

## MASTER 1

Sciences, Technologies, Santé

2018-2019

# MATHÉMATIQUES ET APPLICATIONS

**■** *Data Sciences*



# SOMMAIRE

---



2	CONTACTS DE LA FORMATION
3	CALENDRIER 2018 – 2019
4-6	PRÉSENTATION DE LA FORMATION
7-8	VOLUMES HORAIRES et ÉVALUATION DES COMPÉTENCES
9-22	CONTENU DES ENSEIGNEMENTS
23	VALIDATION DU MASTER 1 et POURSUITE D'ÉTUDES

## CONTACTS DE LA FORMATION

---



### **Sandrine TRAVIER**

Assesseure à la Pédagogie

02.41.73.50.01

[sandrine.travier@univ-angers.fr](mailto:sandrine.travier@univ-angers.fr)

### **Eric DELABAERE**

Responsable pédagogique et Président du Jury M1

02.41.73.54.94

[eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

Bureau : bâtiment I, porte 214

### **Fabien PANLOUP**

Responsable pédagogique et Président du Jury M2

02.41.73.50.29

[fabien.panloup@univ-angers.fr](mailto:fabien.panloup@univ-angers.fr)

Bureau : bâtiment I, porte 221

### **Sandrine HERGUAIS**

Gestion de la scolarité et des examens

02.41.73.54.85

[sandrine.herguais@univ-angers.fr](mailto:sandrine.herguais@univ-angers.fr)

## SCOLARITÉ – EXAMENS



### **Horaire d'ouverture**

9h00 -12h30

13h30 – 17h00

Du lundi au vendredi

Fermé le mercredi après-midi

Bâtiment A

Rez-de-chaussée

Bureau A006

## FORMATION CONTINUE

### **Fatima IKHENOUSSEN**

Assistante reprise d'études / contrat de professionnalisation

02.44.68.86.96

[fatina.ikhenoussen@univ-angers.fr](mailto:fatina.ikhenoussen@univ-angers.fr)

### **Sonia BOUCHERON**

Ingénieure projets de formation

02.44.68.86.78

[sonia.boucheron@univ-angers.fr](mailto:sonia.boucheron@univ-angers.fr)





## CALENDRIER UNIVERSITAIRE

<b>PREMIER SEMESTRE</b>	<b>Rentrée et début des cours</b>	Lundi 3 septembre 2018
	<b>Campus Day</b>	Jeudi 20 septembre 2018
	<b>Vacances de Toussaint</b>	Du samedi 27 octobre au dimanche 4 novembre 2018
	<b>Forum Ingénierie et Numérique</b>	Jeudi 22 novembre 2018
	<b>Fin des cours 1<sup>er</sup> semestre 1</b>	Vendredi 14 décembre 2018
	<b>Rattrapage de cours</b>	Du lundi 17 décembre au vendredi 21 décembre 2018
	<b>Vacances de Noël</b>	Du samedi 22 décembre 2018 au dimanche 6 janvier 2019
	<b>Examens 1<sup>er</sup> semestre - session 1</b>	Du lundi 7 au vendredi 11 janvier 2019 (y compris projets)
	<b>Jury 1<sup>er</sup> semestre - session 1</b>	Vendredi 1 février 2019
<b>DEUXIEME SEMESTRE</b>	<b>Début des cours</b>	Lundi 14 janvier 2019
	<b>Vacances d'hiver</b>	Du samedi 16 février au dimanche 24 février 2019
	<b>Vacances de printemps</b>	Du jeudi 11 avril au lundi 22 avril 2019
	<b>Fin des cours 2<sup>ème</sup> semestre</b>	Vendredi 26 avril 2019
	<b>Rattrapage de cours</b>	Du lundi 29 avril au vendredi 3 mai 2019
	<b>Examens 2<sup>ème</sup> semestre - session 1</b>	Du mercredi 15 mai au vendredi 17 mai 2019
	<b>Soutenances de TER et projets</b>	Du lundi 20 mai au vendredi 24 mai 2019
	<b>Jury 2<sup>ème</sup> semestre - session 1</b>	Lundi 03 juin 2019
	<b>Examens 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> semestre - session 2</b>	Du lundi 17 juin 2019 au vendredi 21 juin 2019
	<b>Soutenances de TER et projets - Session 2</b>	Du lundi 24 juin 2019 au mercredi 26 juin 2019
	<b>Jurys 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> semestre - session 2</b>	Vendredi 5 juillet 2019

*\*CALENDRIER SUSCEPTIBLE DE MODIFICATIONS*



Les mathématiques sont depuis longtemps partie prenante du monde socio-économique. «L'Étude de l'impact socio-économique des mathématiques en France » (Mai 2015) montre une contribution des mathématiques à hauteur de 15 % du PIB et 9 % des emplois en France. L'intégration de compétences mathématiques est désormais un choix stratégique du développement d'une entreprise, en France et dans le monde, dans tous les secteurs d'activité et particulièrement ceux à forte croissance.

La **data Science** désigne une discipline à l'interface entre modélisation mathématique, statistique et informatique, née de la nécessité croissante de traiter et d'exploiter les données du big data. La data science est désormais l'outil essentiel d'aide à la décision dans des domaines d'activités extrêmement variés : banque, finance, assurance, e-commerce et grande distribution, communication et marketing, santé, agro-alimentaire, aéronautique et défense, internet des objets et télécoms, etc..

Le **parcours Data Science (DS)** du master mention Mathématiques et Applications est une formation de niveau un (Bac+5). Il vise à former des cadres data-scientists capables de mettre en œuvre les techniques mathématiques et informatiques inhérentes à ce métier, possédant en outre des compétences métiers propres aux secteurs d'activités visés par le choix d'options.

## Objectifs, compétences et capacités visés par la formation

Le master Data Science (DS) est une formation en deux ans qui débouche sur le diplôme national de Master mention Mathématiques et Applications, parcours Data Science. A l'issue de la formation, le ou la diplômé(e) possède :

**Des compétences en mathématiques.** Le diplômé maîtrise les méthodes de l'analyse statistique et algorithmique de l'information, qu'elles soient classiques (datamining, classification, ..) ou spécifiques au big data (machine learning, ..), ainsi que les méthodes associées d'optimisation. Le diplômé est en capacité de modéliser les processus aléatoires, de les simuler et de confronter le modèle aux données statistiques du problème.

**Des compétences en informatique.** Le diplômé du master dispose des compétences relatives aux outils classiques de data management et d'analyse des données (R, Python, SQL,..), et plus spécifiques aux données de grandes dimensions et/ou non structurées : environnement Hadoop/HDFS, entrepôts de données Hive, analyse de données sous Spark,... L'aptitude à la **visualisation** des données de grandes dimensions, images et graphes complète ce volet de compétences.

**Des aptitudes professionnelles.** Le diplômé du master sait définir un projet, ses objectifs et son contexte, les modalités de réalisation et d'évaluation des actions, leurs priorités et leur planning. Il sait utiliser les technologies de l'information et de la communication, effectuer une recherche d'information à partir de sources diverses, organiser une veille technologique. Il a une bonne capacité de communication, une bonne maîtrise de l'anglais scientifique et technique (certification), et sait rédiger clairement une note ou un rapport selon des supports de communication adaptés.

**Des compétences métiers.** Suivant le choix d'option, le diplômé possède des aptitudes spécifiques au traitement et à l'analyse des données de la biologie (données omiques notamment), ou celles des entreprises dédiées au management du risque ou/et à l'optimisation des actions.

## Débouchés visés et rémunération des diplômés

Les diplômés du master Data Science (DS) occupent des emplois de cadre Data scientist (ou Data miner, Data analyst, etc..) couvrant un large spectre de secteurs d'activités, touchant aussi bien au domaine industriel qu'à celui du tertiaire. Sont plus particulièrement visés :

- Option données biologiques : secteurs de la santé, de la pharmacie, la bio-industrie, l'agro-industrie, les laboratoires de type Inserm, Cirad, Institut Pasteur, CEA, etc ..
- Option données numériques : tout secteur tel que sociétés de conseil en gestion des entreprises ou spécialisées en datamining, de la grande distribution, les grandes banques et compagnies d'assurances, etc..

