

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Canevas

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADÉMIQUE

2024 - 2025

Etablissement	Faculté	Département
Université Alger1	Sciences	Mathématiques

Domaine	Filière	Spécialité
Mathématiques et Informatique	Mathématiques appliquées	Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

SOMMAIRE

I – Fiche d'identité du Master	3
1 - Localisation de la formation :	4
2 - Partenaires extérieurs	4
3 – Contexte et objectifs de la formation	4
A - Conditions d'accès	4
B - Objectifs de la formation	4
C - Profils et compétences visées	4
D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité	5
E – Grandes classes d'applications industrielles du Master	5
F – Passerelles vers les autres spécialités	5
G – Indicateurs de suivi de la formation	5
H – Capacité d'encadrement :	5
4 – Moyens humains disponibles	6
A : Equipe pédagogique interne mobilisée pour la spécialité :	6
B : Equipe pédagogique externe mobilisée pour la spécialité :	8
C : Synthèse globale des ressources humaines mobilisées pour la spécialité IMIA :	9
5 – Moyens matériels spécifiques à la spécialité	10
A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements :	10
B - Terrains de stage et formations en entreprise :	10
C - Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :	11
D - Projet(s) de recherche de soutien au master :	11
E - Espaces de travaux personnels et TIC disponibles au niveau du département et de la faculté :	11
II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements	12
1 - Semestre 1	13
2 - Semestre 2 :	14
3 - Semestre 3 :	15
4 - Semestre 4 :	16
5- Récapitulatif global de la formation :	16
III - Programme détaillé par matière	17
VI - Curriculum Vitae Succinct De l'équipe pédagogique mobilisée pour la spécialité	44
IV - Avis et Visas des organes administratifs et consultatifs	66
V - Avis et Visa de la Conférence Régionale	67
VI - Avis et Visa du Comité Pédagogique National de Domaine (CPND)	68

I – Fiche d'identité du Master

1 - Localisation de la formation :

Etablissement : Université Alger1
Faculté : Sciences
Département : Mathématiques

2 - Partenaires extérieurs

- Autres établissements universitaires
 - Université Abderrahmane Mira de Béjaia
 - Ecole Nationale Supérieure en Intelligence Artificielle

3 – Contexte et objectifs de la formation

A - Conditions d'accès

Les étudiants ayant suivi une formation de Licence en « Mathématiques appliquées » ou une formation jugée équivalente peuvent candidater pour ce master. L'admission se fait sur dossier et en fonction des places disponibles. La candidature est ouverte pour tout étudiant détenteur de l'un des diplômes suivants :

- Licence en mathématiques appliquées.
- Licence en mathématiques
- Tout titre reconnu équivalent.

B - Objectifs de la formation

Le Master "IMIA" vise à préparer les étudiants à maîtriser les outils mathématiques nécessaires à la conception, au développement et à l'application de techniques d'intelligence artificielle (IA). Cette formation cherche à combiner les connaissances approfondies en mathématiques avec une compréhension des concepts et des méthodes de l'IA, afin de former des professionnels capables de contribuer de manière significative au domaine de l'IA et à ses applications pratiques. Ce programme vise à former des professionnels hautement qualifiés et polyvalents, capables de relever les défis et d'exploiter les opportunités dans ce domaine en constante évolution.

C - Profils et compétences visées

- Maîtrise des concepts mathématiques avancés tels que les équations aux dérivées partielles, le calcul différentiel, la probabilité et la statistique.
- Connaissance approfondie des principes et des algorithmes de l'intelligence artificielle, y compris ceux de l'apprentissage automatique
- Compétences en programmation, notamment dans des langages utilisés en IA comme Python et R.
- Capacité à analyser des problèmes complexes et à formuler des solutions mathématiques et algorithmiques appropriées.

- Aptitude à interpréter et à évaluer les performances des modèles d'IA à l'aide de techniques d'analyse de données et de validation.

D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité

A l'issue de la formation, les étudiants peuvent aussi bien travailler en tant que diplômé en master IMIA ou poursuivre leurs études en thèse de doctorat en mathématiques ou en informatique.

Au terme du Master les métiers visés sont notamment :

- Ingénieur en Intelligence Artificielle
- Data Scientist
- Consultant en IA
- Développeur de logiciels d'IA
- Ingénieur en recherche et développement

E – Grandes classes d'applications industrielles du Master

- Santé
- Énergie
- Astrophysique et météorologie
- Hydrologie
- Agronomie
- Ecologie et environnement
- Reconnaissance avancée de formes
- Reconnaissance de la parole
- Planification en transport
- Gaming
- Réalité virtuelle et augmentée
- Robotique

F – Passerelles vers les autres spécialités

A l'issue du parcours M1, les étudiants ayant validé leur année peuvent poursuivre un parcours M2 de tous les Masters des domaines mathématiques appliqués.

G – Indicateurs de suivi de la formation

- Taux de réussite en M1 et M2.
- Nombre d'étudiants inscrits en Doctorat.
- Nombre d'étudiants recrutés à l'issue de la formation.

H – Capacité d'encadrement :

30 étudiants en M1. Ceci dépendra par la suite de l'évolution de l'encadrement en termes de nombre et de spécialités des enseignants en activité au sein du département, mais aussi de leur disponibilité.

