff.	ECTS
CODE UE	INTITULE	UE non dipl.			écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée		
Groupe d'UE :																				
1	X1MC030	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles	N	optionnelle	4							1.6			2.4				4	4
1	X1MC040	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles	N	optionnelle	1.6			2.4				1.6			2.4				4	4
1	X1MC060	Méthodes numériques déterministes	N	optionnelle	4							1.6			2.4				4	4
1	X1MC070	Méthodes numériques probabilistes	N	optionnelle	4							1.6			2.4				4	4
1	X1MC080	Outils probabilistes pour la statistique 1	N	optionnelle	4							1.6			2.4				4	4
1	X1MC020	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions	N	optionnelle	4							1			3				4	4
1	X1MC010	Anglais 1 (Mathématiques et Applications)	N	optionnelle	1		1									2			2	2
1	X1MA010	Outils pour le calcul scientifique	N	optionnelle	4							1			3				4	4
Groupe d'UE : UEL																				
1	X1LA010	Anglais Préparation TOEIC	O	optionnelle															0	0
1	X1MC050	Conférences et interventions de personnalités extérieures	O	optionnelle															0	0
1	X1MC200	Echanges mathématiques au laboratoire M1S1	O	optionnelle															0	0
Groupe d'UE : Modularisation ECN-APN (non diplomant)																				
1	X1MC020	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions	O	optionnelle															0	0
1	X1MC030	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles	O	optionnelle															0	0
1	X1MC040	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles	O	optionnelle															0	0
1	X1MC070	Méthodes numériques probabilistes	O	optionnelle															0	0
1	X1MF010	Théorie des probabilités : théorie de la mesure, espace probabilisé, indépendance, convergences	O	optionnelle															0	0
3	X3MS060	Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python	O	optionnelle															0	0
Groupe d'UE :																				
2	X2MC040	Méthode des éléments finis	N	optionnelle	3.2			4.8				3.2			4.8				8	8
2	X2MA010	Mécanique	N	optionnelle	3.2			4.8				3.2			4.8				8	8

2	X2MC050	Optimisation déterministe et stochastique	N	optionnelle	3.2			4.8				3.2			4.8			8	8	
2	X2MC010	Supervised Study Project in Mathematics	N	optionnelle			4							4				4	4	
2	X2MC020	Communication, Connaissance de l'entreprise	N	optionnelle	2							2						2	2	
Groupe d'UE : UEL																				
2	X2LA010	English for Scientific Communication-Online Course	O	optionnelle														0	0	
2	X2MC030	Stage optionnel	O	optionnelle														0	0	
2	X2MC200	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2	O	optionnelle														0	0	
Groupe d'UE : Modularisation ECN-APN (non diplômé)																				
4	X4MS050	Machine Learning avancé	O	optionnelle														0	0	
4	X4MA010	Modélisation pour la biologie-santé 1	O	optionnelle														0	0	
4	X4MA020	Modélisation pour la biologie-santé 2	O	optionnelle														0	0	
																		TOTAL	60	60

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

DISPENSE D'ASSIDUITE

				PREMIERE SESSION								DEUXIEME SESSION								TOTAL	
				Contrôle continu			Examen					Contrôle continu			Examen					Coeff.	ECTS
CODE UE	INTITULE	UE non dipl.		écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée	écrit	prat.	oral	écrit	prat.	oral	durée				
Groupe d'UE :																					
1	X1MC030	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles	N	optionnelle				4						4				4	4		
1	X1MC040	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles	N	optionnelle				4						4				4	4		
1	X1MC060	Méthodes numériques déterministes	N	optionnelle				4						4				4	4		
1	X1MC070	Méthodes numériques probabilistes	N	optionnelle				4						4				4	4		
1	X1MC080	Outils probabilistes pour la statistique 1	N	optionnelle				4						4				4	4		
1	X1MC020	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions	N	optionnelle				4						4				4	4		
1	X1MC010	Anglais 1 (Mathématiques et Applications)	N	optionnelle						2						2		2	2		
1	X1MA010	Outils pour le calcul scientifique	N	optionnelle				4						4				4	4		
Groupe d'UE : UEL																					
1	X1LA010	Anglais Préparation TOEIC	O	optionnelle														0	0		
1	X1MC050	Conférences et interventions de personnalités extérieures	O	optionnelle														0	0		
1	X1MC200	Echanges mathématiques au laboratoire M1S1	O	optionnelle														0	0		
Groupe d'UE : Modularisation ECN-APN (non diplômant)																					
1	X1MC020	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions	O	optionnelle														0	0		
1	X1MC030	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles	O	optionnelle														0	0		
1	X1MC040	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles	O	optionnelle														0	0		
1	X1MC070	Méthodes numériques probabilistes	O	optionnelle														0	0		
1	X1MF010	Théorie des probabilités : théorie de la mesure, espace probabilisé, indépendance, convergences	O	optionnelle														0	0		
3	X3MS060	Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python	O	optionnelle														0	0		
Groupe d'UE :																					
2	X2MC040	Méthode des éléments finis	N	optionnelle				8						8				8	8		
2	X2MA010	Mécanique	N	optionnelle				8						8				8	8		
2	X2MC050	Optimisation déterministe et stochastique	N	optionnelle				8						8				8	8		
2	X2MC010	Supervised Study Project in Mathematics	N	optionnelle			4						4					4	4		
2	X2MC020	Communication, Connaissance de l'entreprise	N	optionnelle				2						2				2	2		
Groupe d'UE : UEL																					