L'enquête interne à 12 mois pour la promotion 2014-2015<sup>1</sup> montre une excellente insertion professionnelle (90 % en emploi CDI ou CDD) pour un salaire moyen brut mensuel de 2 600 Euros (hors primes et 13ème mois).

Selon l'APEC, la rémunération des Data scientists se situe entre 32 et 40 keuros brut/an en début de carrière.

Le master est essentiellement à visée professionnelle. Des possibilités sont cependant offertes aux très bons étudiants d'une poursuite d'étude en doctorat par une thèse, en particulier dans le cadre d'une convention CIFRE avec une entreprise.

## Public visé, pré-requis, conditions d'admission, tarification

Le master Data Science est à capacité limitée et l'admission en première (M1-DS) et deuxième année (M2-DS) du master est sélective. (Décret no 2017-83 du 25 janvier 2017). En dehors des qualités académiques, le recrutement accorde un part importante à la motivation des candidats. A titre d'information, le taux de sélection en M1 a été de l'ordre de 50% en 2017 et 2018. **La validation du M1-DS entraîne l'admission de droit en M2-DS.** Le taux de réussite en M1 a été de 80 % en 2016-2017 et de 87 % en M2 cette même année.

**Formation initiale.** Le M1-DS s'adresse en priorité aux étudiants diplômés d'une licence de Mathématiques, d'une licence de Mathématiques et informatique appliquées aux sciences humaines et sociales (parcours Mathématiques appliquées), ou d'un niveau équivalent. Sous réserve d'un niveau suffisant en mathématique, les dossiers d'étudiants ayant eu un parcours plus dirigé vers l'informatique sont considérés avec intérêt. Les droits d'inscription sont fixés par arrêté ministériel (droits ministériels : 256 € en 2016-2017, en M1 et M2).

**Formation continue.** Les candidatures relevant de la formation continue sont les bienvenues et considérées avec la plus grande attention. Le tarif 2018-2019 est fixé à 4800 € en M1-DS, à 5700 € en M2-DS (hors droits ministériels), pour lequel un ensemble de financements est disponible. (Se renseigner auprès de la Direction de la Formation Continue).

Les pré-requis à l'entrée du M1-DS couvrent le programme classique d'une Licence de Mathématiques ou tout autre programme européen ou international équivalent. **Outre l'aptitude mathématique, une connaissance et une pratique de base d'outils de programmation sont recommandées** (Python, Scilab, C et/ou R par exemple). L'acquis du certificat C2i-1 d'informatique est apprécié. Le diplôme de master visant des compétences en anglais certifiées de niveau B2 du CECRL, un niveau minimal B1 dans cette langue est recommandé à l'entrée du M1-DS.

1 Enquête pour les diplômés du master Ingénierie Mathématique dont le master DS est une évolution. Exemples de stages ou d'emplois récents : Groupe ACCOR, Renault DI-RC, EDF, CSTB, CIRAD, INRA, Ifremer, GIDE, iAdvize, CPAM Maine et Loire, LNE, Sodifrance, Atmo Poitou Charentes, Airparif, DAS-MMA, SFR, Ineox, Cerema, AVISIA, Metro Cash & Carry France, Tronico groupe Alcen, Imbrication, Institut de Cancérologie de l'Ouest, CHU-Angers, Swisscom, MUREX, Axens IFP Technologies, Coheris, BRED Banque populaire, ...

L'enseignement se faisant essentiellement en français, **un niveau minimal B2 certifié en français est exigé des étudiants internationaux à l'entrée du M1-DS.**

## Alternance en master Data Science

Le M2-DS est ouvert à l'alternance, en contrat de professionnalisation (demande en cours pour l'apprentissage). Bien que non obligatoire (stage long possible en M2-DS), ce format de formation est recommandé. Contactez les responsables de la formation pour plus d'informations et connaître les entreprises qui nous ont accordé leur confiance. (Attention : certaines recrutent près de 8 mois à l'avance et exigent un stage préalable en fin de M1-DS).

## Des raisons de choisir le master Data Science (DS) de l'Université d'Angers

La qualité de la recherche française en mathématiques fondamentales et appliquées est mondialement reconnue : suivant les critères choisis, elle se place du premier au troisième rang mondial. Dans ce cadre, la recherche en mathématique du laboratoire LAREMA de l'Université d'Angers (62 membres dont 40 permanents), associé au CNRS et partenaire du Labex Lebesgue, se distingue par son excellence. Aussi, **les étudiants du Master DS ont l'assurance de bénéficier des connaissances et des innovations les plus récentes**, celles à même d'intéresser les entreprises dans leur stratégie compétitive.

L'Université d'Angers est reconnue par ses résultats en matière de taux de réussite et d'insertion professionnelle de ses 23 400 étudiants : sur ces deux points, les enquêtes ministérielles la situent aux toutes premières places des universités françaises. **Les étudiants du Master DS ont l'assurance d'un accompagnement performant de leurs études jusqu'à leur insertion professionnelle.**

Angers et son agglomération, ville étudiante par excellence (plus de 38 000 étudiants), apparaît dans les enquêtes nationales comme étant l'une des villes les plus attractives dans ce domaine : vitalité de la vie étudiante, qualité et modération des prix du logement étudiant, facilité de déplacement, cadre de vie, etc.. En résumé, **les étudiants du Master DS ont l'assurance d'une qualité de vie et d'étude particulièrement propice à leur réussite et à leur insertion professionnelle.**





# VOLUMES HORAIRES ET CC

SEMESTRE 1								30 ECTS			
U.E.	Matières	ECTS	Coef.	Volumes horaires				Contrôle des Connaissances			
				tot.	CM	TD	TP	1 <sup>re</sup> session		2 <sup>e</sup> session	Durée exam.
								Assidus	D.A.		
<b>Bloc Mathématiques</b>											
UE1	Analyse Numérique Matricielle (commun au Master MFA)	5	5	40	16	12	12	0.4 CT + 0.3 CC+ 0.3 TP*	0.66 CT + 0.34 TP*	0.66 CT + 0.34 TP*	2 h 30
UE2	Optimisation Non-Linéaire (commun au Master MFA)	5	5	40	16	12	12	0.66 CT + 0.34 CC	CT	CT	2 h 30
UE3	Statistique Inférentielle	6	6	48	32	16	0	0.66 CT + 0.34 CC	CT	CT	3 h
UE4	Modélisation Stochastique 1	6	6	48	24	12	12	0.66 CT + 0.34 CC	CT	CT	3 h
<b>Bloc Outils numériques et Informatique</b>											
UE5	Outils informatiques Programmation Orientée Objet - Python	6	6	40	16	0	24	0.5 CT + 0.5 TP*	0.5 CT + 0.5 TP*	0.5 CT + 0.5 TP*	2 h
	Mise à niveau Logiciels et Systèmes	0	0	16	0	0	16	(a)	(a)	(a)	-
<b>Bloc Culture d'entreprise</b>											
UE6	Culture d'entreprise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anglais	2	2	16	0	0	16	CC**	Oral ou Ecrit	Oral ou Ecrit	1h30
	Communication scientifique	0	0	3	0	0	3	(a)	(a)	(a)	-
	Droits et données numériques (Commun au Master INFO)	0	0	5	5	0	0	(b)	(b)	(b)	-

CT : Contrôle Terminal. CC : Contrôle Continu.

\*TP : mini-projet, rapport et évaluation orale (**report de note en 2<sup>e</sup> session si supérieure ou égale à 10**)

\*\*CC : Oral et Ecrit (durée 1h30)

(a) : Pas d'évaluation. Les compétences associées à cette EC sont évaluées dans d'autres UE.

(b) : Pas d'évaluation. Présence obligatoire aux cours (pas de dispense d'assiduité). Une absence non justifiée entraîne une défaillance à l'UE sauf appréciation contraire du jury.

