

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

HARMONISATION

OFFRE DE FORMATION MASTER

ACADÉMIQUE

Etablissement	Faculté / Institut	Département
Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohammed BOUDIAF USTO	Mathématiques et Informatique	Informatique

Domaine : Mathématiques Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Science des Données (SD)

Année universitaire : 2026- 2027

I - Fiche d'identité du Master -----

- 1 - Localisation de la formation-----
- 2 - Partenaires de la formation-----
- 3 - Contexte et objectifs de la formation-----
 - A - Conditions d'accès -----
 - B - Objectifs de la formation -----
 - C - Profils et compétences visées -----
 - D - Potentialités régionales et nationales d'employabilité -----
 - E - Passerelles vers les autres spécialités -----
 - F - Indicateurs de suivi de la formation -----
 - G - Capacités d'encadrement-----
- 4 - Moyens humains disponibles-----
 - A - Enseignants intervenant dans la spécialité-----
 - B - Encadrement Externe-----
- 5 - Moyens matériels spécifiques disponibles-----
 - A - Laboratoires Pédagogiques et Equipements-----
 - B- Terrains de stage et formations en entreprise -----
 - C - Laboratoires de recherche de soutien au master-----
 - D - Projets de recherche de soutien au master-----
 - E - Espaces de travaux personnels et TIC -----

II - Fiche d'organisation semestrielle des enseignement-----

- 1- Semestre 1 -----
- 2- Semestre 2 -----
- 3- Semestre 3 -----
- 4- Semestre 4 -----
- 5- Récapitulatif global de la formation -----

III - Programme détaillé par matière -----

IV- Avis et Visa des Organes Administratifs et Consultatifs-----

V- Accords / conventions -----

I – Fiche d'identité du Master
(Tous les champs doivent être obligatoirement remplis)

1 - Localisation de la formation :

Université des Sciences et de la Technologie d'Oran – Mohamed Boudiaf

Faculté des Mathématiques et Informatique

Département : Informatique

2 –Coordonnateurs :

- Responsable de l'équipe du domaine de formation :

(Professeur ou Maître de conférences Classe A) :

Nom & prénom : BENKAMRA ZOHRA

Grade : Professeur

- E – mail : zohrabenkamra@gmail.com

- Responsable de l'équipe de la filière de formation :

(Maitre de conférences Classe A ou B ou Maitre-Assistant classe A) :

Nom & prénom : NEGGAZ Nabil

Grade : MCA

- E – mail : nabil.negga@univ-usto.dz

3- Partenaires de la formation *:

- autres établissements universitaires :

Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella (Département Informatique)

- entreprises et autres partenaires socio économiques :

SONATRACH- DIRECTION CENTRALE RECHERCHE

OraNova

- Partenaires internationaux :

- Universités partenaires dans le cadre Erasmus+
- - partenariat avec l'Université Polytechnique de Carthagène (Espagne)

* = Présenter les conventions en annexe de la formation

4 – Contexte et objectifs de la formation

A – Conditions d'accès (*indiquer les spécialités de licence qui peuvent donner accès au Master*)

Toute licence de la filière Informatique du domaine Mathématiques Informatique

B - Objectifs de la formation (*compétences visées, connaissances pédagogiques acquises à l'issue de la formation- maximum 20 lignes*)

Cette formation vise à former des spécialistes en science des données capables de maîtriser l'ensemble du cycle de vie de la donnée, depuis sa collecte jusqu'à sa valorisation. Elle permet aux étudiants d'acquérir des compétences solides en analyse statistique, apprentissage automatique, gestion des données massives et visualisation.

Les étudiants seront formés à concevoir des solutions innovantes basées sur les données pour répondre aux problématiques réelles des entreprises et des institutions. La formation met l'accent sur les outils modernes de data science, les environnements Big Data et les architectures distribuées.

Elle développe également des compétences en programmation, modélisation, et prise de décision basée sur les données. L'objectif est aussi de préparer les étudiants à la recherche scientifique et à l'innovation technologique dans le domaine de l'intelligence artificielle et de la data.

Enfin, cette formation favorise l'autonomie, l'esprit critique, et le travail collaboratif dans un contexte multidisciplinaire.

C – Profils et compétences métiers visés (*en matière d'insertion professionnelle - maximum 20 lignes*) :

Les diplômés de ce master peuvent occuper des postes tels que : Data Scientist, Data Analyst, Data Engineer, Machine Learning Engineer ou encore Consultant en Data.

Ils seront capables de collecter, nettoyer, analyser et interpréter de grandes quantités de données structurées et non structurées. Ils maîtriseront les techniques de modélisation statistique, d'apprentissage automatique et de visualisation.

Les étudiants développeront des compétences en programmation (Python, SQL), en manipulation de données massives (Big Data), ainsi qu'en déploiement de solutions analytiques dans des environnements cloud.

Ils seront également capables de concevoir des systèmes d'aide à la décision et d'optimiser les performances des modèles analytiques. Le diplômé pourra travailler dans divers secteurs : télécommunications, finance, industrie, santé, administration publique.

D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés

Entreprises de télécommunication,

Secteur Industriel (Pôle d'Arzew, Zones industrielles Senia, Hassi Amer, ...

Entreprises de transformation,

Administrations,

E – Passerelles vers d'autres spécialités

Il est possible en fonction des capacités offertes d'opter pour un autre parcours Intelligence Artificielle ou vers Réseaux et Systèmes Distribués

F – Indicateurs de suivi de la formation

Le suivi de la formation est à l'essence de l'assurance qualité dans l'université. Ce suivi est fonction de plusieurs indicateurs, parmi lesquels :

- Le taux de réussite des promotions ;
- Le taux d'insertion professionnelle des diplômés de la spécialité ;
- Le taux de déperdition des étudiants ;
- La continuité des diplômés de la spécialité dans la formation doctorale.
- Les indicateurs du référentiel Assurance Qualité relatifs au domaine formation.

G – Capacité d'encadrement (donner le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge)

80-100 étudiants

5 – Moyens humains disponibles

A : Enseignants de l'établissement

intervenant dans la spécialité :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
MANANI Nadjia	DES en Informatiques	Doctorat d'état en Informatique	NCA	Enseignement	
BENDOUKHAHA	ING. Informatique	Doctorat Informatique	MCA	Cours TD TP	
Belloukh Khadija	ING INF	Doctorat INF	MCA	Cours, TD, TP	
KHELIFA S.O	Ingenieur d'état	Doctorat "SRBD"	MCA	Cours, TD, TP	
ISI A.	L.M.D	Préparation de cours extra	MCA	Cours, TD, TP	
MOSTEFA FA	Ingenieur d'état	Doctorat SRBD	MCB	Cours TD TP	
SENKAD S.	LMD	Doctorat Sécurité et Réseau	MCA	Cours TD, TP	
M. TENNAKI	LMD ING	Doctorat	MCA	Cours TD, TP	
Sarah NAIT BACHOU	LMD	Doctorat	NCA	Cours TD TP	
NEGGAR Nadjia	LMD	Doctorat à science	NCA	Cours	
REQUIE A. Hichem	LMD	Doctorat	MCA	C+TP	
AMAFIE E	Ingenieur	Magister + Doctorat	MCB	C+TP	
CHAMBA E	LMD	Doctorat	MCB	C+TD+TP	
DEKKICI Latifa	Dip. Génie logiciel	Doctorat Science / RFTA	PA	C+TD+TP	
Boughara A	LMD	Doctorat	MCB	C+TP+TP	
Chalabi Nadjem	LMD	Doctorat	MA	C+TD+TP	
DEJOUA Wafar Rajan	LMD	Doctorat	MA	C+TP+TP	
BELKADI Khafid	ING-INF	THESE D'ETAT en INF	Pol.	C+TD	
OUTDI Sifem	LMD	Doctorat LMD / ISI	MCB	Cours + TD	
BENKOUHIS	LMD ENG	Doctorat LMD	NCA	Cours + TD	