2	X2LA010	English for Scientific Communication- Online Course	O	optionnelle															0	0
2	X2MC030	Stage optionnel	O	optionnelle															0	0
2	X2MC200	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2	O	optionnelle															0	0
Groupe d'UE : Modularisation ECN-APN (non diplômante)																				
4	X4MS050	Machine Learning avancé	O	optionnelle															0	0
4	X4MA010	Modélisation pour la biologie-santé 1	O	optionnelle															0	0
4	X4MA020	Modélisation pour la biologie-santé 2	O	optionnelle															0	0
																		TOTAL	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

X1MC030	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE CRESTETTO ANAIS JAUBERTEAU FRANCOIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette Unité d'enseignement, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> • reconnaît et distingue les équations modèles (chaleur, transport, Poisson) et leurs classes d'EDP (parabolique, hyperbolique, elliptique) ; • programme des schémas différences finies et détermine leur pertinence selon l'équation considérée ; • démontre la consistance, la stabilité et la convergence d'un schéma.
Contenu	Introduction aux EDP : <ul style="list-style-type: none"> • classification des EDP linéaires d'ordre 2 • formules de représentation : <ul style="list-style-type: none"> - séparation des variables pour l'équation de la chaleur et l'équation des ondes, en domaine borné - méthodes des caractéristiques pour l'équation de transport - noyau de Green pour l'équation de Poisson et de la chaleur Méthode des différences finies <ul style="list-style-type: none"> • équation de Poisson 1D, propriétés de la matrice du laplacien 1D (principe du cas 2D) • consistance et ordre, stabilité, convergence pour les EDP d'évolution (transport et chaleur) • discrétisations explicite et implicite
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • G. Allaire. Analyse numérique et optimisation. Ellipses, 2005. • I. Danaila, P Joly, S. M. Kaber, M. Postel. Introduction au calcul scientifique par la pratique. Dunod, Sciences Sup, 2005. • D. Euvrard. Résolution numérique des équations aux dérivées partielles. Masson, 1994. • M. H. Holmes. Introduction to numerical methods in differential equations. Springer, 2007. • R. J. LEVEQUE. Finite difference methods for ordinary and partial differential equations. SIAM, 2007. • B. Lucquin. Equations aux dérivées partielles et leurs approximations. Ellipses, 2004. • B. Mohammadi, J.-H. Saïac. Pratique de la simulation numérique. Dunod, 2003.

X1MC040	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master

Semestre	1
Responsable de l'UE	MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE JAUBERTEAU FRANCOIS CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette Unité d'enseignement, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> • construit la formulation variationnelle pour un problème aux limites donné ; • démontre l'existence et l'unicité de la solution à un problème aux limites par Lax-Milgram.
Contenu	Compléments d'analyse fonctionnelle : théorème de représentation de Riesz, théorème de Lax-Milgram, convergence faible Formulation variationnelle pour les EDP elliptiques : <ul style="list-style-type: none"> • calcul au sens des distributions pour l'obtention de la formulation variationnelle • espaces de Sobolev, conditions aux limites • étude de formes bilinéaires Équations d'évolution linéaires : <ul style="list-style-type: none"> • caractère bien posé • méthode de Galerkin • estimations d'énergie, principe du maximum Introduction à l'analyse non linéaire (point fixe)
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	• Grégoire Allaire. « Analyse numérique et optimisation ». Ellipses, 2005.

X1MC060	Méthodes numériques déterministes
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE BADSI MEHDI CRESTETTO ANAIS JAUBERTEAU FRANCOIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
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 CMI-IS, M1 CMI-OPTIM

Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Méthodes numériques déterministes 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant doit, en matière d'approximation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construire et programmer l'approximation d'une fonction par interpolation de Lagrange, par les polynômes de meilleure approximation et par splines • Déterminer la pertinence d'une méthode d'approximation par rapport à une autre et interpréter les résultats qualitativement et quantitativement <p>Concernant l'algèbre linéaire numérique, l'étudiant doit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programmer la factorisation QR pour résoudre des systèmes linéaires surdéterminés par exemple dans une approximation au sens des moindres carrés • Réduire une matrice sous forme diagonale par la décomposition en valeurs singulières
Contenu	<p>Approximation</p> <ul style="list-style-type: none"> • notions générales : familles d'approximation, erreur, meilleure approximation • approximation polynomiale, polynômes trigonométriques (FFT), introduction aux ondelettes • interpolation : Lagrange, Lagrange par morceaux, Hermite, splines • méthodes de moindres carrés, moindres carrés régularisés (bases radiales, lien avec l'interpolation...) <p>Algèbre linéaire numérique avancée</p> <ul style="list-style-type: none"> • décomposition en valeurs singulières et pseudo-inverse • factorisation QR <ul style="list-style-type: none"> - principe et algorithme des méthodes de Householder et de Givens - application aux systèmes linéaires surdéterminés, moindres carrés
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	· A.M. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, Méthodes numériques, Algorithmes, analyse et applications, Springer, 2007.

X1MC070	Méthodes numériques probabilistes
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC NOUY ANTHONY MICHEL BERTRAND CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
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, M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Méthodes numériques probabilistes 100%
Obtention de l'UE	
Programme	

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"> • Robert, C. and Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods, second edition. Springer-Verlag, New York. • Michael W. Mahoney, (2011). Randomized Algorithms for Matrices and Data, Foundations and Trends in Machine Learning, NOW Publishers, Volume 3, Issue 2, 2011

X1MC080	Outils probabilistes pour la statistique 1
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	PETRELIS NICOLAS CRESTETTO ANAIS CARMONA PHILIPPE
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
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 CMI-IS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Outils probabilistes pour la statistique 1 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, l'étudiant doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> • décrire les lois de probabilités discrètes et continues les plus classiques ; • calculer la loi d'une variable aléatoire discrète, absolument continue, ou mixte ; • décrire les liens entre les différents mode de convergence de variables aléatoires ; • expliquer la spécificité de la convergence en loi.
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> 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 sûre (loi forte des grands nombres), en probabilité, en norme L_p, et en loi (théorème centrale limite, lemme de Slutsky).

Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	« Probabilité », de Ph.Barbe et M. Ledoux, EDP Sciences 2007

X1MC020	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	GREBERT BENOIT FRANJOU VINCENT CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
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), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	À l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant <ul style="list-style-type: none"> • connaît les exemples standards d'espaces de Banach de dimension infinie (en particulier l_p et L_p), manipule différentes topologies sur ces espaces ; • détermine si une application linéaire est continue ; • manipule les notions de géométrie qu'apportent les espaces de Hilbert, en particulier la notion de projection ; • manipule les séries et transformées de Fourier ; • fait la différence entre convergence forte et convergence faible dans les espaces de Hilbert ; • manipule des distributions simples ; • calcule des limites au sens des distributions, dérive au sens des distributions ; • donne des exemples de fonctions dans les espaces de Sobolev ; • calcule la dérivée faible.
Contenu	1. Espaces vectoriels normés en dimension quelconque. Espace de Banach. Exemple des espaces l_p et L_p . Continuité des applications linéaires entre evn. Théorème du point fixe. 2. Espace de Hilbert, projection sur un convexe complet, bases hilbertiennes. Gram-Schmidt, représentation de Riesz, Lax-Milgram. 3. Séries de Fourier, transformée de Fourier. 4. Convergence faible dans les espaces de Hilbert. 5. Introduction aux distributions et aux espaces de Sobolev.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • Cours d'Analyse, Jean-Michel Bony, Editions de l'Ecole Polytechnique, 2001. • E. Lieb and M. Loss, Analysis, AMS graduate studies in maths (2001) • Claude Zuiy, Eléments de distributions et d'équations aux dérivées partielles. Dunod (2002) • Cours en ligne de Isabelle Gallagher: http://www.math.jussieu.fr/~gallagher/chap3.pdf

X1MC010	Anglais 1 (Mathématiques et Applications)
Lieu d'enseignement	

Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE LABARBE LAURIE
Volume horaire total	TOTAL : 16h Répartition : CM : 0h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
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), M1 CMI-IS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Anglais 1 (Mathématiques et Applications) 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
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	

X1MA010	Outils pour le calcul scientifique
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	CARMONA PHILIPPE NACHAOUI ABDELJALIL CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 24h Répartition : CM : 8h TD : 16h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	

Pondération pour chaque matière	Outils pour le calcul scientifique 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant : <ul style="list-style-type: none"> manipule les outils de programmation (Emacs, terminal,...) construit un programme Fortran en autonomie pour résoudre un problème algorithmique donné compile un code Fortran et corrige les erreurs de compilation
Contenu	Structure et syntaxe d'un programme en Fortran 90 et 95 : <ul style="list-style-type: none"> programme principal, module et procédures compilation et exécution commentaires et indentation Le langage Fortran 90 : <ul style="list-style-type: none"> les différents types de variables exemples d'expressions arithmétiques, d'expressions logiques et de fonctions numériques les entrées et sorties les structures de contrôle : structure "if", "select case", "do" et "while" les tableaux introduction aux types dérivés et aux pointeurs
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> P. Lignelet, Fortran 90, approche par la pratique, Editeur Menton, 1993. M. Kupferschmid, Classical FORTRAN programming for engineering and scientific applications, New York Marcel Dekker 2002.