5 – Moyens matériels spécifiques à la spécialité

A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements :

Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (une fiche par laboratoire)

Salle pour Internet : 30 postes

Laboratoire d'informatique :

Intitulé du laboratoire : Maurice Audin

Capacité en étudiants : 30

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
1	Micro-ordinateur	30	I5-HP
2	Imprimante	2	Laser
3	Data show	2	Epson
4	Serveur HP	1	11 ^{eme} génération

B - Terrains de stage et formations en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Bureau Spécialisé de tarification en assurance (BST)	4	30 à 90 jours
Banques	4	30 à 90 jours
Société nationale des transports ferroviaires (SNTF)	4	30 à 90 jours
SONATRACH	4	30 à 90 jours
SONALGAZ	4	30 à 90 jours
Air-Algérie	4	30 à 90 jours
Port d'Alger	4	30 à 90 jours

II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements

1 - Semestre 1

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
		C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF1.1		3h	3h			4	8		
UEF1.1.1 : Probabilités et Modélisation Aléatoire	45h	1h30	1h30		55h	2	4	40 %	60 %
UEF1.1.2 : Optimisation stochastique	45h	1h30	1h30		55h	2	4	40 %	60 %
UEF1.2		3h	1h30	3h		5	10	40 %	60 %
UEF1.2.1 : Séries chronologiques	67h30	1h30	1h30	1h30	82h30	3	6	40 %	60 %
UEF1.2.2 : Méthodes de simulation	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60 %
UE méthodologie									
UEM1.1		3h	3h	1h30		5	9		
UEM1.1.1 : Recherche opérationnelle et combinatoire	67h30	1h30	1h30	1h30	57h30	3	5	40 %	60 %
UEM1.1.2 : Analyse appliquées et EDP	45h	1h30	1h30		55h	2	4	40 %	60 %
UE Découverte									
UED1.1		1h30		1h30		2	2		
UED1.1.1 : Outils de programmation	45h	1h30		1h30	5h	2	2	40 %	60 %
UE transversale									
UET1.1		1h30				1	1		
UET1.1.1 : Anglais 1	22h30	1h30			2h30	1	1		100 %
Total Semestre 1	382h30	12h	7h30	6h	367h30	17	30		

2 - Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS 14-16 Sem	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
		C	TD	TP	Travail personnel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF2.1		3h	1h30	3h		5	10		
UEF2.1.1: Statistique Inférentielle	67h30	1h30	1h30	1h30	82h30	3	6	40 %	60 %
UEF2.1.2: Simulation de flux et évaluation des performances	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60%
UEF2.2		3h		3h		4	8		
UEF2.2.1: Machine Learning	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60 %
UEF2.2.2: Analyse des données	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60%
UE méthodologies									
UEM2.1		4h30	1h30	1h30		5	9		
UEM2.1.1: EDP Stochastique	67h30	3h00	1h30		57h30	3	5	40 %	60 %
UEM2.1.2: Exploration de données	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60 %
UE Découverte									
UED2.1		1h30	1h30			2	2		
UED2.1.1 : Gestion d'entreprise	45h	1h30	1h30		5h	2	2	40 %	60 %
UE transversale									
UET2.1				1h30		1	1		
UET2.1.1 : Anglais 2	22h30			1h30	2h30	1	1	100%	
Total Semestre 2	382h30	12h	4h30	9h	367h30	17	30		

3 - Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coef	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Travail Personnel			Continu	Examen
UE fondamentales									
UEF3.1		3h		3h		4	8		
UEF3.1.1: Processus aléatoires et applications	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60 %
UEF3.1.2: Machine Learning Avancé	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60 %
UEF3.2		3h	3h00	1h30		5	10		
UEF3.2.1: Méthodes numériques	67h30	1h30	1h30	1h30	82h30	3	6	40 %	60 %
UEF3.2.2: Méthodes à noyau pour l'apprentissage automatique	45h	1h30	1h30		55h	2	4	40 %	60 %
UE méthodologies									
UEM3.1		4h30	1h30	1h30		5	9		
UEM3.1.1: Estimation non paramétriques	22h30	1h30			2h30	1	1		100 %
UEM3.1.2: Contrôle optimal	45h	1h30	1h30		55h	2	4	40 %	60 %
UEM3.1.3: Big Data	45h	1h30		1h30	55h	2	4	40 %	60 %
UE Découverte									
UED3.1		1h30	1h30			2	2		
UED3.1.1: Entrepreneuriat	45h	1h30	1h30		5h	2	2	40 %	60 %
UE transversale									
UET3.1		1h30				1	1		
UET3.1.1 : Techniques d'expression et de communication	22h30	1h30			2h30	1	1		100%
Total Semestre 3	382h30	13h30	6h	6h	367h30	17	30		

4 - Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques et Informatique

Filière : Mathématiques appliquées

Spécialité : Ingénierie mathématiques pour l'intelligence artificielle

Stage en entreprise ou bien, un travail d'initiation à la recherche sera proposé à l'étudiant. Le travail sera suivi par un enseignant et sanctionné par un mémoire et une soutenance.

Unité d'Enseignement	VHS	Coefficients	Crédits
UEF4 : Mémoire	382h30	17	30
Total Semestre 4	382h30	17	30

5- Récapitulatif global de la formation :

Le Volume Horaire ; VH, global séparé en cours, TD, TP, etc. pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE.

UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
VH					
Cours	270h	180h	67h30	45h	562h30
TD	135h	90h	45h	00h	270h
TP	202h30	67h30	22h30	00h	292h30
Autre (PFE)	382h30	-	-	-	382h30
Total	990h	189h	135h	45h	1359h
Crédits	84	27	6	3	120
% en crédits pour chaque UE	70%	22.5%	5%	2.5%	100%

III - Programme détaillé par matière

(Une fiche détaillée par matière)

(Tous les champs sont à renseigner obligatoirement)

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1.1.1

Intitulé de la matière : Probabilités et Modélisation Aléatoire

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours a pour objectif de fournir aux étudiants les outils nécessaires pour analyser et modéliser des phénomènes aléatoires dans divers domaines.

Connaissances préalables recommandées : Analyse combinatoire, Calcul de probabilité, Analyse 1, Analyse 2, Algèbre.

Contenu de la matière :

- Rappels sur la notion d'espace probabilisé et de variable aléatoire
- Notions de convergence de variables aléatoires. Loi des grands nombres, théorème centrale limite.

- Vecteurs aléatoires et conditionnement : lois conditionnelles, espérance conditionnelle.