[illegible]

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

B : Encadrement Externe :

Etablissement de rattachement :

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement
BOUCHENAFIA Sabrina Boukicwa F.Z	ING Informatique : Réseau ING Info IA	Doctorat Réseau D2 Doctorat Sciences	Master NCB	Enseignant TP + TD	

* = Cours, TD, TP, Encadrement de stage, Encadrement de mémoire, autre (à préciser)

6 – Moyens matériels spécifiques disponibles

A- Laboratoires Pédagogiques et Equipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée (1 fiche par laboratoire)

Intitulé du laboratoire : Les salles de travaux pratiques du département d'informatique (12 salles équipées de connexion Internet et disponibles pour les travaux pratiques et le travail libre des étudiants)

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	observations
	Salles de TP	13	15 micro-ordinateur par salle, en réseau LAN avec Internet.

B- Terrains de stage et formation en entreprise :

Lieu du stage	Nombre d'étudiants	Durée du stage
Entreprises	En moyenne 50 projets de fin d'études sont réalisés en entreprise	Moyennement 06 mois

C- Laboratoire(s) de recherche de soutien au master :

Chef du laboratoire: Pr R. TLEMSANI
N° Agrément du laboratoire
Date : Avis du chef de laboratoire 

D- Projet(s) de recherche de soutien au master :

Intitulé du projet de recherche	Code du projet	Date du début du projet	Date de fin du projet
Application des algorithmes bio-inspirés pour l'extraction des connaissances des données du web	C00L07UN310 220220002	Projet agréé en 2022	2026
Analyse de scènes dynamiques par des modèles Bio-inspirés de la vision humaine	C00L07UN310 220220001	Projet agréé en 2022	2026
Apport du méta heuristique à la chémogénomique structurale dans la détection d'interactions molécules-protéines par prédiction in silico.	C00L07UN310 220230005	Projet agréé en 2023	2027
Modélisation et Commande des Manipulateurs Aérien	C00L07UN310 220230004	Projet agréé en 2023	2027
A fog computing based framework for	C00L07UN310 220230011	Projet agréé en 2023	2027

Distributing Big data computation over connected object			
Impact de la curation collaborative des données de santé sur la promotion des prestations de soins en santé publique.	C00L07UN310 220230014	Projet agréé en 2023	2027
Contribution à l'informatique de la santé mentale en Algérie	C00L07UN310 220230002	Projet agréé en 2023	2027
Optimisation environnementale et économique des systèmes de production	C00L07UN310 220230001	Projet agréé en 2023	2027
contribution à l'amélioration de la connectivité des objets dans les réseaux IOT	C00L07UN310 220230008	Projet agréé en 2023	2027
Imagerie et Techniques d'optimisation pour prise de décision.	C00L07UN310 220230013	Projet agréé en 2023	2027
La fouille de flux de données	C00L07UN310 220230006	Projet agréé en 2023	2027
Gestion intelligente des déchets par les approches bio-inspirées et l'apprentissage profond	C00L07UN310 220230003	Projet agréé en 2023	2027
Logistique efficace pour les réseaux de transport	C00L07UN310 220230007	Projet agréé en 2023	2027
Informatique affective et modélisation des émotions	C00L07UN310 220230009	Projet agréé en 2023	2027

E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Salle de lecture
- Bibliothèque de la Faculté des mathématiques et Informatique
- Laboratoires et centres de calcul avec accès Internet

***II – Fiche d'organisation semestrielle
des enseignements***
(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS 14 sem	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
		C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales						12	18		
UEF11		3h	3h	3h	6h				
Algorithmique Avancée et Complexité	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	5	40%	60%
Bases de Données Avancées	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	5	40%	60%
UEF12		3h	1h30	3h	4h30				
Statistiques et probabilités avancées	42h	1h30	1h30		1h30	3	4	40%	60%
Programmation pour la science des données	63h	1h30		3h	3h	3	4	40%	60%
UE Méthodologique						4	9		
UEM1		3h		3h	3h				
Machine Learning 1	42h	1h30		1h30	1h30	2	5	40%	60%
Entrepôts et préparation de données	42h	1h30		1h30	1h30	2	4	40%	60%
UE Transversale						1	2		
UET1		1h30		1h30	1h30				
Réseaux avancés	42h	1h30		1h30	1h30	1	2	40%	60%
UE Découverte						1	1		
UED1		1h30							
Droit du numérique et protection des données (RGPD)	21h	1h30				1	1		100%
Total Semestre 1	378h	12h	4h30	10h30	15h	18	30		

2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales						12	18		
UEF21		3h		3h	3h				
Big data Analytics	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Architecture et administration des bases de données	42h	1h30		1h30	1h30	3	4	40%	60%
UEF22		3h	3h	3h	6h				
Analyse de données	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	5	40%	60%
Machine Learning 2	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
UE Méthodologique						4	9		
UEM2		3h	1h30	3h	4h30				
Recherche d'information	63h	1h30	1h30	1h30	3h	2	5	40%	60%
Virtualisation et Cloud Computing	42h	1h30		1h30	1h30	2	4	40%	60%
UE Transversale							2		
UET2		1h30		1h30	1h30				
Gestion de projets informatiques	42h	1h30		1h30	1h30	1	2	40%	60%
UE Découverte							1		
UETD2		1h30							
Technologies émergentes	21h	1h30				1	1		100%
Total Semestre 2	378h	12h	4h30	10h30	15h	18	30		

3- Semestre 3 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
UE Fondamentales						12	18		
UEF31		3h	1h30	3h	4h30				
Sécurité des données	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	5	40%	60%
Visualisation avancée de données	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
UEF32		3h	3h	1h30	4h30				
Systèmes d'aide à la décision	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
Modélisation et optimisation	42h	1h30	1h30		1h30	3	4	40%	60%
UE Méthodologique						4	9		
UEM3		3h	3h	3h	6h				
Natural Language Processing	63h	1h30	1h30	1h30	3h	2	5	40%	60%
Deep learning	63h	1h30	1h30	1h30	3h	2	4	40%	60%
UE Transversale						1	2		
UET3		1h30							
Méthodologie de recherche	21h	1h30				1	2		100%
UE Découverte						1	1		
UED3		1h30							
Informatique verte	21h	1h30				1	1		100%
Total Semestre 3	378h	12h	7h30	7h30	15h	18	30		

4- Semestre 4 :

Domaine :MI
 Filière :Informatique
 Spécialité :Science des Données
 (SD)

	VHS	Coeff	Crédits
PFE avec Mémoire	750h00	18	30
Stage dans l'entreprise			
Ateliers			
Travail Personnel			
Autres			
Total Semestre 4	750h00	18	30

5- Récapitulatif global de la formation : (indiquer le VH global séparé en cours, TD, pour les 04 semestres d'enseignement, pour les différents types d'UE)

	U E	UEF	UEM	UED	UET	Total
VH						
Cours		252	126	63	63	504
TD		168	63	0	0	231
TP		231	126	0	42	399
Mémoire		750	0	0	0	750
Stage dans l'entreprise		0	0	0	0	0
Ateliers		0	0	0	0	0
Travail Personnel		399	189	0	42	630
Autres		0	0	0	0	0
Total		1800	504	63	147	2514
Crédits		84	27	6	3	120
% en crédits pour chaque UE		70	22,5	5	2,5	100

Corbeille des modules de découverte au choix (UED)

- Informatique verte
- Gouvernance et transformation digitale
- Philosophie des sciences et de la technologie
- Droit du numérique et protection des données (RGPD)
- Psychologie cognitive
- Technologies émergentes
- Découverte des autres spécialités de master

.....