SEMESTRE 2								30 ECTS			
U.E.	Matières	ECTS	Coef.	Volumes horaires				Contrôle des Connaissances			
				tot.	CM	TD	TP	1 <sup>re</sup> session		2 <sup>e</sup> session	Durée exam.
								Assidus	D.A.		
<b>Bloc Mathématiques</b>											
UE1	Data Mining et Classification	5	5(a)	48	20	12	16	0.5 CT + 0.5 TP*	0.5 CT + 0.5 TP*	0.5 CT + 0.5 TP*	3 h
UE2	Modélisation Stochastique 2	4	4	40	16	12	12	0.66 CT + 0.34 CC	CT	CT	3 h
UE3	Optimisation Linéaire	4	4	40	16	12	12	0.5 CT + 0.5 TP**	0.5 CT + 0.5 TP**	0.5 CT + 0.5 TP**	2 h 30
<b>Bloc Outils numériques et Informatique</b>											
UE4	Bases de Données Relationnelles	6	6(a)	56	20	0	36	Oral***	Oral***	Oral***	-
<b>Bloc Culture d'entreprise</b>											
UE5	Culture d'entreprise	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Anglais	2	2	16	0	0	16	CC****	Oral ou Ecrit	Oral ou Ecrit	1h30
	Communication	0	0	4	0	0	4	(b)	(b)	(b)	-
	TER	5	5	3	0	0	3	Oral*****	Oral*****	Oral*****	-
	Stage facultatif	0	0	-	-	-	-	(c)	(c)	(c)	-
<b>Bloc Métiers</b>											
<b>UE Métiers (Options)</b>		4	4	0	0	0	0	-	-	-	-
	Option 1 : Introduction à la Génomique (ouverture 2018-2019)			32	20	0	12	CT	CT	CT	2 h
	Option 2 : Datamining et Economie (Commun avec DEG)			16	0	16	0	TP*****	TP*****	TP*****	-

\*TP : dossier et soutenance. \*\*TP : mini-projet, rapport et évaluation orale (**report de note en 2<sup>e</sup> session si supérieure ou égale à 10**). \*\*\*Oral : mini-projet et soutenance. \*\*\*\*CC : Oral et Ecrit (durée 1h30). \*\*\*\*\*Oral : rapport et soutenance orale. \*\*\*\*\*TP : Les étudiants doivent trouver des données originales et appliquer tout ou partie de ces méthodes en rédigeant un rapport.

(a) : **Note plancher de 8**, sauf appréciation contraire du jury.

(b) : Pas d'évaluation. Les compétences associées à cette EC sont évaluées dans l'EC « Projet TER ».

(c) : Rapport de stage à produire ne donnant pas lieu à une note.



## SEMESTRE 1

Les noms des responsables et intervenants sont donnés sous réserve de modifications.

### **Bloc Mathématiques - UE obligatoires**

#### **UE 1 – Analyse Numérique Matricielle / Numerical Matrix Analysis**

Responsable : B. Landreau [bernard.landreau@univ-angers.fr](mailto:bernard.landreau@univ-angers.fr)

##### **Intervenants**

B. Landreau [bernard.landreau@univ-angers.fr](mailto:bernard.landreau@univ-angers.fr) , E. Delabaere [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

##### **Objectifs (mots clés)**

Complexité d'un algorithme ; conditionnement d'une matrice ; rayon spectral ; théorème de Schur ; systèmes linéaires, résolution directe : méthodes de Gauss, factorisation LU et PLU, méthode de Cholesky, méthode QR ; moindres carrés ; systèmes linéaires, résolution itérative : méthode de Jacobi, méthode de Gauss-Seidel, méthodes de gradient ; décompositions en valeurs propres et en valeurs singulières (SVD) : méthode de Jacobi, méthode QR, méthode des puissances.

##### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : algèbre linéaire et bilinéaire en dimension finie (licence mathématiques L3) ; analyse numérique (licence mathématiques L3) ; langage Python

*Compétences et capacités* : maîtriser les notions principales de l'algèbre linéaire en dimension finie : applications linéaires et matrices, image et noyau, rang, changement de base, valeurs et vecteurs propres, matrice adjointe ; produits scalaires, normes vectorielles et normes matricielles ; connaître les propriétés principales des matrices symétriques et hermitiennes ; connaître les rudiments de la programmation sous Python.

##### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Connaître les conditions d'application des méthodes suivantes de résolution directe de systèmes linéaires, savoir les expliquer et les mettre en œuvre pour des matrices de petites tailles : méthodes de Gauss, factorisation LU et PLU, méthode de Cholesky, méthode QR ;
- Connaître les conditions d'application des méthodes suivantes de résolution itérative de systèmes linéaires, savoir les expliquer et les mettre en œuvre pour des matrices de petites tailles, savoir analyser leur convergence : méthode de Jacobi, méthode de Gauss-Seidel, méthodes du gradient ;
- Connaître les conditions d'application des méthodes suivantes de décomposition en valeurs propres ou en valeurs singulières, savoir les expliquer et les mettre en œuvre pour des matrices de petites tailles, savoir analyser leur convergence : méthode des puissances, méthode de Jacobi, méthode QR.
- Savoir expliquer ou construire un script Python des algorithmes précédents, en proposer des améliorations dans certains cadres applicatifs ;
- Connaître et savoir utiliser sous Python des bibliothèques de type `scipy.linalg`
- Dans des cas pratiques simples, savoir modéliser un problème menant à la résolution de systèmes linéaires, le traiter numériquement sous Python par application des résultats du cours, et être capable d'interpréter les résultats obtenus. (Mini projet)

##### **Supports ou références**

- G. Allaire, S.M. Kaber, *Algèbre linéaire numérique*. Ellipses (2002)
- G. Allaire, *Analyse numérique et optimisation*. Editions de l'École Polytechnique, 2005.
- G.H. Golub, C.F. Van Loan, *Matrix Computation*. The John Hopkins University Press, 1989.

##### **Remarques**

Cette UE est en tronc commun avec le parcours MFA.

## UE 2 – Optimisation Non-Linéaire / Nonlinear Optimization

Responsable : D. Naie ([daniel.naie@univ-angers.fr](mailto:daniel.naie@univ-angers.fr))

### Intervenant

D. Naie [daniel.naie@univ-angers.fr](mailto:daniel.naie@univ-angers.fr)

### Objectifs (mots clés)

Programmation non-linéaire ; fonctions convexes en une et plusieurs variables ; optimisation sans contraintes ; méthode de descente de gradient ; méthode utilisant la hessienne (basée sur la méthode de Newton-Raphson pour résoudre une équation non-linéaire) ; multiplicateurs de Lagrange ; optimisation avec contraintes larges ; méthode de Karush-Kuhn-Tucker ; méthode de pénalisation (du point intérieur)

### Pré-requis

*Notions et contenus* : calcul différentiel en dimension finie, analyse (licence mathématiques L3) ; algèbre linéaire en dimension finie (licence mathématiques L3) ; analyse numérique (licence L3) ; langage Python

*Compétences et capacités* : maîtriser le calcul de dérivées, la formule de Taylor au second ordre d'une fonction  $C^2(\mathbb{R}^n)$  (gradient, hessienne) ; connaître et savoir calculer les droites tangentes et les vecteurs normaux à une courbe plane, à une courbe de niveau ; connaître et savoir calculer les plans tangents et les vecteurs normaux à une surface plane, à une surface de niveau ; maîtriser le calcul matriciel et l'interprétation géométrique de l'espace des solutions d'un système linéaire ; connaître les propriétés principales des matrices symétriques réelles, des formes quadratiques ; maîtriser le produit scalaire dans  $\mathbb{R}^n$  ; connaître les rudiments de la programmation sous Python

### Connaissances, compétences et capacité exigibles

- Connaître le comportement et la caractérisation des ensembles et des fonctions convexes.
- Pour un problème d'optimisation donné, savoir reconnaître son type (optimisation avec ou sans contraintes) et savoir choisir la méthode adaptée pour le résoudre parmi les suivantes : multiplicateurs de Lagrange, méthode de Karush-Kuhn-Tucker, méthode de pénalisation (du point intérieur).
- Dans des cas simples, savoir résoudre complètement un problème d'optimisation par mise en œuvre des méthodes précédentes.
- Comprendre et savoir utiliser sous Python des algorithmes standards d'optimisation convexe.
- Savoir résoudre des problèmes pratiques d'optimisation en une dimension (optimisation sans ou avec utilisation de la hessienne) en utilisant le logiciel Python.

### Supports ou références

- N. Lauritzen, *Undergraduate convexity: From Fourier and Motzkin to Kuhn and Tucker*. World Scientific (2013)
- S.G. Nash, A. Sofer, *Linear and nonlinear optimization*. McGraw-Hill (1996)

### Remarques

Cette UE est en tronc commun avec le parcours MFA.