X1LA010	Anglais Préparation TOEIC
Lieu d'enseignement	Distanciel
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE LABARBE LAURIE
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention EEA,M1 Sciences Biologiques - Mention BS,M1 Ingénierie Statistique (IS),M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BI,M1 Visual Computing (VICO),M1 Mécanique et Fiabilité des Structures,M1 Physique,M1 Gestion des Risques, Santé, Sécurité, Environnement (GRISSE),M1 Sciences de la Matière - option Nano,M1 Apprentissage et Traitement Automatique de la Langue (ATAL),M1 Sciences Biologiques - Mention BS,M1 Chimie-Biologie,M1 Sciences de la Terre et des Planètes, Environnement (STPE),M1 Sciences de la Matière - option ENR,M1 Sciences de la Terre et des Planètes, Environnement (STPE),M1 Sciences & Santé,M1 Architecture Logicielle (ALMA),M1 Data Science (DS) ,M1 CMI-ICM,M1 Chimie Moléculaire et Thérapeutique (CMT),M1 CMI-IS,M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA),M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 Nutrition et Sciences des Aliments,M1 Analyse, Molécules, Matériaux, Médicaments (A3M),M1 Lumière Molécule Matière (LUMOMAT),M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention EEA,M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO),M1 MIAGE - alternance,M1 MIAGE - classique,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BI,M1 CMI-INA,M1 Conception et réalisation des bâtiments,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention GC,M1 CMI-OPTIM,M1 Travaux Publics, Maritimes et Maintenance - Mention TM,M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention SDM,M1 Electronique Energie Electrique Automatique - Mention SDM,M1 Sciences Biologiques - Mention SMPS,M1 Sciences Biologiques - Mention SMPS,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BS,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Anglais Préparation TOEIC 100%

Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement, les étudiants seront capables de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconnaître et anticiper les formats de certifications d'anglais. • Compléter les réponses exigées par les tests de certifications. • Pouvoir optimiser leurs résultats aux certifications grâce à une méthodologie de travail appliquée lors des séances d'entraînement.
Contenu	<p><i>Se préparer pour obtenir une certification en anglais (objectif B2 et +)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Présentation des formats • Exercices d'entraînement • Conseils pour optimiser son score
Méthodes d'enseignement	Distanciel
Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • 200% TOEIC 2017 Listening & Reading (2 août 2016, de Michael Byrne et Michelle Dickinson) • TOEIC® La Méthode Réussite (20 janvier 2011, de David Mayer et Serena Murdoch Stern) • Tactics for TOEIC® Listening and Reading Test (13 septembre 2007, de Grant Trew) • Cambridge Grammar and Vocabulary for the TOEIC Test (11 novembre 2010, de Jolene Gear et Robert Gear)

X1MC050	Conférences et interventions de personnalités extérieures
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	<p>CRESTETTO ANAIS LAVANCIER FREDERIC MATHIS HELENE HERAU FREDERIC FRANJOU VINCENT</p>
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	<p>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</p>
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Conférences et interventions de personnalités extérieures 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Par ce module transverse à la mention, l'étudiant</p> <ul style="list-style-type: none"> • se familiarise avec le monde professionnel, ses usages et ses attentes ; • connaît les débouchés professionnels de la formation ; • prend des premiers contacts avec les acteurs du monde professionnel.
Contenu	<p>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</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français

Bibliographie	Pas de bibliographie associée
---------------	-------------------------------

X1MC200	Echanges mathématiques au laboratoire M1S1
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(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)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Echanges mathématiques au laboratoire M1S1 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

X1MC020	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	GREBERT BENOIT FRANJOU VINCENT CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(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), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse hilbertienne : espaces de Hilbert, analyse de Fourier, distributions 100%
Obtention de l'UE	
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>À l'issue de cette unité d'enseignement, l'étudiant</p> <ul style="list-style-type: none"> • connaît les exemples standards d'espaces de Banach de dimension infinie (en particulier l_p et L_p), manipule différentes topologies sur ces espaces ; • détermine si une application linéaire est continue ; • manipule les notions de géométrie qu'apportent les espaces de Hilbert, en particulier la notion de projection ; • manipule les séries et transformées de Fourier ; • fait la différence entre convergence forte et convergence faible dans les espaces de Hilbert ; • manipule des distributions simples ; • calcule des limites au sens des distributions, dérive au sens des distributions ; • donne des exemples de fonctions dans les espaces de Sobolev ; • calcule la dérivée faible.
Contenu	<ol style="list-style-type: none"> 1. Espaces vectoriels normés en dimension quelconque. Espace de Banach. Exemple des espaces l_p et L_p. Continuité des applications linéaires entre evn. Théorème du point fixe. 2. Espace de Hilbert, projection sur un convexe complet, bases hilbertiennes. Gram-Schmidt, représentation de Riesz, Lax-Milgram. 3. Séries de Fourier, transformée de Fourier. 4. Convergence faible dans les espaces de Hilbert. 5. Introduction aux distributions et aux espaces de Sobolev.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • Cours d'Analyse, Jean-Michel Bony, Editions de l'Ecole Polytechnique, 2001. • E. Lieb and M. Loss, Analysis, AMS graduate studies in maths (2001) • Claude Zuily, Eléments de distributions et d'équations aux dérivées partielles. Dunod (2002) • Cours en ligne de Isabelle Gallagher: http://www.math.jussieu.fr/~gallagher/chap3.pdf