- Éléments de modélisation aléatoire
 - Régression linéaire simple : estimation des coefficients et interprétation des résultats
 - Régression linéaire multiple : ajustement du modèle et sélection de variables
 - Applications et interprétation des modèles

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

Références :

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

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1.1.2

Intitulé de la matière : Optimisation stochastique

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'optimisation stochastique est un pilier dans le paysage en constante évolution de l'intelligence artificielle. Elle consiste à utiliser la probabilité et le hasard pour trouver des solutions optimales dans des scénarios complexes où l'incertitude et les données incomplètes prévalent. Ce module a pour objectif de préparer à concevoir des modèles mathématiques pour l'optimisation sous l'incertitude et de développer des algorithmes pour les résoudre numériquement.

Connaissances préalables recommandées : Probabilité et statistique, Optimisation déterministe, Calcul différentiel et intégrale, processus stochastique, programmation.

Contenu de la matière :

- Introduction à l'optimisation : formulation de problèmes, définitions de bases (convexité, connexité, concavité, etc.), exemples.
- Classification des problèmes stochastiques : Continus, discrets, linéaires, non linéaires, statiques, dynamiques.
- Optimisation stochastique statique (à une étape) : résolution (calcul de la solution de la première étape), condition d'utilisation des algorithmes L-Shaped.
- Optimisation stochastique avec recours (à deux étapes) : La résolution sur un arbre de scénarios.
- Le contrôle stochastique à temps discret (dynamique) : Étude de cas sur le problème de planification de la production.

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

Références :

- Pham, H. (2007). Optimisation et contrôle stochastique appliqués à la finance (Vol. 61). Berlin: Springer.
- Carpentier, P., & Cohen, G. (2017). Décomposition-coordination en optimisation déterministe et stochastique (Vol. 114). Berlin: Springer.
- Alzalg, B.: Combinatorial and Algorithmic Mathematics: From Foundation to Optimization. John Wiley & Sons (2024)

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1.2.1

Intitulé de la matière : Séries chronologiques

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

Le but de ce cours est d'assurer une bonne maîtrise des séries chronologiques qui permettent de faire des prévisions sur les valeurs futures en se basant sur les tendances passées.

Connaissances préalables recommandées :

Manipulation de : Tests statistiques, utilisation de logiciels statistiques ou informatiques pour la mise en œuvre des méthodes de prévision

Contenu de la matière :

Chapitre 1 Processus Stationnaires : Stationnarité forte, Stationnarité du second ordre, Processus bruit blanc (white noise process) , Fonction d'autocovariance

Chapitre 2 Séries Chronologiques : Classe des modèles ARMA : processus autorégressif AR(p), processus moyenne mobile MA(q), processus ARMA(p, q)

Chapitre 3 Processus non Stationnaires : Processus TS (Tendance Stationnaire)
Processus DS (Dérive Stationnaire), Tests de racine

Chapitre 4 Prévision : Techniques de prévision univariées et multivariées

Mode d'évaluation : Examens Ecrits (60%), Contrôle continu (40%).

Références :

- Box, G. E. P. et Jenkins, G. M. (1976), *Time Series Analysis : Forecasting and Control*, second edn, Holden-Day, San Francisco.
- Diebold, F. X. (2004), *Elements of Forecasting*, third edn, Thomson South-Western, Mason, Ohio.
- Granger, C. W. J. (1980), *Forecasting in Business and Economics*, Academic Press, New York.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEF1.2.2

Intitulé de la matière : Méthodes de simulation

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif de cette matière est de présenter une classe de processus aléatoires, à savoir les chaînes de Markov, qui interviennent aussi bien en recherche opérationnelle qu'en statistique et en calcul stochastique, et de montrer ainsi leurs applications. Ensuite, nous appliquerons différentes approches de simulation, telles que la simulation de Monte Carlo, à des modèles de chaînes de Markov construits à partir de systèmes réels.

Connaissances préalables recommandées :

Algèbre et analyse, statistique, calcul de probabilités et variables aléatoires,

Contenu de la matière :

- Processus stochastiques et chaînes de Markov
 - Régime permanent
 - Régime stationnaire
- Simulation des chaînes de Markov
 - Simulation de Monte Carlo
 - Simulation des variables aléatoires discrètes et continues
 - Méthode de Monte Carlo par chaîne de Markov
- Application
 - Files d'attente
 - Gestion de stock

Remarque : Les algorithmes (cours et TP) doivent être codés par l'un des outils suivants : Matlab, R ou python.

Mode d'évaluation : Examens Ecrits (60%), Contrôle continu (40%).

Référence :

-Christian P. Robert et George Casella . Méthodes de Monte-Carlo avec R. Springer-Verlag France, 2011

-AMAR AISSANI Modélisation et Simulation, Office des publications universitaires, mai 2007

-Serge Markovitch, Probabilités : Une approche expérimentale, 2002

-ALAN RUEGG Processus stochastiques, juillet 1989

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEM1.1.1

Intitulé de la matière : Recherche opérationnelle et combinatoire

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement

L'optimisation combinatoire occupe une place très importante en recherche opérationnelle et en informatique. De nombreuses applications pouvant être modélisées sous la forme d'un problème d'optimisation combinatoire (POC) telles que le problème du voyageur de commerce, l'ordonnancement de tâches, le problème de la coloration de graphes, etc. Cet enseignement permet à l'étudiant de définir un problème, de le modéliser et de choisir la bonne méthode de résolution.

Connaissances préalables recommandées : Analyse mathématique, algorithmique.

Contenu de la matière :

Partie 1 : Optimisation Combinatoire

1. Définition d'un problème d'optimisation combinatoire (POC)
2. Théorie de la complexité
3. Modélisation des problèmes d'optimisation combinatoire
4. Méthodes de résolution exactes et approchées

Partie 2 : Programmation quadratique

1. Les conditions de Kuhn-Tucker
2. Programmation quadratique et semi-définie (Définition, Illustration graphique, Programmation semi-définie)
3. La relaxation semi-définie

Mode d'évaluation : Examens Ecrits (60%), Contrôle continu (40%).