Liste des modules communs entre les spécialités

#	MODULES / SPECIALITES	STANDARS							SPECIFIQUES
		IF	GL	ISI	SD	IA	SI	RSD	
1	Algorithmique Avancée & Complexité	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Bases de Données Avancées	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Ingénierie des Exigences		X	X					
4	Machine Learning	X	X	X			X	X	X
5	Méthodes de Conception de log & Design Patterns								
6	Analyse de données								
7	Paradigmes de Programmation								
8	Méthodes d'optimisation								
9	Réseaux avancés	X	X	X	X	X			X
10	DevOps & Maintenance des Logiciels						X	X	X
11	Deep Learning					X			X
12	Big data Analytics				X				X
13	Vision par ordinateur					X			X
14	Systèmes d'information coopératifs		X	X					
15	Sémantiques Formelle des Langages de Prog	X	X						
16	Systèmes Multi-Agents	X	X						
17	Machine learning	X	X	X				X	X
18	Virtualisation et Cloud Computing				X	X			
19	Gestion des projets informatiques	X	X	X	X	X	X	X	X
20	Intelligence artificielle générative					X			X
21	Virtualisation, Cloud Computing et sécurité						X	X	
22	Ingénierie Dirigée par les Modèles	X	X						
23	Spécification et Vérification Formelle	X	X						
24	Reconnaissance des formes					X			X
25	Modélisation et éval des performances des syst.	X	X						
26	Natural Language Processing				X	X			

27	Applied Quantum Computing	X							X
28	Méthodologies de recherche	X	X	X	X	X	X	X	X
29	Algorithmique distribuée								X
30	Data Mining 1								X
31	Data Mining 2								X

III - Programme détaillé par matière (1 fiche détaillée par matière)

Semestre 1

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique**

Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Algorithmique avancée et complexité Semestre : 1

Type : UEF11

VHS : 63h

VHH : 4h30

Cours : 1h30

TD : 1h30

TP : 1h30

VHS travail personnel : 42h

Coefficient : 3

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les notions de complexité algorithmique (temps, espace)
- Maîtriser les techniques avancées de conception d'algorithmes
- Classer les problèmes selon leur difficulté (P, NP, NP-complet, etc.)
- Appliquer des méthodes exactes et approchées à des problèmes complexes

Connaissances préalables recommandées : bases en algorithmique et structures de données

Contenu de la matière

Cours : 21h

1. Complexité algorithmique

- Notations asymptotiques (Big O, Ω , Θ)
- Analyse dans le meilleur des cas, le pire cas, le cas moyen
- Équations de récurrence

2. Structures de données avancées et complexité

- Arbres binaires (rappel), Arbres AVL, Arbres Rouge-Noir
- Tables de hachage

3. Algorithmique textuelle et complexité

- Recherche de motifs
- Algorithmes de compression

4. Paradigmes de conception

- Diviser pour régner
- Programmation dynamique
- Algorithmes gloutons
- Algorithmes probabilistes

5. Classes de problèmes

- Problèmes de décision et d'optimisation
- Déterminisme vs non-déterminisme
- NP-complétude et réduction de problèmes

6. Algorithmes avancés

- Algorithmes parallèles et distribués
- Algorithmes en ligne
- Algorithmes randomisés

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**

- **Évaluation continue (CC) (40%)** : contrôle continu, travail personnel..

Références bibliographiques

T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest & C. Stein (2022). Introduction to Algorithms. The MIT Press, 5th Edition.

P. Brass (2008). Advanced Data Structures. Cambridge University Press, City College of New York.

C. A. Shaffer (2010). A Practical Introduction to Data Structures and Algorithm Analysis. Department of Computer Science, Virginia Tech.

Sedgewick, R., & Wayne, K. (2011). Algorithms (4th ed.). Addison-Wesley.

Kozen, D. C. (1991). The Design and Analysis of Algorithms. Springer.

Motwani, R., & Raghavan, P. (1995). Randomized Algorithms. Cambridge University Press.

S. Arora & Barak B. (2006). Computational Complexity: A Modern Approach. Cambridge University Press.

Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière :
Informatique)

Intitulé de la matière : Bases de données avancées **Semestre :** 1
Type : UEF11 VHS : 63h VHH : 4h30 **Cours :** 1h30 **TD :** 1h30 **TP :** 1h30
 VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Cette matière, en l'accent sur les concepts et technologies essentiels pour la conception, la gestion et l'exploitation de systèmes de bases de données modernes, en abordant à la fois les aspects théoriques et pratiques, permet à l'étudiant d'actualiser et d'approfondir ses connaissances des bases de données.

Connaissances préalables recommandées

Concepts de bases sur les bases de données, Langage SQL, Algèbre relationnelle.

Contenu de la matière

Cours : 21h

1-Introduction aux bases de données

- Rappels sur les concepts fondamentaux: modèle relationnel, SGBD, langages de requêtes.
- Types de bases de données: relationnelles, NoSQL, objets, etc.
- Architecture d'un SGBD: client-serveur, architectures distribuées.
- Concepts de transaction, concurrence, et récupération de données.

2-Programmation SQL avancée

- SQL: rappels (jointures, sous-requêtes, fonctions d'agrégation, vues, les fonctions et procédures stockées),
- SQL avancé : Les Triggers, le traitement et gestion des erreurs,
- Langages de manipulation de données pour NoSQL: JSONiq, Cypher.

3-Le modèle Objet-Relationnel

- Présentation du modèle Objet
- Présentation du modèle Relationnel-Objet
- Concepts du modèle RO (types complexes, héritage...)
- Interrogation des BDD Relationnelles-Objet (SQL3)

4-Bases de données NoSQL

- Introduction aux bases de données NoSQL: types de bases de données (clés-valeurs, documents, graphes, colonnes).
- Modèles de données NoSQL: avantages et inconvénients.
- Études de cas: MongoDB, Cassandra, Neo4j.

5-Bases de données distribuées

- Architecture des systèmes distribués.
- Techniques de réplication et de partitionnement.
- Consistance des données dans un environnement distribué: ACID vs BASE.

6-Bases de données dans le cloud

- Modèles de service: IaaS, PaaS, SaaS.
- Cloud computing et bases de données.

- Considérations de sécurité dans le cloud.

7-Performance et sécurité des bases de données

- Optimisation des requêtes SQL.
- Indexation et stratégies d'accès.
- Sécurité: contrôle d'accès, chiffrement des données, audit.
- Gestion de la sécurité dans les bases de données distribuées.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%)** : contrôles continus, travail personnel.