## UE 3 – Statistique Inférentielle / Inferential Statistics

Responsable : F. Proïa ([frederic.proia@univ-angers.fr](mailto:frederic.proia@univ-angers.fr))

### Intervenants

F. Proïa [frederic.proia@univ-angers.fr](mailto:frederic.proia@univ-angers.fr) , R. Garbit [rodolphe.garbit@univ-angers.fr](mailto:rodolphe.garbit@univ-angers.fr)

### Objectifs (mots clés)

Rappels sur la convergence des suites aléatoires (LFGN et TCL). Modélisation statistique (statistiques d'un échantillon, famille exponentielle, exhaustivité, estimateurs et leurs propriétés). Fonction de vraisemblance (EMV et ses propriétés, information de Fisher, estimation de variance minimale). Échantillons gaussiens (théorème de Cochran et ses applications). Théorie des tests (optimalité de Neyman-Pearson, rapport des vraisemblances, intervalles de confiance, tests asymptotiques). Premier aperçu de la régression linéaire (simple/multiple, estimation par moindres carrés et tests de significativité des paramètres). Introduction à la statistique non paramétrique (estimation d'une fonction de répartition, d'une densité, tests du khi-deux).

### Pré-requis

*Notions et contenus* : Théorie de la mesure et intégration (licence mathématiques L3) ; Calcul des probabilités (licence mathématiques L3) ; Algèbre linéaire en dimension finie (licence mathématiques L3).

*Compétences et capacités* :

- Savoir manipuler les opérateurs du calcul des probabilités (espérance, variance, covariance, etc.) pour les variables discrètes ou continues.
- Maîtriser la notion d'indépendance des variables aléatoires et avoir les bases concernant la manipulation des vecteurs aléatoires.
- Connaître les lois des grands nombres et le théorème central limite.
- Savoir étudier le comportement asymptotique d'une suite aléatoire.
- Connaître les outils de la projection orthogonale : matrices de projection et sous-espaces vectoriels orthogonaux.

### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Connaître et savoir utiliser le vocabulaire propre à la statistique.
- Savoir proposer un modèle statistique adapté à un échantillon et identifier son paramétrage.
- Savoir construire des statistiques exhaustives pour les paramètres du modèle à l'aide du théorème de factorisation ou de la famille exponentielle.
- Savoir estimer les paramètres du modèle (par la méthode - éventuellement généralisée - des moments, ou par maximum de vraisemblance) et leur associer des intervalles de confiance le cas échéant.
- Savoir calculer et interpréter l'information de Fisher apportée par un modèle sur son paramètre.
- Savoir comparer différents estimateurs sur la base des critères usuels (biais, consistance, exhaustivité, efficacité, erreur quadratique, etc.)
- Savoir construire les intervalles de confiance adaptés au cadre des échantillons gaussiens.
- Comprendre le principe des tests d'hypothèses, savoir construire le test paramétrique le plus puissant pour discriminer deux hypothèses simples.
- Savoir utiliser les intervalles de confiance pour construire des tests exacts ou asymptotiques.
- Être capable de construire un modèle permettant d'expliquer une variable quantitative par une combinaison linéaire de régresseurs quantitatifs. Savoir estimer les paramètres de ce modèle par la méthode des moindres carrés et leur associer des tests de significativité sous les hypothèses adéquates.
- Comprendre la différence fondamentale entre modélisation paramétrique et modélisation non paramétrique. Savoir estimer ponctuellement une fonction de répartition ou une densité.
- Comprendre le principe des tests non paramétriques à travers l'exemple des tests du khi-deux.

### **Supports ou références**

G. Saporta, *Probabilités, Analyse des données et Statistique*. Technip, 3e édition révisée, 2011

## **UE 4 – Modélisation Stochastique 1 / Stochastic Modeling 1**

Responsable : F. Panloup [fabien.panloup@univ-angers.fr](mailto:fabien.panloup@univ-angers.fr)

### **Intervenant**

F. Panloup [fabien.panloup@univ-angers.fr](mailto:fabien.panloup@univ-angers.fr)

### **Objectifs (mots clés)**

*Chaînes de Markov* : Chaînes de Markov à espace d'états fini ou dénombrable, définition et propriétés élémentaires, classification des états, temps d'arrêt et propriété de Markov forte, récurrence et transience, lois invariantes, temps d'atteinte, convergence à l'équilibre, théorème ergodique. Exemple des marches aléatoires, des processus de Bienaymé-Galton-Watson et applications à la dynamique des populations.

*Simulation* : Modélisation et simulation numérique d'une v.a. de loi classique donnée, d'une suite de v.a. indépendantes. Modélisation et simulation d'une chaîne de Markov, de sa loi invariante. Illustration des convergences p.s. et en probabilité et des théorèmes de convergence à l'aide des simulations : loi de grands nombres, théorème limite central, théorèmes ergodiques pour les chaînes de Markov. Méthodes de Monte Carlo, notions sur les vitesses de convergence. Mise en pratique avec R.

### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : Cours d'intégration (licence mathématiques L3) ; Cours de Probabilités (licence mathématiques L3) ; Langage R

*Compétences et capacités* : Maîtriser les bases de la théorie de l'intégration, en particulier :

- maîtriser les techniques du calcul d'intégrales sur R
  - savoir utiliser les théorèmes de convergence
  - savoir intervertir l'ordre d'intégration et effectuer un changement de variable dans une intégrale multiple, et appliquer ces connaissances au calcul d'aires et de volumes.
- Maîtriser les bases de la théorie des probabilités . En particulier :

- connaître différents modes de convergence de variables aléatoires
  - connaître et savoir utiliser la loi des grands nombres et le théorème central limite.
- Connaître les rudiments de la programmation sous R

### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

Connaître les notions élémentaires sur les chaînes de Markov à espace d'état fini ou dénombrable.  
Savoir simuler une variable aléatoire, une chaîne de Markov et sa loi invariante.  
Savoir illustrer les différents résultats de convergence de suites de variables aléatoires et de chaîne de Markov.  
Savoir utiliser la méthode de Monte Carlo.

### **Supports ou références**

- Nicolas Bouleau, *Probabilités de l'ingénieur. Variables aléatoires et simulation*. Editions Hermann (2002)
- James Norris, *Markov Chains*. Cambridge University Press (1998)

## **Bloc Outils Numériques et Informatique - UE obligatoires**

### **UE 5 – Outils informatiques**

#### **\* Programmation orientée Objet Python / Object Oriented Programming – Python**

Responsable : F. Ducrot ([francois.ducrot@univ-angers.fr](mailto:francois.ducrot@univ-angers.fr))

#### **Intervenants**

F. Ducrot [francois.ducrot@univ-angers.fr](mailto:francois.ducrot@univ-angers.fr), J. Charbonnel [jacquelin.charbonnel@univ-angers.fr](mailto:jacquelin.charbonnel@univ-angers.fr)

#### **Objectifs (mots clés)**

Python :

- modules, espace de nommage
- interfaçage de python
  - une sortie graphique (module tkinter ou pyqt)
  - interfaçage avec le système ou avec d'autres logiciels
- python pour les sciences :
  - les manipulations vectorielles en virgule flottante : le module numpy
  - les bibliothèques spécifiques de calcul numérique : le module scipy
  - les représentations graphiques de données numériques : le module matplotlib
  - python pour la manipulation de données : le module pandas

Programmation objet :

- principe de la programmation objet
- la programmation objet en python

#### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : Langage Python (mise à niveau logiciels S1-UE5-DS) ; Algorithmique (licence de mathématiques)

*Compétences et capacités* :

- Connaître les rudiments du logiciel et du langage Python.
- Maîtriser les principes d'algorithmique pour analyser un problème et concevoir une solution

#### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Connaître le langage Python ses principales librairies.
- Connaître les principes de la programmation orientée objets
- Savoir mettre en oeuvre ces acquis dans le cadre d'un projet de taille significative et de fonctionnalités diverses (mini-projet)

#### **\* Mise à niveau Logiciels et Systèmes / Software Refresher Course**

Responsable : J.-M. Labatte [jean-marc.labatte@univ-angers.fr](mailto:jean-marc.labatte@univ-angers.fr)

#### **Intervenant**

J.-M. Labatte [jean-marc.labatte@univ-angers.fr](mailto:jean-marc.labatte@univ-angers.fr)

#### **Objectifs (mots clés)**

- Mise à niveau Python (6h)
- Mise à niveau R (6h)

- Le système unix/linux (4h) : - organisation du système
  - organisation du système de fichiers
  - le shell
  - protocoles réseau

### Pré-requis

Aucun

### Connaissances, compétences et capacité exigibles

- Connaître les rudiments du logiciel et du langage Python. Satisfaire les pré-requis des EC « Analyse numérique matricielle » (S1-UE1-DS) et « Optimisation non-linéaire » (S1-UE2-DS)
- Connaître les rudiments du logiciel et du langage R. Satisfaire les pré-requis des EC « Statistique inférentielle » (S1-UE3-DS) et « Modélisation stochastique 1 » (S1-UE4-DS)
- Connaître les rudiments des environnements unix/linux.