Référence :

- Sakarovitch, M. « Optimisation Combinatoire, Graphes et Programmation Linéaire ». Hermann, Enseignement des sciences, Paris, 1984
- Sakarovitch, M. « Optimisation Combinatoire, Programmation Discrète ». Hermann, Enseignement des sciences, Paris, 1984.
- A.R. Mahjoub « Approche polyédrales en optimisation combinatoire » Hermes, 2005, Lavoisier
- Billonnet « Optimisation discrete » Dunod, 2007
- F. Glover et M. Laguna. « Tabu search » Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, second edition, 1997.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UEM1.1.2

Intitulé de la matière : Analyse appliquées et EDP

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Ce cours enseigne les équations aux dérivées partielles de type elliptiques où le second membre de l'équation est assez régulière et la théorie d'existence des solutions (fortes et faibles).

Connaissances préalables recommandées : Théorie de la mesure et de l'intégration, équations différentielles de niveau licence, suites et séries de fonctions.

Contenu de la matière :

- Les espaces L_p : Rappels de quelques résultats d'intégration. Définition et propriétés élémentaires des espaces L_p .
- Espaces de Sobolev ; théorèmes de prolongement, de densité et de trace ; compacité ; inégalité de Poincaré).
- Rappels sur le calcul différentiel dans \mathbb{R}^n . Le théorème de Gauss et la formule de Green, théorème de Riesz. Théorème de Lax-Milgram.
- Théorie variationnelle elliptique (application du théorème de Lax-Milgram aux problèmes elliptiques du second ordre. Exemples.
- Méthode des opérateurs monotone, application aux problèmes elliptiques non linéaire.
- Distributions : définitions, premières propriétés, exemples classiques. Transformée de Fourier des distributions. Applications.

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

Références

- R. A. ADAMS, Sobolev spaces, Academic Press, New York.
- H. BREZIS, Analyse fonctionnelle, théorie et applications, Masson, Paris.
- D. GILBARG and TRUDINGER, Elliptic partial differential equations of second order, Springer-Verlag, New York.
- F. JOHN, Partial differential equations, Springer-Verlag, Berlin

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UED1.1.1

Intitulé de la matière : Outils de programmation

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement

L'objectif attendu de l'introduction de cette matière est d'initier les étudiants aux domaines de programmation et de développement d'applications. Nous nous intéressons ici à deux langages universels : C et python. L'étudiant devrait maîtriser au moins un environnement de développement de ces langages de programmation.

Connaissances préalables recommandées : Des notions d'Algorithmes.

Contenu de la matière :

- Rappels sur les concepts de base de l'algorithmique : Liste finies, les piles, les files, arbres, graphes ...etc.
- Langage C.
 - Etude de cas : Application de résolution d'un problème en mathématiques appliquées
- Python
 - Etude de cas : Application de résolution d'un problème en mathématiques appliquées et réalisation d'un éditeur de graphe

Mode d'évaluation : Examens Ecrits (60%), Contrôle continu (40%).

Références :

- Ivor Horton. "Beginning C". APress. 2006. ISBN:978-1-59059-735-4
- Wesley Chun. « **Au coeur de python** » volume 1,2007, PEARSON, ISBN-13 : **978-2744021480**

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S1

Intitulé de l'UE : UET1.1.1

Intitulé de la matière : Anglais 1

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière donne à l'étudiant les outils techniques de maîtrise de la langue anglaise.

Connaissances préalables recommandées :

Connaissances préalables en anglais.

Contenu de la matière :

- Rappel des notions fondamentales de vocabulaire et de grammaire.
- Acquisition de vocabulaire d'expressions nouvelles
- Exercices de mise en application

Mode d'évaluation : Examen (100%).

Références

- Mascull, Business Vocabulary in use. Cambridge university Press. 2002.
- Razakis, English grammar for the utterly confused. McGrawhill, 2003.
- J. Eastwood, Oxford Practice Grammar. Oxford University Press, 1999.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF2.1.1

Intitulé de la matière : Statistiques Inférentielles

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Le but de ce cours est de consolider la maîtrise à la fois théorique et opérationnelle des notions de statistiques inférentielles de base (on se limitera en particulier au cadre iid), indispensables pour l'étude des modèles statistiques avancées, et en particulier les notions d'intervalles de confiance et de tests.

Connaissances préalables recommandées :

Variables aléatoires discrètes et continues, convergence en probabilité et en loi, loi des grands nombres, théorème central limite

Contenu de la matière :

1. Le modèle statistique
2. Estimation
3. Intervalles de confiance
4. La problématique d'un test paramétrique
5. Les tests paramétriques classiques
6. Quelques tests non paramétriques (chi² d'adéquation ou d'indépendance, tests de rangs)

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

Références

- E.L. Lehmann, Testing Statistical hypothesis, 1997, Springer.
- D. Dupont, Théorie de la décision statistique, 1986, SMG éditions.
- W. Wertz, Statistical density estimation, A survey, 1978, Vandenhoeck & Ruprecht in Gottingen.
- J. P. Florens, V. Marimoutou, A. Péguin-Feissolle, Econométrie : Modélisation et inférence, 2004, Armand Colin.
- Fomby , Hill , *Applying Kernel and Nonparametric Estimation to Economic Topics*, 2000, Advances in Econometrics.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF2.1.2

Intitulé de la matière : Simulation de flux et évaluation des performances

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'enseignement dispensé dans cette matière a pour objectif de traiter les problèmes de modélisation et d'optimisation des systèmes complexes. En effet, les étudiants devront acquérir une compétence leur permettant de traduire un problème posé en termes de modèle, connaître les étapes essentielles pour réaliser une simulation. Ils devront être capables de piloter un projet de mise en place d'un outil de simulation dans leur propre domaine d'activité.

Par ailleurs, les outils d'optimisation ont été largement appliqués pour chercher des solutions aux problèmes qui se posent au niveau des systèmes complexes. Dans ce cours, l'objectif est d'aborder les méthodes approchées ou métaheuristiques. À la fin de cet enseignement, les étudiants seront capables d'identifier les nouvelles opportunités offertes par les approches basées sur le couplage optimisation-simulation et sur les SMA.