Références bibliographiques

- R. Elmasri & S. Navathe (2016). Fundamentals of Database Systems, 7th Edition, Pearson.
- **R. Elmesri, B. Navate (2016). Fundamentals of Database Systems. 7th edition, Pearson Editions**
- T. Connolly & C.Begg (2014). Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management, 6th Edition, Pearson.
- Christian Soutou (2013). SQL pour Oracle. Editions Eyrolles.*
- Silberschatz, H. Korth & S. Sudarshan (2019). Database System Concepts, 7th Edition, McGraw- Hill.
- Mohamed Fadhel SAAD (2016). PL/SQL sous Oracle 12c. Guide du développeur.*
- R.G.G. Cattell (1994). Object Data Management. Addison-Wesley.
- P. Selmer (2012). NOSQL stores and Data analytics tools. Advances in Data Management.

Programme détaillé des enseignements du semestre 1 (S1)

Master académique

Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Statistiques et probabilités avancées **Semestre :** 1

Type : UEF12 **VHS :** 42h **VHH :** 3h **Cours :** 1h30 **TD :** 1h30 **TP :**

VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 4

Objectifs de l'enseignement

- Comprendre les fondements probabilistes pour l'analyse de données.
- Maîtriser les outils de modélisation statistique.
- Savoir appliquer des tests d'hypothèses, construire des intervalles de confiance.
- Être capable de modéliser l'incertitude et d'interpréter les résultats statistiques.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 – Fondements des probabilités

1. Espaces probabilisés
2. Variables aléatoires discrètes
3. Variables aléatoires continues
4. Vecteurs aléatoires et indépendance

Chapitre 2 – Convergence et théorèmes limites

1. Fonctions caractéristiques
2. Loi des grands nombres
3. Théorème central limite

Chapitre 3– Statistique inférentielle

1. Estimateurs et propriétés
2. Intervalles de confiance
3. Tests d'hypothèses statistiques

Chapitre 4 – Simulation et applications

1. Simulation de variables aléatoires
2. Méthodes de rééchantillonnage (bootstrap)
3. Méthode de Monte Carlo

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

1. Lecoutre B., Tassi Ph. (1987) Statistique non paramétrique et robustesse Paris : Economica.
2. Tassi Ph. (1989) Méthodes statistiques Paris: Economica –
3. Tassi Ph., Legait S. (1990) Théorie des probabilités en vue des applications statistiques Paris : Ed. Technip

4. Saporta, G., Probabilités, Analyse des données et Statistique, Technip, 2ème édition, 26
5. Jean-Pierre Lecoutre, Statistique et probabilités, Editions Dunod, 2012.
6. Yadolah Dodge, Valentin Rousson, Analyse de régression appliquée, Editions Dunod, 24.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Machine Learning **Semestre :** 1 **Type :** UEF12
VHS : 63h **VHH :** 4h30 **Cours :** 3h **TD :** **TP :**
1h30

VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 4

Objectifs de l'enseignement

Ce module initie aux bases du Machine Learning : types d'apprentissage, prétraitement des données, extraction de motifs, classification supervisée, validation croisée et optimisation de modèles. Les réseaux de neurones profonds sont abordés dans le module « Deep Learning »

Connaissances préalables recommandées

Mathématiques : Algèbre linéaire, probabilités, statistiques, etc.

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 : Introduction et fondamentaux

- Aperçu du Machine Learning
- Types de ML et cycle de vie d'un projet

Chapitre 2 : Prétraitement des données

- Gestion des valeurs manquantes et outliers
- Normalisation, discrétisation, encodage
- Problème des jeux de données déséquilibrés (Imbalanced Datasets)

Chapitre 3 : Régression

- Régression linéaire (simple et multiple)
- Regularisation (Ridge, Lasso)
- Métriques pour la régression (MAE, RMSE, R^2)

Chapitre 4 : Classification

- Perceptron simple
- Arbres de décision et forêts
- k-plus proches voisins
- Naïve Bayes
- SVM (séparateurs linéaires)

Chapitre 5 : Clustering

- Mesures de similarité
- k-means, CAH
- DBSCAN
- Métriques pour le clustering (silhouette, Davies-Bouldin)

Chapitre 6 : Évaluation et validation des modèles

- **Cross-validation** (K-fold, leave-one-out)
- Overfitting vs underfitting (courbes d'apprentissage)
- Optimisation d'hyperparamètres
- Interprétation des résultats (accuracy, precision, recall, F1)

Chapitre 7: Motifs fréquents et règles d'association

- Concepts de base
- Méthodes pour la recherche des motifs fréquents
- Passage aux règles d'association
- Motifs fréquents séquentiels

Chapitre 8: Ingénierie des caractéristiques et détection d'anomalies

- Création et sélection de features
- Réduction de dimension (PCA)
- Méthodes de détection (Isolation Forest, LOF)

Chapitre 9 : Études de cas et AutoML

- Projet 1 : segmentation clientèle avancée
- Projet 2 : détection de fraude
- Introduction à **AutoML** (TPOT, Auto-sklearn)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

1. Murphy, K.M., "Machine Learning", MIT Press, 2012.
2. Mohri, M., Rostamizadeh, A., and Talwalkar, A., "Foundations of Machine Learning", MIT Press, 2012.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., and Courville, A., "Deep Learning", MIT Press, 2016.
4. Borwein, J. M., and Lewis, A. S., "Convex Analysis and Nonlinear Optimization: Theory and Examples", Springer, 2006
5. Carl Shan, William Chen, Henry Wang et Max Song, The Data Science Handbook: Advice and Insights from 25 Amazing Data Scientists, 2015.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Programmation pour la science des données **Semestre :** 1

Type : UEM1

VHS : 42h

VHH : 3h

Cours : 1h30

TD : **TP :** 1h30

VHS travail personnel : 21h

Coefficient : 2

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

À l'issue de ce module, l'étudiant sera capable de :

- Maîtriser les bases du langage Python et les bonnes pratiques de programmation.
- Manipuler efficacement des structures de données pour l'analyse.
- Utiliser des bibliothèques fondamentales comme **NumPy**, **Pandas**, **Matplotlib**, **Seaborn** pour explorer et visualiser les données.
- Effectuer des opérations de traitement, transformation, et préparation des données.
- Charger, exporter et nettoyer des jeux de données provenant de sources diverses (CSV, JSON, Excel, SQL).
- Préparer les données en vue d'analyses statistiques ou d'algorithmes de machine learning

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

I. Concepts fondamentaux de python

- Syntaxe et opérations de base
- Structure de données primitives (integer, float, ..., etc.)
- Structure de données non primitives (set, dictionnaire, tuple, ..., etc.)
- Les fonctions et programmation fonctionnelle avec map, reduce, filter et fonction anonyme
- Les fichiers, les erreurs et les exceptions

II. Manipulation des données avec Pandas

- Introduction aux dataframes, Series, Index Objects
- Fonctionnalités essentielles : ré-indexation, suppression des entrées, sélection, filtrage, tri, agrégation
- Analyse descriptive : présentation et calcul des statistiques (corrélation, variance), l'appartenance, valeurs uniques
- Transformation des données en utilisant les fonctions

III. Arrays et calcul vectoriel

- Les bases de NumPy : création d'un vecteur, création d'un objet vecteur multidimensionnel, type de données pour ndarrays, transposition, tri, indexation
- Arithmétique avec NumPy arrays
- Exprimer la logique conditionnelle comme opération vectorielle

IV. Chargement des données, stockage, et les formats des fichiers

- Lire les données à partir des différents formats de fichiers (txt, csv, excel, json,)
- Écrire les données sur des différents formats de fichiers (csv, excel, json, ...)
- Interaction avec les bases de données.