### Remarques

Travail additionnel estimé en autoformation : 16h. EC en tronc commun avec le parcours MFA pour la mise à niveau Python.

## **Bloc Culture d'entreprise - UE obligatoires**

### UE 6 – Culture d'entreprise

#### \* Anglais / English

Responsable : P. Torres [philippe.torres@univ-angers.fr](mailto:philippe.torres@univ-angers.fr)

#### Intervenants

B. Menan [bruno.menan@univ-angers.fr](mailto:bruno.menan@univ-angers.fr) , V. Picquet [virginie.picquet@univ-angers.fr](mailto:virginie.picquet@univ-angers.fr)

#### Objectifs (mots clés)

Objectifs du cours d'anglais :

- permettre aux étudiants de continuer à travailler les cinq compétences en langue - compréhension écrite et orale, expression écrite et orale, et interaction orale - à travers des supports authentiques (articles, documentaires, documents audio et vidéo d'internet, graphiques...) et des activités variées (exercices de compréhension, d'expression écrite, jeux de rôle, débats, présentations orales...) ;
- étoffer les connaissances lexicales
- améliorer la prononciation et revoir certains points de langue le cas échéant
- valider à l'issue du 2ème voire 3ème semestre un niveau B2 du CECRL (Certification)

#### Pré-requis

*Notions et contenus* : Les bases de la langue anglaise

*Compétences et capacités* : maîtriser le niveau B1 du CECRL (dit « d'utilisateur indépendant »)

#### Connaissances, compétences et capacité exigibles

On vise, à l'issue du 2ème voire 3ème semestre du Master, le niveau de compétence B2 du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL) qui est résumé comme suit : « Peut comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité. Peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comporte de tension ni pour l'un ni pour l'autre. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités. »

#### Supports ou références

Les ressources mises à dispositions en autoformations recouvrent entre autres : Numerilang et/ou plateforme LANSAD ; Ressources en lignes (UNT UOH par exemple) ; Logiciels de type Rosetta Stone.

#### Remarques

Travail additionnel estimé en autoformation : 30h (variable suivant niveau d'entrée).

#### \* Communication Scientifique / Science Communication

Responsable : E. Delabaere [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)



**Intervenant**

E. Delabaere [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

**Objectifs**

Ce cours concerne l'apprentissage de Latex, outil de communication scientifique largement utilisé, en particulier dès le semestre 2 pour le rapport du TER. Une partie de cet enseignement est en autoformation en salle informatique.

**Pré-requis**

Aucun

**Supports ou références**

Cours et vidéos mises à disposition sur Moodle pour un travail préalable à produire.

**Remarques**

Travail additionnel estimé en autoformation : 5h. La partie TP s'assure de la compréhension des étudiants. Ce cours pourra avoir lieu au semestre 2.

**\* Droits de l'Informatique et des Technologies de l'Information / Legal Aspects of Computing and Information Technology**

Responsable : E. Delabaere , responsable parcours [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

**Intervenants**

Ingrid Dumont, Consultante RH

**Objectifs**

Ce cours a pour objet, à travers des grands thèmes du Droit de l'univers numérique, d'aborder les problèmes que les étudiants pourront rencontrer durant leur vie professionnelle, à l'occasion de la mise en place ou de l'exploitation ou encore de l'administration d'un système informatique.

**Pré-requis**

Aucun

**Supports ou références**

Cours et vidéo mis à disposition sur Moodle pour un travail préalable à produire.

**Remarques**

Cours commun avec le master d'Informatique



## SEMESTRE 2

Les noms des responsables et intervenants sont donnés sous réserve de modifications.

**Bloc Mathématiques - UE obligatoires****UE 1 – Data Mining et Classification / Datamining and Classification**

Responsable : J.-M. Labatte [jean-marc.labatte@univ-angers.fr](mailto:jean-marc.labatte@univ-angers.fr)

**Intervenant :**

J.-M. Labatte [jean-marc.labatte@univ-angers.fr](mailto:jean-marc.labatte@univ-angers.fr)

**Objectifs (mots clés)**

Analyse de variance (1F/2F, avec ou sans interactions, tests d'influence). Analyse de covariance (tests d'homogénéité des pentes et des constantes). Classification supervisée (régression logistique, analyse discriminante, arbres). Classification non supervisée (k-means, classifications hiérarchiques, modèles de mélange). Réduction de dimension pour l'analyse des données (ACP, AFC, ACM). Large mise en pratique avec R ou Python.



## Pré-requis

*Notions et contenus* : Calcul des probabilités (licence mathématiques L3) ; Algèbre linéaire en dimension finie (licence mathématiques L3) ; Analyse numérique matricielle et complexité (licence mathématiques L3 et S1-UE1-DS) ; Statistique inférentielle (S1-UE3-DS) ; Bases de R et de Python

*Compétences et capacités* : Maîtriser les compétences enseignées dans le module de statistique inférentielle du semestre 1, particulièrement tout ce qui concerne l'estimation paramétrique, les échantillons gaussiens, les tests d'hypothèses et la régression linéaire. Maîtriser les bases de l'algèbre linéaire et du calcul matriciel, notamment : changement de base, recherche des valeurs propres, des valeurs singulières, la projection orthogonale de  $\mathbb{R}^n$ . Avoir une connaissance minimale des langages R et Python (syntaxe, manipulation élémentaire, calcul matriciel, gestion des graphiques, etc.).

## Connaissances, compétences et capacité exigibles

- Savoir construire un modèle d'ANOVA à un facteur et deux facteurs, avec ou sans interactions. Être capable d'estimer les paramètres de la modélisation en la mettant sous la forme d'une régression linéaire munie d'une condition d'identifiabilité. Savoir construire les tests de significativité associés à de tel modèles sous les hypothèses adéquates (comparaison multiple, homoscédasticité, correction de Bonferroni, influence des facteurs, des interactions, etc.)

- Savoir généraliser le point précédent à l'ANCOVA. Savoir construire les tests de significativité associés à de tel modèles sous les hypothèses adéquates (principalement l'homogénéité des pentes et des constantes).

- Comprendre le principe de la classification supervisée par l'intermédiaire des classifications usuelles en modalités (présentation de la régression logistique, de l'analyse discriminante linéaire, des arbres de classification, etc.). Mettre en œuvre ces méthodes sur des exemples concrets.

- Connaître le principe des algorithmes simples de classification non supervisée (tels que l'algorithme des k-means ou les classifications hiérarchiques basées sur une dissimilarité). Comprendre (par l'exemple) la structure d'un modèle de mélange et son estimation par un algorithme EM. Mettre en œuvre ces méthodes sur des exemples concrets.

- Connaître les fondements théoriques des principales méthodes de réduction de dimension (ACP, AFC et ACM selon la nature des variables). Être capable en priorité d'interpréter graphiquement les sorties fournies par les logiciels de statistique pour en déduire des conclusions pertinentes en analyse des données.

- Savoir utiliser R ou Python pour largement exploiter les méthodes étudiées dans le module, en particulier les méthodes de classification et de réduction de dimension.

## Supports ou références

- Azais J.M., Bardet J.M., *Modèle linéaire par l'exemple*. Dunod, 2e édition, 2012

- T. Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, *The element of Statistical Learning*. Data mining, inference, and prediction. Second edition. Springer Series in Statistics. Springer, New York, 2009

- R. Garreta, G. Moncecchi, *Learning scikit-learn : machine learning in python*. Packt Publishing, 2013

- P.A. Cornillon, E. Matzner-Løber, *Régression avec R*. Springer Editions, 2010

- Cornillon P.A., Guyader A., Husson F., Jégou N., Josse J., Kloareg M., Matzner-Løber E., Rouvière L., *Statistiques avec R*. PU Rennes, 3e édition revue et augmentée, 2012.