Connaissances préalables recommandées : Génie logiciel, optimisation, connaissances en intelligence artificielle et en programmation.

Contenu de la matière :

- Introduction aux systèmes complexes.
- Modélisation d'une simulation.
- Les systèmes multi agents.
- Génie logiciel orienté agent, Agents, définitions et classification des agents, systèmes multi-agents.
- Protocoles de communication, de coordination, et d'interaction des agents.
- Apprentissage dans les SMA et aide à la décision.
- Optimisation et méthodes métaheuristiques.
- Couplage optimisation simulation ; Applications et évaluation de la performance.

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

Références

- Multi-Agent Systems: Simulation and Applications. Adelinde M. Uhrmacher, Danny Weyns
- Modeling and Simulation of Complex Systems: A Framework for Efficient Agent-Based Modeling and Simulation
- Les systèmes de production modernes, Volume 1 : conception, gestion et optimisation / volume 2 : outils et corrigés des exercices , Alexandre Dolgui, Jean-Marie Proth
- João Victor Soares do Amaral, José Arnaldo Barra Montevechi, Rafael de Carvalho Miranda, Wilson Trigueiro de Sousa Junior, Metamodel-based simulation optimization: A systematic literature review, Simulation Modelling Practice and Theory, Volume 114, 2022, 102403, ISSN 1569-190X, <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2021.102403>.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF2.2.1

Intitulé de la matière : Machine Learning

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de ce cours est d'initier les étudiants à la théorie et à la pratique de l'apprentissage automatique (Machine Learning). L'accent est mis surtout sur les enjeux et les méthodes élémentaires ; les algorithmes nécessitant des outils mathématiques avancés seront vus ultérieurement. Les TP auront pour but de tester différents algorithmes sur des problèmes simples d'apprentissage à partir de logiciels dédiés (Weka, Orange, Scikit Learn, ...) et d'implémenter certains des algorithmes vus en cours (en Python et en R).

Connaissances préalables recommandées : notions élémentaires de probabilités et de statistiques, algorithmiques, programmation python.

Contenu de la matière :

1. Présentation des enjeux et des principaux problèmes
2. Apprentissage de règles
3. Algorithmes élémentaires de classification
 - Supervisée : CART, plus proches voisins, SVM, Réseaux de neurones (principes, rétro-propagation)
 - Non supervisée : K-means, classification hiérarchique ascendante, méthodes basées densité, méthodes basées grille, Expectation-Maximisation.
4. Evaluation d'un algorithme : Matrices de confusion, courbe ROC, AUC.
5. Méthodes de calibration : échantillon de test, validation croisée
6. Outils et workflow

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

Références

- Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, 2006
- Hastie, Tibshirani, and Friedman's: The Elements of Statistical Learning
- Antoine Cornuéjols and Laurent Miclet : Apprentissage artificiel - Concepts et algorithmes

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEF2.2.2

Intitulé de la matière : Analyse des données

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : L'objectif du cours est que l'étudiant comprenne les concepts fondamentaux de l'analyse de données comme l'analyse exploratoire des données, l'analyse factorielle de données, l'analyse discriminante, les différentes méthodes de classification.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Analyse exploratoire des données
- Analyse en composantes principales
- Analyse factorielle des correspondances
- Analyse factorielle des correspondances multiples
- Analyse discriminante décisionnelle
- Classification

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

Références

- Bouroche JM. & Saporta G. L'analyse des données. Puf. 2010
- Tenenhaus, M. Méthodes statistiques en gestion. Dunod Entreprise. 1996
- Saporta G. , Probabilités et analyse de données en statistiques. Editions Technip. 2011
- Volle, M. Analyse des données. Economica. 1997

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM2.1.1

Intitulé de la matière : EDP Stochastique

Crédits : 5

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Ces notes de cours visent à introduire le calcul stochastique et ses outils fondamentaux. L'objectif principal du cours est de donner aux étudiants une compréhension des applications du calcul stochastique sur les équations différentielles (ED) et les équations aux dérivées partielles (EDP).

Connaissances préalables recommandées : Statistique et probabilité, processus discrets, processus gaussiens, processus stochastique.

Contenu de la matière :

- **Formule d'Itô et conséquences :** Formule d'Itô, théorème de Lévy, inégalité de Burkholder-Davis-Gundy, représentation des Martingales browniennes, formule de Tanaka.
- **Théorème de Girsanov :** Logarithme stochastique, théorème de Girsanov, mise en œuvre de Girsanov, Girsanov dans le cadre brownien.
- **E.D. Stochastique :** Introductions et définitions, Existence et unicite, utilisation de Girsanov pour les E.D.S, Flot sur l'espace de Wiener, Markov fort pour E.D.S homogène.
- **E.D.P stochastique :** Fonction harmoniques, problème de Dirichlet, problème de chaleur, formule de Feynman -Kac.

Mode d'évaluation : Examens écrits (60%), contrôle continu (40%).

Références

- Applebaum, David. Lévy processes and stochastic calculus. Cambridge university press, 2009.
- Comets, F., & Meyre, . Calcul stochastique et modèles de diffusions-2e éd. Dunod. (2015).
- Malrieu, Florent. Processus de Markov et inégalités fonctionnelles. Notes de cours de Master 2 (2006).
- Rozovsky, R. Carmona BL. Stochastic Partial Differential Equations: Six Perspectives A proposal. (1996).

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UEM2.1.2

Intitulé de la matière : Exploration de données

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : A la fin de ce module, l'étudiant connaîtra les algorithmes classification non supervisé et supervisé, les algorithmes d'extraction de règles d'association, les algorithmes de prédictions, et leur utilisation sur des cas pratiques.

Connaissances préalables recommandées : Bases d'algorithmique, Analyse des Données, Bases de données.