X1MC030	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE CRESTETTO ANAIS JAUBERTEAU FRANCOIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse numérique des Equations aux Dérivées Partielles 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette Unité d'enseignement, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • reconnaît et distingue les équations modèles (chaleur, transport, Poisson) et leurs classes d'EDP (parabolique, hyperbolique, elliptique) ; • programme des schémas différences finies et détermine leur pertinence selon l'équation considérée ; • démontre la consistance, la stabilité et la convergence d'un schéma.

Contenu	<p>Introduction aux EDP :</p> <ul style="list-style-type: none"> • classification des EDP linéaires d'ordre 2 • formules de représentation : <ul style="list-style-type: none"> - séparation des variables pour l'équation de la chaleur et l'équation des ondes, en domaine borné - méthodes des caractéristiques pour l'équation de transport - noyau de Green pour l'équation de Poisson et de la chaleur <p>Méthode des différences finies</p> <ul style="list-style-type: none"> • équation de Poisson 1D, propriétés de la matrice du laplacien 1D (principe du cas 2D) • consistance et ordre, stabilité, convergence pour les EDP d'évolution (transport et chaleur) • discrétisations explicite et implicite
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • G. Allaire. Analyse numérique et optimisation. Ellipses, 2005. • I. Danaila, P Joly, S. M. Kaber, M. Postel. Introduction au calcul scientifique par la pratique. Dunod, Sciences Sup, 2005. • D. Euvrard. Résolution numérique des équations aux dérivées partielles. Masson, 1994. • M. H. Holmes. Introduction to numerical methods in differential equations. Springer, 2007. • R. J. LEVEQUE. Finite difference methods for ordinary and partial differential equations. SIAM, 2007. • B. Lucquin. Equations aux dérivées partielles et leurs approximations. Ellipses, 2004. • B. Mohammadi, J.-H. Saiaac. Pratique de la simulation numérique. Dunod, 2003.

X1MC040	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE JAUBERTEAU FRANCOIS CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Mathématiques Fondamentales et Appliquées (MFA), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Analyse des Equations aux Dérivées Partielles 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette Unité d'enseignement, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • construit la formulation variationnelle pour un problème aux limites donné ; • démontre l'existence et l'unicité de la solution à un problème aux limites par Lax-Milgram.

Contenu	<p>Compléments d'analyse fonctionnelle : théorème de représentation de Riesz, théorème de Lax-Milgram, convergence faible</p> <p>Formulation variationnelle pour les EDP elliptiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • calcul au sens des distributions pour l'obtention de la formulation variationnelle • espaces de Sobolev, conditions aux limites • étude de formes bilinéaires <p>Équations d'évolution linéaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> • caractère bien posé • méthode de Galerkin • estimations d'énergie, principe du maximum <p>Introduction à l'analyse non linéaire (point fixe)</p>
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	• Grégoire Allaire. « Analyse numérique et optimisation ». Ellipses, 2005.

X1MC070	Méthodes numériques probabilistes
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC NOUY ANTHONY MICHEL BERTRAND CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
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 CMI-IS, M1 CMI-OPTIM, M1 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Méthodes numériques probabilistes 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
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"> • Robert, C. and Casella, G. (2004). Monte Carlo Statistical Methods, second edition. Springer-Verlag, New York. • Michael W. Mahoney, (2011). Randomized Algorithms for Matrices and Data, Foundations and Trends in Machine Learning, NOW Publishers, Volume 3, Issue 2, 2011
---------------	--