V. Visualisation et outils d'affichage

- Introduction à matplotlib : Figure et subplot, légende, labels
- Affichage avec les dataframes et seaborn (histogramme, bar et line plot, ..., etc.)

VI. Manipulation des données textuelles

- Méthodes d'objet String
- Expression régulière
- Fonction de string vectorisée dans pandas
- Représentation vectorielle des textes

VII. Programmation orientée objet Les classes et les objets

- Héritage et polymorphisme

VIII. Packages et modules

- Package hiérarchique de modules, l'import des submodules en utilisant des nom
- relative, chargement des modules, diviser un module en plusieurs fichiers
- Organisation du code et installation des packages

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

- Python Cookbook, Third Edition 3rd, Brian K. Jones, David M. Beazley, O'Reilly, 2011
Fluent
- Python, Second Edition, Luciano Ramalho, O'Reilly, 2015
- Python by Example: Learning to Program in 150 Challenges, Nicola Lacey, Cambridge University, 2019
- Python for Data Analysis , Third Edition, Wes McKinney, O'Reilly, 2022
- Pandas for Everyone: Python Data Analysis, Second Edition, Daniel Y. Chen, Addison- Wesley Professional, 2017

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Analyse de données Semestre : 1
Type : UEM1 VHS : 42h VHH : 3h
Cours : 1h30 TD : 1h30 TP :
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 2 Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

Explorer, décrire et interpréter des données dans leur aspect multidimensionnel.

Connaissances préalables recommandées

Connaissances de base en statistique descriptive et des notions de calcul matriciel

Contenu de la matière Cours : 21h

CHAPITRE 1– Introduction à l'analyse de données

1. Définition et objectifs de l'analyse exploratoire
2. Typologie des données : qualitatives, quantitatives, ordinales
3. Étapes d'un projet d'analyse de données
4. Préparation des données : nettoyage, codage, traitement des valeurs manquantes

CHAPITRE 2 – Analyse des relations entre variables

1. Analyse de corrélation (Pearson, Spearman)
2. Test de dépendance entre variables qualitatives (χ^2)
3. Analyse de variance (ANOVA)
4. Régression linéaire simple et multiple : interprétation, qualité d'ajustement

CHAPITRE 3 – Analyse factorielle

1. **ACP** – Analyse en Composantes Principales (pour données quantitatives)
2. **AFC** – Analyse Factorielle des Correspondances (tableaux de contingence)
3. **ACM** – Analyse des Correspondances Multiples (variables qualitatives multiples)
4. **AFM** – Analyse Factorielle Mixte (variables qualitatives et quantitatives mélangées)

CHAPITRE 4 – Classification des données

1. Classification ascendante hiérarchique (CAH)
2. Méthodes de partition : k-means, k-medoids
3. Choix du nombre de classes (critères de Calinski-Harabasz, silhouette, etc.)
4. Interprétation des groupes et visualisation des classes

CHAPITRE 5 – Visualisation des données

5. Graphiques univariés : histogrammes, boxplots, diagrammes circulaires
6. Graphiques bivariés : nuages de points, matrices de corrélation
7. Visualisation multidimensionnelle : cartes factorielles, projection des individus

8. Visualisation interactive avec Python (Matplotlib, Seaborn, Plotly) ou R (ggplot2, FactoMineR)

CHAPITRE 6 – Séries Chronologiques

1. Modélisation déterministes
2. Analyse de la tendance
3. Les moyennes mobiles
4. Décomposition d'une série chronologique
5. Prédiction par lissage exponentiel

CHAPITRE 7– Études de cas et applications

1. Application sur jeux de données réels (marketing, santé, éducation, etc.)
2. Analyse exploratoire complète guidée
3. Sélection des méthodes selon la nature des données
4. Interprétation critique des résultats statistiques
5. Mini-projet en binôme ou par groupe

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

- [1] Saporta G. Probabilités, analyse des données et statistique. 3 ème édition, Technip, 2011.
- [2] Tenenhaus M. : Statistique. Méthodes pour décrire, expliquer et prévoir, Dunod, 2010.
- [3] Lebart L., Morineau A., Piron M. : Statistique exploratoire multidimensionnelle, Dunod, 4ème édition, 2006.
- [4] Nakache J.-P., Confais J. : Approche pragmatique de la classification. Technip 2005
- [5] Pierre Rigollet, Analysez efficacement vos données, livre Edition Eni, 2013.
- [6] Nathan Yau, Data visualisation, livre Edition Eyrolles, 2013

**Programme détaillé des enseignements du semestre
(S1) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière :
Informatique)**

Intitulé de la matière: Réseaux avancés	Semestre : 1	Type : UET1
VHS : 42h	VHH : 3h	Cours : 1h30
VHS travail personnel : 21h	Coefficient : 1	TD : 1h30
		Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement :

Cette matière vise à consolider et approfondir les connaissances des étudiants sur le fonctionnement des réseaux informatiques, en abordant des notions avancées telles que le routage dynamique, les protocoles de transmission, les protocoles applicatifs ainsi que la configuration IPv6. L'objectif est de préparer les étudiants à analyser, concevoir et gérer des infrastructures réseau plus complexes dans des contextes professionnels ou de recherche.

Connaissances préalables recommandées : Réseaux informatiques (licence)

- 1- Rappels sur les réseaux
- Modèles OSI et TCP/IP

Contenu de la matière Cours : 21h

- Adressage MAC/IP (Protocole ARP)
 - Adressage dans les sous-réseaux (FLSM, VLSM, CIDR ..)
- 2- Protocoles de routage
- Routage statique
 - Routage dynamique (RIP, OSPF, BGP)
 - Vecteurs de distance
 - Etat des liens
- 3- Réseaux locaux et réseaux étendus
- Réseaux locaux Virtuels (Vlan), Protocoles VTP, DTP
 - Routage inter-Vlan
 - Redondances dans les LANs (STP, EtherChannel, Protocole HSRP)
 - Protocole PPP
 - VPN (Protocole GRE)
- 4- Protocoles de transmission
- Les protocoles TCP/UDP
 - Gestion des états de la connexion TCP
 - Contrôle de flux
 - Contrôle de congestion
 - Contrôle d'erreur
- 5- Protocoles applicatifs
- Protocoles web (HTTP et HTTPS)
 - Protocoles de messagerie électronique (SMTP, POP et IMAP)
 - Services de partage de fichiers (FTP et SMB)
 - DHCP
 - DNS
 - Telnet et SSH
- 6- Protocole IPv6

- Adressage
- Transition IPv4/IPv6
- Services IPv6...