- Introduction au data mining
- Méthodes de classification supervisée
- Méthodes de classification non supervisée
- Méthodes de prédiction

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

Références

- ZAKI, Mohammed J. et MEIRA JR, Wagner. *Data mining and analysis: fundamental concepts and algorithms*. Cambridge University Press, 2014.
- WITTEN, Ian H. et FRANK, Eibe. *Data Mining: Practical machine learning tools and techniques*. Morgan Kaufmann, 2005.
- HAN, Jiawei, KAMBER, Micheline, et PEI, Jian. *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier, 2011.
- TUFFÉRY, Stéphane. *Data mining et statistique décisionnelle: l'intelligence dans les bases de données*. éditions Technip, 2005.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UED2.1.1

Intitulé de la matière : Gestion d'entreprise

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : Les étudiants auront acquis les connaissances fondamentales des principes de management, et les problèmes de gestion dans une entreprise.

Connaissances préalables recommandées :

Contenu de la matière :

- Introduction aux fonctions du management ;
- Les aspects organisationnels, humains et sociaux du management ;
- les différents modes de management ;
- La prise de décision, les types de décision et les outils d'aide à la décision ;
- Les différents aspects : prise de décision, synergie, communication, dynamique.
- la diversité des fonctions de l'entreprise (Marketing, Production, Ressources Humaines, Finance...) et à leur nécessaire coordination dans le cadre d'une politique générale

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

Références

- Auber N et Gruère J.P, **Management, aspect humains et organisationnels**, PUF.1996.
- Coriat B et Weinstein O, **Les nouvelles théories de l'entreprise**, Le livre de poche, 1995.
- A.Dayan et autres ; **Manuel de gestion** ; Volume 1, ELLIPSES/AUF, Paris 1999.
- A.Dayan et autres ; **Manuel de gestion** ; Volume 2, ELLIPSES/AUF, Paris 1999.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S2

Intitulé de l'UE : UET2.1.1

Intitulé de la matière : Anglais 2

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : L'objectif de cette matière est de permettre aux étudiants de développer et de présenter devant un auditoire, de manière claire et méthodique, un sujet relevant essentiellement de leur spécialité, en ne faisant référence que de manière occasionnelle aux notes écrites.

Connaissances préalables recommandées : Notions de base en anglais.

Contenu de la matière :

- Etude des textes scientifiques et présentation orale
- Débats sur des thèmes de l'intelligence artificielle
- Rédaction d'écrits de base : Rapport, Synthèses, Articles...

Mode d'évaluation : contrôle continu (100%).

Langue d'enseignement : Anglais

Références

- Mascull, Business Vocabulary in use. Cambridge university Press. 2002.
- Razakis, English grammar for the utterly confused. McGrawhill, 2003.
- J. Eastwood, Oxford Practice Grammar. Oxford University Press, 1999.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF3.1.1

Intitulé de la matière : Processus aléatoires et applications

Crédits : 4

Coefficient : 2

Objectifs de l'enseignement :

Ce cours explore les processus aléatoires et leur application dans une variété de domaines, y compris la finance, les assurances, l'ingénierie, la biologie et bien d'autres. En mettant l'accent sur les concepts théoriques et les méthodes pratiques, ce cours vise à fournir aux étudiants une compréhension approfondie des processus aléatoires ainsi que les compétences nécessaires pour les appliquer à des problèmes concrets.

Connaissances préalables recommandées : Une connaissance de base en probabilité et en statistiques mathématiques

Contenu de la matière :

Compléments sur les processus de Poisson.

Exemple de processus de Markov à temps continu : le processus de naissance et de mort.

Modèles de risque : définition, propriétés, simulation. Applications en assurances

Martingales. Mouvement brownien. Applications au calcul financier.

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

Références

- M. Denuit et A. Charpentier. Mathématiques de l'assurance non-vie. Edition Economica, 2005.
- J. Grandell. Aspects of risk theory. Springer-Verlag, 1991

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF3.1.2

Intitulé de la matière : Machine Learning Avancé

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière aborde des notions avancées de l'apprentissage pour traiter des problèmes complexes en sciences de données à partir de flux de données, de l'Apprentissage incrémental et constructif, apprentissage renforcé, les réseaux de neurones complexes, l'apprentissage profond ainsi que l'Apprentissage multi-tâches et apprentissage par transfert entre domaines.

Connaissances préalables recommandées :

Statistiques et probabilités, calcul numérique, algèbre linéaire, introduction au machine learning (S2), programmation en python.

Contenu de la matière :

1. Apprentissage automatique bayésien et probabiliste (Allocation de Dirichlet latente, processus gaussiens, calcul bayésien approximatif)
2. Apprentissage multiple (Manifold learning)
3. Apprentissage actif
4. Deep learning (Motivations, principes et concepts fondamentaux, applications, plateformes, techniques de régularisation, architectures (DNN, RBM, RNN, LSTM, Auto-encodeurs, CNN, GAN))
5. Transfert learning (Feature extraction, Fine-tuning)
6. Deep Generative Learning
7. Fondamentaux de l'apprentissage par renforcement (RL)
8. Graph embeddings
9. Randomized algorithms

Mode d'évaluation : Examen (60%), continue (40%).

Références

1. Heudin, Jean-Claude. *Comprendre le deep learning: une introduction aux réseaux de neurones*. Science-eBook, 2016.
2. Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville. *Deep learning*. MIT press, 2016.
3. Nielsen, Michael A. *Neural networks and deep learning*. Vol. 2018. San Francisco, CA, USA:: Determination press, 2015.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF3.2.1

Intitulé de la matière : Méthodes numériques

Crédits : 6

Coefficients : 3

Objectifs de l'enseignement :

Ce module vise à étudier des méthodes numériques pour résoudre des EDP et à maîtriser l'outil informatique pour la résolution et la simulation des EDP

Connaissances préalables recommandées : Analyse numérique

Contenu de la matière :

- Méthode de différences finies : Cas de la dimension 1 et cas de la dimension 2
 - problème elliptique : Erreur de consistance, stabilité, erreur de discrétisation
 - problème parabolique : Erreur de consistance, stabilité, erreur de discrétisation
- Prise en main de Scilab, résolution des EDP avec Scilab
- La méthode d'éléments finis : principe, application pour la résolution d'un problème elliptique
- Prise en main de Freefem++, résolution des EDP avec Freefem++.