X1MF010	Théorie des probabilités : théorie de la mesure, espace probabilisé, indépendance, convergences
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	1
Responsable de l'UE	PETRELIS NICOLAS FRANJOU VINCENT
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
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)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Théorie des probabilités : théorie de la mesure, espace probabilisé, indépendance, convergences 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant</p> <ul style="list-style-type: none"> • met en œuvre les trois principaux théorèmes d'intégrations (Beppo-Lévy, Convergence dominée et Fubini) dans des calculs d'intégrales ou des calculs de limites ; il résout le même exercice d'intégrations de différentes manières, lorsque cela est possible ; • calcule la loi d'une variable aléatoire construite à l'aide d'autres variables aléatoires dont on connaît la loi jointe (méthode de la fonction muette) ; • illustre l'indépendance d'une famille de variables aléatoires à l'aide des fonctions caractéristiques ; • en présence d'une suite de variables aléatoires, il identifie ses différents modes de convergence et sa limite ; il explique la spécificité de la convergence en loi par rapport aux autres modes de convergence ; • en présence d'une suite de vecteurs aléatoires, il identifie ses différents modes de convergence et applique le lemme de Slutsky pour passer d'une convergence des coordonnées à une convergence du vecteur lui-même ; • il démontre la validité des méthodes de simulations de variables aléatoires étudiées en cours (acceptation-rejet, pseudo-inverse de la fonction de répartition), et il met en œuvre ces méthodes pour construire un modèle probabiliste et l'étudier sur ordinateur ; • explique la nécessité d'établir la convergence presque sûre des algorithmes et estimateurs, au vu de la difficulté d'illustrer la convergence en probabilité.
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Rappels et fondement : théorie de la mesure et de l'intégration (théorèmes admis). Espaces probabilisés, variables aléatoires, fonction de répartition, calcul de lois. • Indépendance de variables aléatoires, lien avec les fonctions caractéristiques. Exemple de l'algorithme d'acceptation-rejet. • Convergence de variables aléatoires : presque sûre (loi forte des grands nombres), en probabilité, en norme L_p. • Utilisation de l'uniforme intégrabilité pour prouver des convergences L_1. • Convergence en Loi : Théorème Centrale Limite, Lemme de Slutsky, Lemme de Skorokhod, Méthode Delta.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Barbe-Ledoux : Probabilités (EDP-sciences)

X3MS060	Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	3
Responsable de l'UE	LAVANCIER FREDERIC MICHEL BERTRAND
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	Analyse des données (X1MS010), Classification non supervisée (X1MS020), Régression linéaire et logistique (X2MS020)
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 CMI-IS, M2 Ingénierie Statistique (IS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Ingénierie Statistique (IS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Apprentissage Statistique : méthodes et pratique avec Python 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
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 bibliothèques 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 bibliothèque 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.

X2MC040	Méthode des éléments finis
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	NACHAOUI ABDELJALIL CARMONA PHILIPPE BADSI MEHDI CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 64h Répartition : CM : 28h TD : 28h CI : 0h TP : 0h EAD : 8h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M2 Mécanique et Fiabilité des Structures, M2 CMI-ICM

Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Méthode des éléments finis 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette Unité d'Enseignement, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecrit la formulation variationnelle à un problème aux limites donné • Démontre l'existence et l'unicité à la formulation variationnelle en appliquant le théorème de Lax-Milgram • Met en œuvre une méthode d'éléments finis P1 et P2 pour un problème aux limites 1D • Implémente des méthodes d'intégration numérique et de résolution de systèmes linéaires directes ou itératives (y compris pour les matrices creuses)
Contenu	<p>Rappels d'analyse fonctionnelle :</p> <ul style="list-style-type: none"> • espaces de Sobolev, distributions, conditions aux limites • formulation variationnelle <p>Méthode de Galerkin et éléments finis</p> <ul style="list-style-type: none"> • théorèmes fondamentaux (Lax-Milgram, Aubin-Nietsche, Strang...) • définition d'un élément fini, exemples: éléments P1, P2, P3-Hermite (1D et 2D) • lien et différence avec les différences finies en 1D <p>Implémentation pratique</p> <ul style="list-style-type: none"> • exemples complets en 1D • techniques d'implémentation de la méthode des éléments finis (y compris gestion des matrices creuses)
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • G. Allaire, Analyse numérique et optimisation, Ellipses, 2005. • P.-A. Raviart, J.-M. Thomas, Introduction à l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles, Dunod, 1998.

X2MA010	Mécanique
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	<p>MATHIS HELENE CARMONA PHILIPPE THOMAS JEAN-CHRISTOPHE CHEVREUIL PLESSIS MATHILDE CARPY SABRINA CRESTETTO ANAIS</p>
Volume horaire total	TOTAL : 64h Répartition : CM : 28h TD : 28h CI : 0h TP : 0h EAD : 8h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Mécanique 100%
Obtention de l'UE	
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Détermine la pertinence d'un modèle selon le contexte physique • Construit des modèles en utilisant les lois fondamentales de la mécanique et les principes de conservation • Résout des problèmes aux limites • Utilise des logiciels d'éléments finis et applique ces outils sur des problèmes concrets
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • Cinématique des milieux continus : mouvement, déformation, représentation eulérienne et lagrangienne, conservation de la masse • Principe des Puissances Virtuelles : lois fondamentales de la mécanique et construction de modèles • Lois de comportement (lois d'état) • Problème aux limites d'un problème de mécanique des milieux continus, formulation variationnelle • Mécanique des solides en élasticité linéaire : formulation globale d'un problème de mécanique des structures, modèles multidimensionnels et unidimensionnels • Mécanique des fluides compressibles et incompressibles : présentation des équations d'Euler et Navier-Stokes • Résolution analytique et numérique par discrétisation éléments finis
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	<ul style="list-style-type: none"> • J. Salençon, Mécanique des milieux continus : concepts généraux, Ellipses, 1988. • P. Chassaing, Mécanique des fluides éléments d'un premier parcours, éditions Toulouse Cépaduès-éd., 1997. • G. Duvaut, Mécanique des milieux continus, Masson-Dunod, 1990.