7- Gestion des réseaux

- LLDP, CDP, NTP
- SNMP
- Qualité de Service (QoS)
- Automatisation de gestion de la configuration (Ansible...)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références

- . Tanenbaum, A., Feamster, N., & Witherall, D. (2021). Computer networks (6th ed.). Pearson Publisher.
- . White, R., & Banks, E. (2017). Computer networking problems and solutions: An innovative approach to building resilient, modern networks. Addison-Wesley Professional.
- . Englander, I., & Wong, W. (2021). The architecture of computer hardware, systems software, and networking: An information technology approach. John Wiley & Sons.
- . Bonaventure, O. (2021). Computer networking: Principles, protocols and practice.
- . Dordal, P. L. (2022). An introduction to computer networks. Department of Computer Science, Loyola University Chicago.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 1
(S1) Master académique**

Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Une matière au choix Semestre : 1 Type : UED1

VHS : 21h

VHH : 1h30

Cours : 1h30

TD :

TP :

VHS travail personnel :

Coefficient : 1

Crédit : 1

Objectifs de l'enseignement : Cette matière permet aux étudiants d'acquérir une vision plus large de leur domaine d'études et favorise une meilleure compréhension des enjeux sociaux, économiques et éthiques liés à l'informatique, ainsi qu'une capacité à communiquer efficacement et à s'adapter à des situations diverses qui peuvent se présenter. En d'autres termes, cette matière permet :

- Une ouverture à d'autres disciplines en relation avec le quotidien, afin de comprendre l'importance de la collaboration dans un environnement pluridisciplinaire.
- L'élargissement des horizons, ce qui favorise la compréhension de la pensée humaine dans le temps et l'espace.
- Développement de compétences transversales : communication, vision holistique, analyse et synthèse, capacité d'adaptation, etc.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Introduction à la discipline concernée (matière choisie).
2. Présentation des concepts fondamentaux.
3. Applications croisées avec l'informatique
4. Études de cas.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques : L'enseignant propose des références selon la matière choisie.

Semestre 2

Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Big data Analytics Semestre : 2 Type : UEF21
VHS : 42h VHH : 3h Cours : 1h30 TD : TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h Coefficient : 3 Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

Ce cours a pour but d'initier les étudiants à la résolution de problèmes en linguistique informatique. Connaissances sur les différents types d'analyses de données massives (Big Data Analytics) 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 : Algèbre linéaire

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 – Fondamentaux du Big Data

- Définitions et "les 5V" (Volume, Variété, Vélocité, Véracité, Valeur)
- Enjeux métiers et cas d'usage
- Cycle de vie de la donnée (collecte → stockage → analyse → visualisation)

Chapitre 2 – Architectures et écosystèmes

- Stockage distribué (HDFS, S3, Data Lake, Lakehouse)
- Bases NoSQL (clé-valeur, colonnes, document, graph)
- Introduction à Hadoop vs Spark vs Flink

Chapitre 3 – Ingestion et pipelines de données

- ETL / ELT (Sqoop, NiFi)
- Streaming (Kafka, Flume, Kinesis)
- Architectures Lambda vs Kappa

Chapitre 4 – Traitement des données massives

- Paradigme MapReduce
- Spark Core (RDD, DataFrame, Dataset) et Spark Streaming
- Optimisations (partitionnement, persistance, broadcast)

Chapitre 5 – Analytique et Machine Learning à grande échelle

- MLlib / Spark ML
- Pipelines ML distribués
- Cas pratiques : clustering (K-means), régression, recommandation

Chapitre 6 – Visualisation et tables de bord

- Outils open-source (Kibana, Grafana)
- Solutions commerciales (Tableau, Power BI)
- Storytelling data et dashboards temps réel

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

- Kleppmann, Martin. Designing data-intensive applications: The big ideas behind reliable, - scalable, and maintainable systems. " O'Reilly Media, Inc.", 2017.
- Davenport, Thomas H., Paul Barth, and Randy Bean. How 'big data' is different. MIT Sloan Management Review, 2012.
- Marz, Nathan, and James Warren. Big Data: Principles and best practices of scalable realtime data systems. New York; Manning Publications Co., 2015.
- 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.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Architecture et administration des bases de données
Semestre : 2

Type : UEF21

VHS : 42h

VHH : 3h

Cours : 1h30

TD :

TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h

Coefficient : 3

Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

Comprendre l'architecture d'un SGBD et la façon dont il gère une base de données.
Acquérir des compétences et un savoir-faire d'un administrateur de Base de Données.

Connaissances préalables recommandées

Les premières notions sur les bases de données : conception, création, et utilisation d'une base de données.

Contenu de la matière

Cours : 21h

CHAPITRE 1– Architecture des SGBD

1. Architecture logicielle : couches, composants
2. Processus internes d'un SGBD
3. Modèle client-serveur et multi-utilisateur
4. Architecture centralisée vs distribuée

CHAPITRE 2 – Installation et configuration

1. Choix du SGBD (Oracle, PostgreSQL, MySQL...)
2. Installation et paramétrage de l'environnement
3. Création et initialisation de bases de données
4. Gestion des fichiers de données et de contrôle

CHAPITRE 3 – Gestion du stockage

1. Structures physiques et logiques
2. Tablespaces, fichiers de données, segments
3. Indexation et gestion des performances

CHAPITRE 4 – Sécurité et contrôle d'accès

1. Comptes utilisateurs, rôles, privilèges
2. Authentification, journalisation, audit
3. Sécurité des connexions et chiffrement

CHAPITRE 5 – Concurrency et transactions

1. Transactions ACID
2. Verrouillage (lock), isolation, anomalies
3. Contrôle de concurrence optimiste et pessimiste

CHAPITRE 6 – Sauvegarde et restauration

1. Sauvegarde logique vs physique
2. Sauvegarde complète, incrémentale, différentielle
3. Restauration en cas de panne partielle ou totale

CHAPITRE 7 – Optimisation et tuning

1. Plan d'exécution et analyse de requêtes
2. Optimisation des index et jointures
3. Statistiques, analyse de performances

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

1. **Elmasri, R., & Navathe, S. B.** (2017). *Fundamentals of Database Systems* (7th ed.). Pearson.
2. **Silberschatz, A., Korth, H. F., & Sudarshan, S.** (2020). *Database System Concepts* (7th ed.). McGraw-Hill.
3. **Garcia-Molina, H., Ullman, J. D., & Widom, J.** (2008). *Database Systems: The Complete Book* (2nd ed.). Pearson.
4. **Connolly, T., & Begg, C.** (2015). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management* (6th ed.). Pearson.
5. **Desai, B. C.** (2012). *An Introduction to Database Systems*. Galgotia Publications.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Entrepôts et préparation de données **Semestre : 2 Type :**
UEF22 VHS : 42h **VHH :** 3h **Cours :** 1h30 **TD :** **TP :** 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Les entrepôts de données sont actuellement la meilleure réponse à l'intégration, au stockage et à la restitution personnalisée d'une importante quantité d'information provenant de sources diverses et qui forment la partie statique (enregistrement) des systèmes d'information décisionnels.

L'objectif de ce cours est de donner des bases nécessaires à la conception, la modélisation, la mise en place, la maintenance des entrepôts de données d'un système d'information pour l'aide à la décision. Par ailleurs, ce cours permet l'apprentissage des techniques de préparation et d'intégration de données afin d'alimenter un entrepôt de données à partir d'un ensemble de sources de données hétérogènes.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Initiation aux entrepôts de données

- Des systèmes d'information aux systèmes d'information décisionnels
- Motivations
- Définition d'un entrepôt de données
- Propriétés d'un entrepôt de données
- Objectifs et fonctions d'un entrepôt de données

2. Architecture d'un entrepôt de données

- Architecture d'un entrepôt de données
- Dualité Entrepôt / Magasins
- Les métadonnées et la qualité de données
- Le flux de données dans un entrepôt
- OLAP et OLTP : définition, propriétés, fonctionnement et comparaison

3. Extraction et Intégration de Données

- L'intégration des schémas des sources
- L'intégration virtualisée (la médiation : les approches GAV et LAV)
- L'intégration matérialisée (l'entrepôt de données)
- Le processus ETL
- L'extraction de données
- Le nettoyage de données
- Le chargement de données

4. Modélisation de l'entrepôt

- Le modèle multidimensionnel
- Approche générale de modélisation
- Table des faits
- Tables des dimensions
- Les schémas d'un modèle multidimensionnel
- Le schéma en étoile,
- Le schéma en flocon,
- Le schéma en constellation
- Etude de cas

5. Optimisation des placements physiques des données

- Opérateurs dédiés
- Optimisation des opérateurs de jointures, d'agrégats
- Matérialisations des vues
- Choix des supports de stockage

6. Interrogation des entrepôts de données

- Les systèmes de gestion des entrepôts de données (SGBD pour le décisionnel, etc.)
- Requêtes multidimensionnelles (SQL complexes, etc.)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

Ralph Kimball, *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*, Wiley, 2013.