Mode d'évaluation : Examens écrits (60%), contrôle continu (40%).

Références

- **P.G. Ciarlet**, Analyse numérique et équations différentielles, DUNOD, 2006.
- **J.P. Demailly**, Analyse numérique et équations différentielles, PUG, 1994.
- **Allaire, Grégoire**. Analyse numérique et optimisation : une introduction à la modélisation mathématique et à la simulation numérique. Editions Ecole Polytechnique, 2005.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEF3.2.2

Intitulé de la matière : Méthodes à noyau pour l'apprentissage automatique

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

- Comprendre les principes fondamentaux des méthodes à noyau et leur utilisation dans l'apprentissage automatique.
- Apprendre à utiliser les noyaux pour transformer des données dans des espaces de dimension supérieure, où les problèmes peuvent être plus facilement résolus.
- Comprendre les différents types de noyaux disponibles Apprendre les techniques d'optimisation et de réglage des paramètres associées aux méthodes à noyau.
- Explorer les applications réelles des méthodes à noyau dans divers domaines
- Comprendre les avantages et les limitations des méthodes à noyau par rapport à d'autres approches d'apprentissage automatique.
- Apprendre à évaluer et à interpréter les modèles construits à l'aide de méthodes à noyau.

Connaissances préalables recommandées : Pour aborder ce cours, une compréhension préalable des fondements de l'analyse fonctionnelle est nécessaire, notamment quelques résultats qui seront récapitulés dans la première partie.

Contenu de la matière :

1. Espaces métrique, produit scalaire, Espaces de Hilbert, propriétés des espaces de Hilbert, théorème de représentation de Riesz, projection orthogonale, opérateurs linéaires, opérateurs compacts.
2. Noyau, noyaux défini positif, propriétés du noyau reproduisant, théorème de Bochner, noyaux pour les chaînes, les arbres et les graphes.
3. Espace de Sobolev, Théorème de Mercer, Calcul du noyau, Régression de crête à noyau, Analyse de la composante principale du noyau.
4. Méthodes à noyaux générales : Astuce du noyau et théorème du représentant, Régression de la crête du noyau, noyau PCA / CCA.
5. Caractéristiques de Fourier aléatoires, Approximation de Nyström, Décomposition de Cholesky.
6. Méthodes à noyaux et optimisation convexe : Rappels d'optimisation convexe, Support vector machines.
7. Design/apprentissage du noyau : Données structurées, applications, normes ℓ_1 et parcimonie
8. Variables aléatoires dans les RKHS, La MMD et le problème à deux échantillons, HSIC et le test d'indépendance, noyaux caractéristiques et universels, Introduction aux processus empiriques.
9. Processus gaussiens et analyse fonctionnelle des données.

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

Références : 1. Joe Suzuki, Kernel Methods for Machine Learning with Math and Python, Springer, 2022.

2. Nello Cristianini, John Shawe-Taylor, An Introduction to Support Vector Machines and Other Kernel-based Learning Methods, Cambridge University Press, 2014.

3. Schoelkopf B., Burges C.J.C., Smola A.J. (eds.), Advances in Kernel Methods: Support Vector Learning, MIT, 1999.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM3.1.1

Intitulé de la matière : Estimation non paramétriques

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement :

Il s'agit de donner les différentes méthodes d'estimation de la densité de probabilité et de la fonction de répartition ainsi que les différentes propriétés statistiques (Biais, variance, moyenne quadratique, moyenne quadratique intégrée, convergence en probabilité et convergence en moyenne quadratique). L'accent sera mis plus particulièrement sur la méthode du noyau de Parzen-Rosenblatt. L'estimation fonctionnelle permet l'étude de la stabilité et l'évaluation de performances des systèmes.

Connaissances préalables recommandées : Probabilités, Notions d'algèbre, Algorithmiques

Contenu de la matière :

- Estimation de la fonction de répartition.
- Estimation de la densité de probabilité.
Méthode par histogramme.
Méthode du Noyau.
Propriétés statistiques des estimateurs
Biais, variance
Moyenne quadratique
Moyenne quadratique intégrée
Convergence en probabilité
Convergence en moyenne quadratique
Choix du noyau
Choix du paramètre de lissage.
- Application à l'évaluation de performances des systèmes de files d'attente
- Application à l'évaluation des risques en assurance et en finance

Mode d'évaluation : Examen (100%).

Références

- D. Bosq et J.P. Lecoutre. Théorie de l'estimation fonctionnelle. Edition Economica, 1987.
- D. A.B. Tsybakov. Introduction à l'estimation Non-Paramétrique.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM3.1.2

Intitulé de la matière : Contrôle optimal

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Cet enseignement permettra à l'étudiant d'acquérir les bases mathématiques afin de pouvoir étudier les processus optimaux dans les systèmes dynamiques qui se rencontrent dans plusieurs domaines d'application.

Connaissances préalables recommandées : Algèbre linéaire, équations différentielles, analyse mathématique, éléments d'optimisation statique et différentiable.

Contenu de la matière :

- Introduction au contrôle optimal
- Etude qualitative des systèmes dynamiques.
- Principe du maximum de Pontryagine.
- Application aux problèmes linéaires quadratiques avec des commandes en boucle ouverte et fermée.
- Contrôle optimal et programmation dynamique.

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

Références

- M. Athans and P. L. Falb. *Optimal control*. MC GRAW Compagny, New York, 1966.
- L. S. Pontryagin et al. *The Mathematical Theory of Optimal Processes*. Interscience, New York, 1962.
- P. Borne et al. *Commande et Optimisation des Processus*. Editions Technip, Paris, 1990.
- S. Barnett and R. G. Cameron. *Introduction to Mathematical Control Theory*, Clarendon Press, Oxford, 1990.
- M. Bergounioux. *Optimisation et Contrôle des systèmes linéaires*. Dunod, Paris, 1988.
- J. P. Demailly. *Analyse Numérique et équations différentielles*. OPU, Alger, 1994.
- P. Kartachev, Rojdestvensky. *Equations Différentielles Ordinaires et Eléments du Calcul Variationnel*. Naouka, Moscou, 1980.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UEM3.1.3

Intitulé de la matière : Big Data

Crédits : 4

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement :

Connaissances sur les différents types d'analyses de données massives (Big Data) que les organisations peuvent utiliser. Comment l'analyse de données massives peut aider, par exemple, à faire de la prédiction, à comprendre des pratiques, à opérer des analyses à grande échelle, etc.