X2MC050	Optimisation déterministe et stochastique
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	CARMONA PHILIPPE MATHIS HELENE LAVANCIER FREDERIC JAUBERTEAU FRANCOIS CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 64h Répartition : CM : 28h TD : 28h CI : 0h TP : 0h EAD : 8h
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 CMI-IS, M1 Optimisation en Recherche Opérationnelle (ORO), M1 CMI-OPTIM
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Optimisation déterministe et stochastique 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de cette Unité d'Enseignement, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formule un problème d'optimisation en dimension finie ou infinie sous contraintes et en prouve l'existence et l'unicité d'un minimum • Implémente sous Python les méthodes d'optimisation de Newton, de descente par gradient et par gradient stochastique, de recherche aveugle et de recuit simulé • Explique le principe de l'algorithme EM et cite des exemples de problèmes d'optimisation pour lequel il est adapté • Compare les avantages et les inconvénients de chacune des méthodes d'optimisation précédentes.

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"> • Méthodes de Newton (rappel) • Méthodes de descente (pas constant, variable, optimal) <ul style="list-style-type: none"> - Application à la résolution de systèmes linéaires - Gradient conjugué • Problèmes avec contraintes : méthodes de descente et de pénalisation <p>Optimisation stochastique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recherche aléatoire par méthodes de Monte-Carlo • Méthode de gradient stochastique • Recuit simulé • Algorithme Espérance/ Maximisation (EM), application au maximum de vraisemblance en présence de variables latentes non observées <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"> • P. G. Ciarlet, Introduction à l'analyse numérique matricielle et à l'optimisation, Dunod, 1998. • G. Allaire, Analyse numérique et optimisation, Ellipses, 2005. • C. P. Robert, G. Casella, Méthodes de Monte-Carlo avec R, Springer, 2011. • K. Lange, Optimization, Springer, 2014.

X2MC010	Supervised Study Project in Mathematics
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	FRANJOU VINCENT LAVANCIER FREDERIC HERAU FREDERIC CRESTETTO ANAIS
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
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), M1 CMI-IS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Supervised Study Project in Mathematics 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>Au terme de l'unité, l'étudiant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • utilise les outils bibliographiques, en bibliothèque de recherche et en ligne, pour construire un domaine de compétence ; • interagit avec un encadrant chercheur lors de rencontres régulières, en suscitant une discussion par des questions, préparées ou à chaud ; • acquiert une aisance d'expression sur un sujet spécialisé ; • produit un texte scientifique en LaTeX ; • fait une présentation scientifique.
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 et d'une soutenance orale en anglais.
Méthodes d'enseignement	

Langue d'enseignement	Anglais
Bibliographie	

X2MC020	Communication, Connaissance de l'entreprise
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	GODARD OLIVIER
Volume horaire total	TOTAL : 12h Répartition : CM : 0h TD : 9h CI : 0h TP : 0h EAD : 3h
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 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	<p>A l'issue de cet enseignement l'étudiant sera capable:</p> <ul style="list-style-type: none"> • de décoder une offre de stage • de rédiger une lettre de motivation et un CV en cohérence avec sa candidature et les besoins de l'entreprise. • d'argumenter de façon objective et factuelle à l'oral dans une situation professionnelle notamment au niveau du recrutement dans la posture du candidat. <p>se servir des dispositifs en lien avec l'entrepreneuriat</p>
Contenu	<ul style="list-style-type: none"> • module1 (6 heures) : <ul style="list-style-type: none"> 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. • module 2 (2 h 00): <ul style="list-style-type: none"> 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 ? • Module 3 (entrepreneuriat 1 heure): <ul style="list-style-type: none"> P Les dispositifs au sein de l'Université P Comprendre les enjeux
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	