Paulraj Ponniah, *Data Warehousing: Fundamentals for IT Professionals*, Wiley, 2010.

William H. Inmon, *Building the Data Warehouse*, Wiley, 2005.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

VHS : 63h	Intitulé de la matière : Deep learning	Semestre : 2 Type : UEF22
	VHH : 4h30	TD : 1h30 TP : 1h30
	Cours : 1h30	
	VHS travail personnel : 42h	Coefficient : 3
		Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

Ce module permet d'acquérir des connaissances sur l'apprentissage automatique qui est un pilier très

important en intelligence artificielle et comme cas particulier les réseaux de neurones.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

CHAPITRE 1 – Introduction au Deep Learning

1. Définition, origine et liens avec le machine learning
2. Réseaux de neurones : principe général
3. Importance des données massives et du calcul parallèle (GPU, TPUs)
4. Cas d'usage (vision, NLP, audio, séries temporelles)

CHAPITRE 2 – Réseaux de neurones artificiels (ANN)

1. Neurone formel, fonctions d'activation (ReLU, sigmoid, tanh)
2. Propagation avant et rétropropagation
3. Fonction de coût et descente de gradient (SGD, Adam)
4. Overfitting et techniques de régularisation : dropout, early stopping, L2

CHAPITRE 3– Outils et frameworks pratiques

1. Introduction à TensorFlow et Keras
2. Manipulation de données avec NumPy et Pandas
3. Création, entraînement et évaluation d'un modèle ANN simple
4. Sauvegarde, chargement et visualisation des modèles

CHAPITRE 4 – Réseaux convolutifs (CNN)

1. Architecture d'un CNN : couches conv, pooling, fully connected
2. Réduction de dimension, détection de motifs locaux
3. Application à la classification d'images (MNIST, CIFAR-10)
4. Techniques : data augmentation, batch normalization

CHAPITRE 5 – Réseaux récurrents (RNN) et séquentiels

1. RNN simples et limitations (vanishing gradient)
2. LSTM et GRU
3. Application aux séries temporelles et au traitement du langage naturel (NLP)
4. Séquences à séquences (seq2seq) et modèles attentionnels

CHAPITRE 6 – Modèles avancés et tendances récentes

1. Auto-encoders : réduction de dimension, débruitage
2. GAN (Generative Adversarial Networks) : principe, applications
3. Introduction aux Transformers : architecture et intérêt (vision, NLP)
4. Aperçu de modèles pré-entraînés (BERT, GPT, ResNet)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

- 1-« Réseaux de neurones, Méthodologies et applications », Gérard Dreyfus, Manuel Samuelides, Jean-Marc Martinez, Mirta B. Gordon, Fouad Badran, Sylvie Thiria, Laurent Hérault, 2e édition Eyrolles (29 avril 2004)
- 2- Golovko, V. A. (2017). Deep learning: an overview and main paradigms. Optical memory and neural networks, 26, 1-17.
- 3- L'apprentissage machine - David Rousseau, <https://www.youtube.com/watch?v=utaKQ-obVR8>

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Virtualisation et Cloud Computing **Semestre :** 2

Type : UEM2 VHS : 63h VHH : 4h30

Cours : 1h30

TD :

TP : 3h

VHS travail personnel : 42h

Coefficient : 2

Crédit : 4

Objectifs de l'enseignement

Le module **virtualisation & Cloud computing** a pour objectif d'aider les étudiants à comprendre les concepts de base du Cloud computing et de la virtualisation, ainsi que les technologies et les outils associés. Les étudiants seront en mesure de déployer et de gérer des applications sur le Cloud, de comprendre les différents modèles de déploiement et de service, ainsi que de surveiller les performances et de garantir la sécurité et la conformité des données. À la fin du module, les étudiants auront une compréhension approfondie du Cloud computing et de la virtualisation,

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Introduction au Cloud computing et à la virtualisation
2. Les concepts de base du Cloud computing et de la virtualisation
3. Les différents types de Clouds (public, privé, hybride) et les modèles de service (IaaS, PaaS, SaaS)
4. Les protocoles de virtualisation (hyperviseurs, conteneurs)
5. Les technologies de virtualisation
 - Les technologies de conteneurisation (Docker, Kubernetes)
 - Les hyperviseurs (VMware, Hyper-V)
6. Les outils de gestion de Clouds
 - Les outils de gestion de Clouds (OpenStack, CloudStack)
 - Les outils de surveillance de Clouds (Nagios, Zabbix)
 - Les outils de gestion de configuration (Ansible, Chef)
7. Le déploiement d'applications sur le Cloud
 - Le déploiement d'applications sur le Cloud public (AWS, Azure, GCP)
 - Le déploiement d'applications sur le Cloud privé (OpenStack, VMware)
 - Les architectures de référence pour les applications Cloud
 - La gestion des machines virtuelles (VMs) et des conteneurs
8. La sécurité et la conformité dans le Cloud
 - Les défis de sécurité dans le Cloud
 - Les meilleures pratiques de sécurité pour les ressources Cloud
 - Les réglementations et les normes de conformité pour les données dans le Cloud
9. Les tendances et les évolutions du Cloud computing et de la virtualisation
 - Les tendances actuelles du marché et les nouvelles technologies
 - Les perspectives d'avenir pour le Cloud computing et la virtualisation

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière :
Informatique)**

Intitulé de la matière : Gestion de projets informatiques

Semestre : 2 Type : UET2 VHS : 42h

VHH : 3h

Cours : 1h30

TD :

TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h

Coefficient : 1

Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement: cette matière permet à l'étudiant :

- De comprendre les principes et les méthodes de gestion de projets informatiques.
- D'exécuter les différentes phases d'un projet informatique, de la conception à la clôture.
- D'acquérir les compétences en planification, organisation, suivi et contrôle de projets.
- D'identifier et gérer les risques liés aux projets informatiques.
- D'utiliser des outils et des techniques de gestion de projets informatiques.
- De travailler en équipe dans un contexte de gestion de projet.

Connaissances préalables recommandées : génie logiciel, systèmes d'information.

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Gestion de projets informatiques : rappels

- Définition et enjeux de la gestion de projets informatiques.
- Processus de production d'un projet informatique : processus de réalisation, processus de gestion, processus qualité.
- Les différents types de projets informatiques (développement logiciel, infrastructure)
- Les acteurs impliqués dans un projet informatique.
- Les relations entre gestion de projet et systèmes d'information.
- Méthodologies traditionnelles (cycle en V).
- Méthodologies agiles (Scrum, Kanban).