## UE 2 – Modélisation Stochastique 2 / Stochastic Modeling 2

Responsable : L. Chaumont [loic.chaumont@univ-angers.fr](mailto:loic.chaumont@univ-angers.fr)

### Intervenant

L. Chaumont [loic.chaumont@univ-angers.fr](mailto:loic.chaumont@univ-angers.fr)

### Objectifs (mots clés)

*Chaînes de Markov en temps continu* : Définition et propriétés. Temps d'atteinte, temps d'absorption. Lois invariantes et convergence à l'équilibre. Exemples du processus de Poisson, du processus de Poisson composé, du processus de naissance et mort et des processus de files d'attente. Etude du cas général des processus de branchement. Applications à des modèles de croissance de population. Processus de Poisson composé avec drift et applications à des modèles de ruine.

*Simulations* : Simulations sous Python de chaînes de Markov en temps continu. Simulation de la loi invariante, du temps d'absorption. Modélisation de problèmes de ruine et de croissance de populations.

### Pré-requis

*Notions et contenus* : Cours d'intégration (licence mathématiques L3) ; Cours de Probabilités (licence mathématiques L3) ; Cours de modélisation stochastique 1 (S1-UE4-DS) ; Bases du logiciel R

*Compétences et capacités* : Maîtriser l'ensemble des compétences requises pour le cours de modélisation stochastique 1 ; Connaître les bases sur les chaînes de Markov en temps discret ; Connaître les

méthodes classiques de simulation de variables aléatoires ; Avoir une connaissance et une pratique minimale du langage Python.

### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Connaître les notions élémentaires sur les chaînes de Markov à espace d'état fini ou dénombrable.
- Savoir simuler une variable aléatoire, une chaîne de Markov et sa loi invariante.
- Savoir illustrer les différents résultats de convergence de suites de variables aléatoires et de chaîne de Markov.
- Savoir utiliser la méthode de Monte Carlo.
- Connaître la définition des chaînes de Markov et savoir créer un modèle en temps discret et en temps continu.
- Plus particulièrement, savoir modéliser un problème de ruine (risque, assurance) ou bien de croissance de population en utilisant les processus classiques : processus de Poisson composé (avec drift), processus de naissance et mort.
- Savoir simuler sous R des chaînes de Markov en temps discret et en temps continu.

### **Supports ou références**

- James Norris, *Markov Chains*. Cambridge University Press (1998)
- Robert P. Dorrow, *Introduction to stochastic processes with R*. Wiley (2017)

## **UE 3 – Optimisation Linéaire / Linear Programming**

Responsable : L. Evain [laurent.evain@univ-angers.fr](mailto:laurent.evain@univ-angers.fr)

### **Intervenants**

L. Evain [laurent.evain@univ-angers.fr](mailto:laurent.evain@univ-angers.fr) , E. Delabaere [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

### **Objectifs (mots clés)**

Programmation linéaire ; géométrie convexe et polyèdre ; méthode du simplexe ; problème dual ; cas dégénérés ; problème de transport et d'allocation des ressources ; algorithmes d'optimisation des flux sur les graphes

### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : algèbre linéaire en dimension finie (licence mathématiques L3) ; fonction et ensemble convexe (licence mathématiques L3 et S1-UE2-DS) ; analyse numérique matricielle et complexité (licence mathématiques L3 et S1-UE1-DS) ; logiciel Python

*Compétences et capacités* : maîtriser le calcul matriciel ; savoir calculer la dimension d'un sous-espace vectoriel ; maîtriser les changements de bases ; maîtriser la méthode du pivot de Gauss du point de vue théorique et algorithmique ; connaître les propriétés principales des ensembles et fonctions convexes ; maîtriser les bases de la programmation sous Python

### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Savoir déterminer si un polyèdre convexe est vide ou non, calculer ses sommets, calculer la dimension d'une de ses faces.
- Connaître les méthodes du simplexe, savoir les expliquer et les appliquer sur des exemples simples.
- Connaître les procédures usuelles de la méthode du simplexe dans les cas dégénérés, savoir les expliquer et les appliquer sur des exemples simples.
- Connaître et savoir interpréter le problème dual, savoir l'utiliser en programmation linéaire sur des exemples simples.
- Savoir faire une analyse de la sensibilité des méthodes aux données.
- Connaître l'ordre de grandeur de la complexité des algorithmes.
- Savoir modéliser et formaliser des problèmes de transport et d'allocation des ressources.
- Connaître et savoir appliquer l'algorithme de la route minimale dans un graphe.
- Connaître et savoir utiliser un solveur numérique de programmation linéaire sous Python.
- Dans des cas pratiques simples, savoir modéliser un problème de programmation linéaire, le traiter numériquement sous Python par application des résultats du cours, et être capable d'interpréter les résultats obtenus. (Mini projet)

### **Supports ou références**

- S.I. Gass « Linear programming; methods and applications » McGraw-Hill (1958)
- N. Lauritzen, « Undergraduate convexity: From Fourier and Motzkin to Kuhn and Tucker ». World Scientific (2013)
- C. Guéret, C. Prins, M. Sevaux, « Programmation linéaire : 65 problèmes d'optimisation modélisés et résolus avec Visual Xpress ». Eyrolles (2000)
- S.G. Nash, A. Sofer, « Linear and nonlinear optimization ». McGraw-Hill (1996)

## **Bloc Outils Numériques - UE obligatoires**

### **UE 4 – Bases de données Relationnelles / Relational Databases**

Responsable : F. Ducrot [francois.ducrot@univ-angers.fr](mailto:francois.ducrot@univ-angers.fr)

#### **Intervenants**

F. Ducrot [francois.ducrot@univ-angers.fr](mailto:francois.ducrot@univ-angers.fr),  
J. Charbonnel [jacquelin.charbonnel@univ-angers.fr](mailto:jacquelin.charbonnel@univ-angers.fr)

#### **Objectifs (mots clés)**

Bases de données relationnelles :

- qu'est-ce qu'une base de donnée ?
- principes des bases de données relationnelles
- utiliser/installer un SGBD (MariaDB ou postgresql)
- le langage SQL
- interagir avec une base de donnée relationnelle :
  - les ORM (Mapping objet-relationnel) python : SQLAlchemy...
- interaction avec le Web (ORM Django)

#### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : Programmation Orientée Objet-Python (S1-UE5-DS) ; Connaissance systèmes (S1-UE5-DS)

*Compétences et capacités* : Cf. compétences et capacités de l'UE S1-UE5-DS

#### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Connaître l'algèbre relationnelle, les bases de l'écriture des requêtes SQL
- Connaître le niveau de base de l'administration de bases de données (créer une base de données, donner des droits à certains utilisateurs ...)
- Maîtriser l'intégration de requêtes vers un SGBD dans un langage de programmation
- Maîtriser l'interaction avec des sites Web dynamiques (consultation et publications de données Web)
- savoir mettre en oeuvre les connaissances et savoir-faire acquis sur une application en relation avec l'UE métiers ou/et le projet

## **Bloc Culture d'entreprise - UE obligatoires**

### **UE 5 – Culture d'entreprise**

#### **\* Anglais / English**

Responsable : P. Torres [philippe.torres@univ-angers.fr](mailto:philippe.torres@univ-angers.fr)

#### **Intervenants**

B. Menan [bruno.menan@univ-angers.fr](mailto:bruno.menan@univ-angers.fr) , V. Picquet [virginie.picquet@univ-angers.fr](mailto:virginie.picquet@univ-angers.fr)

#### **Objectifs (mots clés)**

Objectifs du cours d'anglais :

- permettre aux étudiants de continuer à travailler les cinq compétences en langue - compréhension écrite et orale, expression écrite et orale, et interaction orale - à travers des supports authentiques (articles, documentaires, documents audio et vidéo d'internet, graphiques...) et des activités variées (exercices de compréhension, d'expression écrite, jeux de rôle, débats, présentations orales...) ;
- étoffer les connaissances lexicales
- améliorer la prononciation et revoir certains points de langue le cas échéant
- valider à l'issue du 2ème voire 3ème semestre un niveau B2 du CECRL (Certification)

#### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : Les bases de la langue anglaise

*Compétences et capacités* : maîtriser le niveau B1 du CECRL (dit « d'utilisateur indépendant »)

#### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

On vise, à l'issue du 2ème voire 3ème semestre du Master, le niveau de compétence B2 du Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues (CECRL) qui est résumé comme suit : « Peut

comprendre le contenu essentiel de sujets concrets ou abstraits dans un texte complexe, y compris une discussion technique dans sa spécialité. Peut communiquer avec un degré de spontanéité et d'aisance tel qu'une conversation avec un locuteur natif ne comporte de tension ni pour l'un ni pour l'autre. Peut s'exprimer de façon claire et détaillée sur une grande gamme de sujets, émettre un avis sur un sujet d'actualité et exposer les avantages et les inconvénients de différentes possibilités. »

### **Supports ou références**

Les ressources mises à dispositions en autoformations recouvrent entre autres : Numerilang et/ou plateforme LANSAD ; Ressources en lignes (UNT UOH par exemple) ; Logiciels de type Rosetta Stone.