Connaissances préalables recommandées :

Statistiques, machine learning, data mining, outils analytiques, bases de données, curiosité intellectuelle.

Contenu de la matière :

1. Définir le concept de Big Data (Volume, Variété, Vitesse, etc.)
2. Comprendre et illustrer la problématique de passage à l'échelle
3. Comprendre le concept de valorisation de la donnée
4. Comprendre les approches d'intégration de données massives
5. Comprendre la problématique de traitement de données massives à des fins d'analyse distribuer (partitionner) des données sur plusieurs nœuds de calcul
6. Comprendre et appliquer le paradigme Map/Reduce
7. Configurer des systèmes Map/Reduce et déployer des applications
8. Découvrir la palette d'outils d'analyse de données massives
9. Identifier les risques et opportunités du Big Data pour les individus (vie privée, protection des données personnelles...)
10. Conduire un projet Big Data en entreprise (étapes projets, bonnes pratiques, schémas organisationnels et gouvernance des données)
11. Situer les notions connexes sur la visualisation de données, les objets connectés, l'Open Data etc. vis-à-vis de l'analyse de données massives

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

Références

1. Kleppmann, Martin. *Designing data-intensive applications: The big ideas behind reliable, scalable, and maintainable systems*. " O'Reilly Media, Inc.", 2017.
- 2.
3. Zikopoulos, Paul, and Chris Eaton. *Understanding big data: Analytics for enterprise class hadoop and streaming data*. McGraw-Hill Osborne Media, 2011.
4. Davenport, Thomas H., Paul Barth, and Randy Bean. *How 'big data' is different*. MIT Sloan Management Review, 2012.
5. Mayer-Schönberger, Viktor, and Kenneth Cukier. *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt, 2013.
6. Karimi, Hassan A. *Big Data: techniques and technologies in geoinformatics*. Crc Press, 2014.
7. Marz, Nathan, and James Warren. *Big Data: Principles and best practices of scalable real-time data systems*. New York; Manning Publications Co., 2015.
8. Hurwitz, Judith S., et al. *Big data for dummies*. John Wiley & Sons, 2013.
9. Marr, Bernard. *Data strategy: How to profit from a world of big data, analytics and the internet of things*. Kogan Page Publishers, 2017.

10. Marr, Bernard. *Big Data: Using SMART big data, analytics and metrics to make better decisions and improve performance*. John Wiley & Sons, 2015.
11. Marr, Bernard. *Big data in practice: how 45 successful companies used big data analytics to deliver extraordinary results*. John Wiley & Sons, 2016.
12. Wexler, Steve, Jeffrey Shaffer, and Andy Cotgreave. *The big book of dashboards: visualizing your data using real-world business scenarios*. John Wiley & Sons, 2017.
13. Karau, Holden, et al. *Learning spark: lightning-fast big data analysis*. " O'Reilly Media, Inc.", 2015.
14. Davenport, Thomas. *Big data at work: dispelling the myths, uncovering the opportunities*. Harvard Business Review Press, 2014.
15. Reynolds, Vince. *Big Data for Beginners: Understanding SMART Big Data, Data Mining & Data Analytics for Improved Business Performance, Life Decisions & More!*. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UED3.1.1

Intitulé de la matière : Entrepreneuriat

Crédits : 2

Coefficients : 2

Objectifs de l'enseignement : ce programme permet au participant de développer un projet d'entreprise accompagné d'un plan d'affaires qui sera validé par des experts dans le domaine au terme de la formation.

Connaissances préalables recommandées : Les notions de base de technique de la gestion.

Contenu de la matière :

- Contribuer à la création et au développement de sa propre entreprise.
- Déterminer les stades de développement d'une PME et gérer sa croissance.
- Appliquer dans sa pratique professionnelle les connaissances récentes dans le domaine de la gestion entrepreneuriale.
- Analyser de façon critique et responsable, à la lumière des connaissances les plus à jour sur la création d'une entreprise, les pratiques propres à ce champ d'activité (étude de marché, plan d'affaires, réglementation, financement, plan et outils de contrôle du développement, etc.).

Mode d'évaluation : Examens (60%) , contrôle continu (40%)..

Références

- Catherine Léger-Jarniou, Collection: Hors collection, Dunod. 2013 - 448 pages
- Gilles Daïd , Pascal Nguyen. Le guide pratique de l'auto-entrepreneur. Le best-seller des autoentrepreneurs. Janvier 2016.

Intitulé du Master : Ingénierie des Mathématiques pour l'Intelligence Artificielle

Semestre : S3

Intitulé de l'UE : UET3.1.1

Intitulé de la matière : Techniques d'expression et de communication

Crédits : 1

Coefficients : 1

Objectifs de l'enseignement : Le but de cet enseignement est d'apprendre aux étudiants la communication orale et écrite, en milieu universitaire scientifique et aussi en milieu social hors de l'université, notamment lors de la recherche d'un premier travail et en entreprise, après le recrutement.

Connaissances préalables recommandées : Connaissance, au moins partielle, de l'anglais. Les étudiants doivent maîtriser certains outils de bureautique pour la rédaction de documents.

Contenu de la matière :

- Outils de communication scientifique écrite
- Techniques de communication écrite :
 - Présentation des méthodes de rédaction de différents types d'articles de
- Techniques de communication orale :
 - Cette partie devra se faire sous forme d'exercices pratiques où l'étudiant doit communiquer oralement (Présenter un exposé sur un travail donné)

Mode d'évaluation : Examens (100%).