X2LA010	English for Scientific Communication-Online Course
----------------	---

Lieu d'enseignement	Distanciel
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	KERVISION SYLVIE TOWNEND ALICE
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(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 BI,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BI,M1 Sciences & Santé,M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS),M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BS,M1 Bioinformatique/Biostatistique - Mention BS
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	English for Scientific Communication-Online Course 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
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"> • Consulter efficacement et évaluer une publication scientifique dans leur domaine de spécialité • Concevoir et tenir à jour une banque lexicale des verbes et expressions utiles lors de la rédaction d'une publication scientifique • S'être familiarisés avec des situations linguistiques courantes en recherche : traduction, rédaction d'abstracts et d'articles, <i>peer-reviewing</i>, présentation orale • Communiquer efficacement à l'écrit comme à l'oral dans un contexte scientifique et institutionnel
Contenu	PROGRAMME Au terme du module 'English for Scientific Communication-Online Course' les étudiants devront être capables de : <ul style="list-style-type: none"> • Consulter efficacement et évaluer une publication scientifique dans leur domaine de spécialité • Concevoir et tenir à jour une banque lexicale des verbes et expressions utiles lors de la rédaction d'une publication scientifique • S'être familiarisés avec des situations linguistiques courantes en recherche : traduction, rédaction d'abstracts et d'articles, <i>peer-reviewing</i>, présentation orale • Communiquer efficacement à l'écrit comme à l'oral dans un contexte scientifique et institutionnel CONTENU 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.

X2MC030	Stage optionnel
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2

Responsable de l'UE	CRESTETTO ANAIS HERAU FREDERIC LAVANCIER FREDERIC FRANJOU VINCENT
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(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
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Stage optionnel 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
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	

X2MC200	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	2
Responsable de l'UE	
Volume horaire total	TOTAL : 0h Répartition : CM : 0h TD : 0h CI : 0h TP : 0h EAD : 0h
Place de l'enseignement	
UE pré-requise(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)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Echanges mathématiques au laboratoire M1S2 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	
Contenu	
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français

Bibliographie	
---------------	--

X4MS050	Machine Learning avancé
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	MICHEL BERTRAND LAVANCIER FREDERIC
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
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)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Machine Learning avancé 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
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.

X4MA010	Modélisation pour la biologie-santé 1
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	FOUCHER FRANCOISE MATHIS HELENE NACHAOUI ABDELJALIL JAUBERTEAU FRANCOIS BERTHON CHRISTOPHE SAAD MAZEN BILLAUD-FRIESS MARIE BESSEMOULIN Marianne CRESTETTO ANAIS CARMONA PHILIPPE

Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Modélisation pour la biologie-santé 1 100%
Obtention de l'UE	
Programme	
Objectifs (résultats d'apprentissage)	À l'issue de ce cours, l'étudiant aborde la lecture d'un article ou suit un séminaire de recherche sur le sujet du cours. Il utilise les modèles et les techniques pour envisager un travail personnel original.
Contenu	Ce cours spécialisé est proposé par un chercheur ou un enseignant-chercheur en analyse, analyse numérique ou calcul scientifique de l'Université de Nantes ou de ses partenaires. Il s'agit d'une introduction à un domaine de recherche contemporain sur des modèles intervenant en biologie ou en santé (modèle de croissance tumorale, chimiotactisme, écoulements sanguins, cinétique chimique,...). Le contenu de ce cours change chaque année ou tous les deux ans.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Les références bibliographiques (livres et articles) sont spécialisées et données chaque année par l'intervenant en début de son cours.

X4MA020	Modélisation pour la biologie-santé 2
Lieu d'enseignement	
Niveau	Master
Semestre	4
Responsable de l'UE	FOUCHER FRANCOISE BERTHON CHRISTOPHE JAUBERTEAU FRANCOIS MATHIS HELENE NACHAOUI ABDELJALIL BESSEMOULIN Marianne BILLAUD-FRIESS MARIE CARMONA PHILIPPE CRESTETTO ANAIS SAAD MAZEN
Volume horaire total	TOTAL : 32h Répartition : CM : 13.33h TD : 14.67h CI : 0h TP : 0h EAD : 4h
Place de l'enseignement	
UE pré-requis(s)	
Parcours d'études comprenant l'UE	M2 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS), M1 Modélisation, Analyse numérique et Calcul Scientifique (MACS)
Evaluation	
Pondération pour chaque matière	Modélisation pour la biologie-santé 2 100%
Obtention de l'UE	
Programme	

Objectifs (résultats d'apprentissage)	À l'issue de ce cours, l'étudiant aborde la lecture d'un article ou suit un séminaire de recherche sur le sujet du cours. Il utilise les modèles et les techniques pour envisager un travail personnel original.
Contenu	Ce cours spécialisé est proposé par un chercheur ou un enseignant-chercheur en analyse, analyse numérique ou calcul scientifique de l'Université de Nantes ou de ses partenaires. Il s'agit d' une introduction à un domaine de recherche contemporain sur des modèles intervenant en biologie ou en santé (modèle de croissance tumorale, chimiotactisme, écoulements sanguins, cinétique chimique,...). Le contenu de ce cours change chaque année ou tous les deux ans.
Méthodes d'enseignement	
Langue d'enseignement	Français
Bibliographie	Les références bibliographiques (livres et articles) sont spécialisées et données chaque année par l'intervenant en début de son cours.

Dernière modification par FLANDRIN CLAIRE, le 2020-09-10 13:53:42