**Remarques** : Travail additionnel estimé en autoformation : 30h (variable suivant niveau d'entrée).

### **\* Communication – Préparation à l'Insertion Professionnelle / Communication – Professional Integration Program**

*Responsable* : E. Delabaere, responsable parcours [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

### **Intervenants**

Intervenants du SUIO-IP ou/et autres intervenants professionnels

### **Objectifs**

Rédaction de CV et préparation aux entretiens d'embauche (stages, alternance, emplois). Découverte du milieu professionnels.

### **Pré-requis**

Aucun

### **Remarques**

Travail additionnel estimé en autoformation : 4h. Certaines interventions pourront avoir lieu au semestre 1.

### **\* Travail Encadré de Recherche (TER) / Introduction to Research Methods**

*Responsable* : E. Delabaere, responsable parcours [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

### **Intervenants**

Variable suivant le sujet proposé

### **Objectifs**

Le Travail Encadré de Recherche (TER) est un travail de 4 mois réalisé en laboratoire par l'étudiant ou par un binôme étudiants. Encadré par un enseignant tuteur, il donne lieu à la rédaction d'un rapport et à une soutenance orale pouvant être faite en anglais. Ce travail met en œuvre les connaissances théoriques acquises pendant l'année sur des problèmes concrets, préférentiellement en liaison avec l'option choisie et issus de questions intéressant des partenaires des milieux professionnels. Les documents d'appui peuvent être des textes en anglais, ce qui participe de la pratique de l'anglais scientifique et technique. Dans certains cas, le sujet du TER peut être mis en relation avec le stage facultatif.

### **Pré-requis**

*Notions et contenus* : Communication S1-UE6-DS ; Contenus du M1-DS

*Compétences et capacités* : connaissance des bases du logiciel Latex ; ensemble des compétences scientifiques et d'outils informatiques du M1-DS

### **Connaissances, compétences et capacité exigibles**

- Savoir mettre en œuvre les connaissances théoriques acquises en mathématiques appliquées de l'année du M1-DS sur des problèmes concrets ;
- Savoir produire un travail d'expérimentation numérique, à l'aide de logiciels ad hoc, Python, R, SQL, etc.. ;
- Savoir définir et respecter des modalités de réalisation, leurs priorités, leur planning ;
- Savoir rédiger un rapport écrit selon des supports de communication ad hoc et des contraintes définies ;
- Savoir s'exprimer à l'oral dans un cadre défini

### **Supports ou références**

Variable suivant sujet

## Remarques

Quelques exemples de thèmes proposés les années précédentes :

Le processus d'Ornstein-Uhlenbeck appliqué au domaine financier. Classification par aggrégation. L'algorithme EM. Détection de communautés au sein des graphes. Introduction à la modélisation chronologique. Modèles stochastiques pour l'épidémiologie. Apprentissage statistique appliqué à la prévision des pics d'ozone. Arbres couvrants aléatoires. Lasso, ridge, elastic-net. Classification non supervisée en grande dimension et application aux données génétiques. Modèles probabilistes pour l'Assurance et la Finance. Estimation non-paramétrique. Forêts aléatoires et SVM. Création d'une carte probabiliste d'infarctus cérébral à partir de signaux spatio-temporels d'IRM de perfusion : Approche supervisée non paramétrique

## \* Stage facultatif / Optional Internship Program

Responsable : E. Delabaere, responsable parcours [eric.delabaere@univ-angers.fr](mailto:eric.delabaere@univ-angers.fr)

### Objectifs

Il est possible de réaliser un stage facultatif. Il est obligatoirement conventionné et, en particulier, il est soumis à l'appréciation du responsable de la formation. Ce stage ne donne pas lieu à une notation et n'est affecté d'aucun ECTS. Le stage est idéalement placé en fin d'année académique (de fin mai à fin août), il est à l'initiative exclusive de l'étudiant qui souhaite valoriser son cursus académique. Ce type de stage est recommandé pour les étudiants souhaitant accomplir la deuxième année de master en alternance.

Dans ce même cadre, un stage à l'international d'étude et de perfectionnement en langue étrangère est recommandé. De nombreuses possibilités existent, se renseigner (très tôt) sur l'ensemble des partenariats entre l'Université d'Angers et d'autres universités.

## **Bloc Métiers - UE optionnelles (un choix sur deux)**

### UE Métiers

#### \* Option 1 : Introduction à la Génomique / Introduction to Genomics

Responsable : C. Landès [claudine.landes@univ-angers.fr](mailto:claudine.landes@univ-angers.fr)

### Intervenants

C. Landès [claudine.landes@univ-angers.fr](mailto:claudine.landes@univ-angers.fr) et autres intervenants

### Objectifs (mots clés)

Cet enseignement vise à donner les notions de base en biologie afin de comprendre les concepts de la biologie moderne nécessitant des développements mathématiques en modélisation et en statistique.

- Composition moléculaire du vivant
- La cellule eucaryote et procaryote
- Reproduction sexuée et hérédité
- Des gènes aux protéines
- La génomique
  - séquençage de génomes complets
  - prédiction de gènes
  - annotation structurale des génomes
  - annotation fonctionnelle des génomes

### Pré-requis

Aucun

### Connaissances, compétences et capacité exigibles

A l'issue de la formation, les étudiants :

- sauront ce qu'est une cellule et connaîtront les différences entre cellules procaryotes et eucaryote ;
- auront des notions de chimie du vivant : les constitutions de l'ADN, l'ARN et des protéines ;
- auront des notions de métabolisme : comment la cellule produit de l'énergie, comment se fait la synthèse et la dégradation des composées au travers de quelques exemples ;
- comprendront le passage de l'information génétique d'un individu à ses descendants.

## \* Option 2 : Data Mining et Economie / Datamining and Economy

Responsable : C. Daniel [Christophe.Daniel@univ-angers.fr](mailto:Christophe.Daniel@univ-angers.fr)

### Intervenant

C. Daniel [Christophe.Daniel@univ-angers.fr](mailto:Christophe.Daniel@univ-angers.fr)

### Objectifs (mots clés)

Analyse en composantes principales, analyse factorielle des correspondances, analyse des correspondances multiples, analyse factorielle multiple, analyse sur données mixtes, classification hiérarchique, régressions sur composantes principales, Moindres Carrés Partiels.

### Pré-requis

Statistiques, économétrie (documents fournis)

### Connaissances, compétences et capacité exigibles :

Ce cours d'analyse de données avancée et de statistiques multivariées présente les méthodes dont l'objectif principal est de simplifier la complexité des bases de données statistiques en mettant en évidence les corrélations entre les variables, les ressemblances entre les individus, et en perdant le moins possible d'information expliquée. Un lien est ensuite fait avec les cours d'économétrie par la présentation (sur R et sur SAS) des modèles de régressions sur variables latentes (PCR et PLS) qui permettent notamment de corriger les biais de multi-colinéarité entre les variables.

Chapitre 1 : Les méthodes d'analyses factorielles classiques (ACP, AFC et ACM),

Chapitre 2 : la méthode de classification hiérarchique ascendante.

Chapitre 3 : Des méthodes plus complètes : Analyse Factorielle Multiple, Analyse Factorielle sur Données Mixtes...).

Chapitre 4 : Imputation des données manquantes (Miss Mda)

Chapitre 5 : Les régressions sur variables latentes : Régressions sur composantes principales et Moindres Carrés Partiels

Logiciels utilisés : R (packages FactoMineR, Factoshiny, dynGraph et MissMda) et SAS

### Supports ou références

Diaporama de cours en ligne. Programmes et scripts en ligne.

- Husson, Lê et Pagès : "Analyse de données avec R", presses Universitaires de Rennes, 2009

- Cornillon et alii : « Statistiques avec R », Presses universitaires de Rennes, 2010

### Remarques

Ce cours est mutualisé avec le cours de Data Mining 2 (S2) du master 1 Economie Appliquée, parcours Ingénierie économique et évaluation des politiques publiques. Le descriptif ci-dessus correspond aux 2 cours de Data Mining 1 et 2 (S1 et S2).



## Validation des semestres et de l'année M1-DS

Les modalités d'évaluation des compétences des UE et EC ont été détaillées. En complément de ces évaluations, un ensemble de devoirs (travail personnel temps libre) peut être demandé, selon un calendrier distribué aux étudiants en début de semestre. Ils sont préparatoires aux contrôles continus ou/et terminaux. L'enseignant peut éventuellement intégrer ces notes dans la note de contrôle continu (CC) sous réserve d'en avoir averti au préalable les étudiants.

La note (sur 20) attribuée au semestre est la moyenne pondérée des notes obtenues par UE, les coefficients de pondération étant identiques aux ECTS. L'obtention de la moyenne (10 et plus) sur un semestre entraîne la validation de ce semestre et des 30 ECTS associés. Une note plancher peut être définie pour certaines UE du semestre 2. Dans ce cas, l'obtention d'une note strictement inférieure à cette note plancher entraîne la défaillance (DEF) pour le semestre concerné, sauf avis contraire du jury.

La note (sur 20) sur l'année M1-DS est la moyenne des notes obtenues pour les semestres 1 et 2. L'obtention de la moyenne (10 et plus) sur l'année M1-DS entraîne la validation de l'année et des 60 ECTS associés.

## Jury – Redoublement en M1-DS

Il est organisé trois jurys :

- Un jury d'évaluation chargé de valider les résultats d'examen obtenus dans les unités du 1er semestre.
- Un jury de 1ère session (après les examens du second semestre). Les règles de compensation entre semestres s'appliquent dès ce jury pour la validation de la première année de master.
- Un jury de 2ème session.

Suivant le règlement de l'Université d'Angers, le redoublement du M1-DS est soumis à l'avis du jury. De manière générale, au plus un redoublement sera accordé (soit deux inscriptions), sauf décision d'extension accordée par le jury pour raisons spécifiques (maladie, étudiants salariés,..).

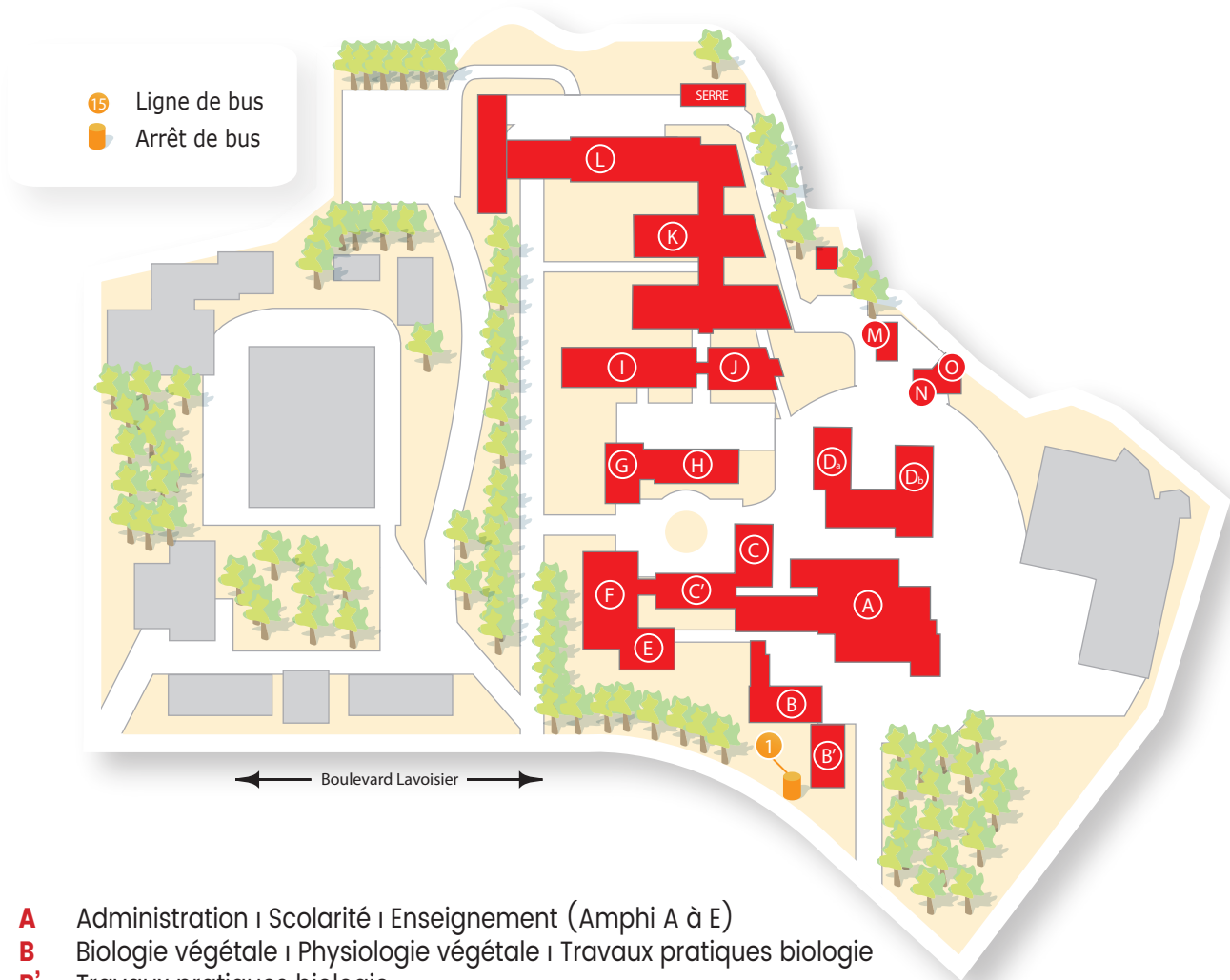
## Poursuite d'étude en M2-DS – Année de césure – Obtention du Master

La validation du M1-DS donne l'accès de droit en deuxième année M2-DS.

En formation initiale et préalablement à leur accès en M2-DS, les étudiants ayant validé le M1-DS peuvent être autorisés à effectuer une année de césure, dans les conditions fixées par l'Université d'Angers et conformément à la circulaire MENS1515329C, n° 2015-122 du 22-07-2015 du Ministère.

Le diplôme de Master est délivré à l'issue d'une année de Master 2 avec la validation de 120 ECTS sur les deux années.





- A** Administration | Scolarité | Enseignement (Amphi A à E)
- B** Biologie végétale | Physiologie végétale | Travaux pratiques biologie
- B'** Travaux pratiques biologie
- C** Travaux pratiques chimie
- C'** Département de Géologie | Recherche environnement (LETG -LEESA) | Recherche géologie (LPGN-BIAF)
- D** Travaux pratiques physique
- Da** Enseignement | Travaux pratiques physique
- Db** Département de Physique | Recherche physique (LPHiA)
- E** Travaux pratiques biologie
- F** Département de Biologie | Recherche neurophysiologie (SiFCiR) | Travaux pratiques biologie, géologie
- GH** Département Informatique | Recherche Informatique (LERiA) | Travaux pratiques géologie
- i** Département Mathématiques | Recherche Mathématiques (LAREMA)
- J** Chimie enseignement | Travaux pratiques
- K** Département de Chimie | Recherche Chimie (MOLTECH Anjou)
- L** Espace multimédia | Enseignement (Amphi L001 à L006) | Espace congrès | Salle d'examen rez-de-jardin

Ua'

**FACULTÉ  
DES SCIENCES**

UNIVERSITÉ D'ANGERS

2, Boulevard Lavoisier  
49045 ANGERS CEDEX 01