2. Planification et estimation

- Définition du périmètre et des objectifs du projet.
- Découpage du projet en tâches (WBS).
- Établissement du planning (diagramme de Gantt, PERT).
- Estimation des ressources (temps, budget, personnel, coûts, COCOMO).
- Utilisation d'outils de planification (Microsoft Project, Asana, etc.).

3. Gestion des risques et suivi

- Identification et analyse des risques (matrice SWOT, diagramme d'Ishikawa)
- Évaluation de la probabilité et de l'impact des risques
- Suivi de l'avancement du projet
- Gestion des changements
- Communication et reporting
- Tableaux de bord et de métriques clés de performance (KPI)

4. Gestion des ressources

- Identification des ressources nécessaires
- Allocation des ressources aux différentes tâches
- Gestion des conflits et des priorités

5. Gestion de la qualité

- Définition des critères de qualité.
 - Mise en place de procédures de contrôle qualité
 - Réalisation de tests de vérification et de validation.
6. Clôture du projet
- Documentation de la clôture du projet.
 - Transfert des connaissances et des compétences.
 - Évaluation de la satisfaction des parties prenantes.
 - Bilan du projet et identification des leçons apprises.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** contrôles continus, travail personnel..

Références bibliographiques

- Project Management Institute (PMI) 52021). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). <https://www.pmi.org/>
- Andrew Stellman, Jennifer Greene (2005). Applied Software Project Management . Series: Theory In Practice.
- Kerzner, Harold (2017). Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. Wiley. <https://www.wiley.com/>
- S. Berkun (2008). Making Things Happen: Mastering Project Management (Theory I Practice). O'Reilly.
- R. S. Pressman, B. R. Maxim (2014). Software Engineering: a Practitioner's Approach. McGraww Hill.
- McConnell, Steve (2006). Software Estimation: Demystifying the Black Art. Microsoft Press. <https://www.microsoftpressstore.com/>
- C. Aubry (2022). Scrum un outil convivial pour une agilité radicale. Editions Dunod.
- Stephen H.Kan (2010). Metrics and Models in Software Quality Engineering (2nd Edition), Addison- Wesley Professional.
- Linda Westfall (2009). The Certified Software Quality Engineer Handbook. Quality Press.
- Murali Chemuturi (2010). Mastering Software Quality Assurance: Best Practices, Tools and Techniques for Software Developers. J. Ross Publishing.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 2
(S2) Master académique**

Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Une matière au choix

Semestre : 2

Type : UED2 VHS : 21h

VHH : 1h30

Cours : 1h30

TD :

TP :

VHS travail personnel :

Coefficient : 1

Crédit : 1

Objectifs de l'enseignement : Cette matière permet aux étudiants d'acquérir une vision plus large de leur domaine d'études et favorise une meilleure compréhension des enjeux sociaux, économiques et éthiques liés à l'informatique, ainsi qu'une capacité à communiquer efficacement et à s'adapter à des situations diverses qui peuvent se présenter. En d'autres termes, cette matière permet :

- Une ouverture à d'autres disciplines en relation avec le quotidien, afin de comprendre l'importance de la collaboration dans un environnement pluridisciplinaire.
- L'élargissement des horizons, ce qui favorise la compréhension de la pensée humaine dans le temps et l'espace.
- Développement de compétences transversales : communication, vision holistique, analyse et synthèse, capacité d'adaptation, etc.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Introduction à la discipline concernée (matière choisie).
2. Présentation des concepts fondamentaux.
3. Applications croisées avec l'informatique
4. Études de cas.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques : L'enseignant propose des références selon la matière choisie.

Semestre 3

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Sécurité des données Semestre : 3 Type : UEF31
VHS : 63h VHH : 4h30 Cours : 1h30 TD : 1h30 TP : 1h30
VHS travail personnel : 42h Coefficient : 3 Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

Ce cours vise à introduire les principaux concepts de la sécurité des données, mettant en avant les piliers fondamentaux que sont la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des données.

L'étudiant sera initié aux techniques clés d'identification et d'authentification, avant d'étudier différentes politiques de contrôle d'accès. Les concepts cryptographiques seront mis en avant, offrant aux étudiants un aperçu complet des principaux algorithmes utilisés dans le chiffrement, l'authentification et les signatures électroniques. Le cours abordera les différentes facettes de la cryptographie, de son histoire à ses applications modernes, en passant par des aspects avancés tels que les algorithmes de chiffrement symétrique (comme DES, 3DES, AES), la cryptographie asymétrique (notamment RSA), et les techniques de signature électronique. L'objectif est de fournir aux étudiants une compréhension approfondie des outils et des mécanismes essentiels utilisés pour assurer la sécurité des données dans divers contextes.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Cours : 21h

Chapitre 1 : Introduction

1. Principes fondamentaux de la sécurité des données CIA : (Confidentiality, Integrity, Availability)
2. Disponibilité
3. Sécurité vs vie privée (Privacy)
4. Risques associés à la manipulation et à l'analyse des données
5. Identification et Authentification : Techniques (2FA, MFA, certificat...)

Chapitre 3 : Contrôle d'accès

1. Définition et objectifs
2. Politiques de contrôles d'accès (ACLs, DAC, MAC, RBAC, ABAC...)

Chapitre 4 : Cryptographie

1. Historique
2. Cryptographie classique : mono et poly-alphabétique
3. Cryptographie moderne :
 - a. Cryptographie à clé secrète
 - Chiffrement par flot, chiffrement par blocs
 - Transposition/substitution, schémas de Feistel
 - DES, 3DES, AES
 - b. Cryptographie à clé publique : RSA
4. Cryptanalyse
 - a. Attaques à force brute, attaques par rejeu
 - b. Attaques à chiffré seul, attaques à clair choisi, attaques à clair et chiffré choisis
 - c. Attaques interactives et non interactives
 - d. Attaque par analyse de fréquence (Al Kindi)
5. Fonctions à sens unique, fonctions de hachage

- a. Algorithmes d'échange de clés
 - b. Algorithmes zero-knowledge
 - c. Chiffrement : quantique, courbes elliptiques
- Chapitre 5 : Sécurité des Données en Transit et au Repos :

1. Chiffrement des données en transit (HTTPS, SSH)
2. Chiffrement des données au repos (disques durs, bases de données)
3. Techniques de masquage et d'anonymisation des données
4. Sécurisation des environnements de cloud computing

Chapitre 6 : Sécurité des Bases de Données :

1. Sécurisation des bases de données relationnelles (SQL Injection, chiffrement)
2. Sécurité des bases de données NoSQL (MongoDB, Cassandra)
3. Surveillance et audit des bases de données
4. Gestion des privilèges et des accès aux bases de données

Chapitre 7 : Contrôle d'Accès et Authentification :

1. Modèles de contrôle d'accès (RBAC, ABAC, DAC, MAC)
2. Méthodes d'authentification (2FA, MFA, biométrie)
3. Gestion des identités et des accès (IAM)
4. SSO (Single Sign-On) et fédération des identités

Chapitre 8 : Sécurité des Systèmes et des Applications :

1. Sécurité des systèmes d'exploitation (Windows, Linux, MacOS)
2. Sécurité des applications web (OWASP Top 10, CSP, SameSite Cookies)
3. Sécurisation des API (OAuth, OpenIDConnect)
4. DevSecOps et intégration de la sécurité dans le cycle de vie du développement logiciel (SDLC)

Chapitre 9 : Sécurité des Réseaux :

1. Sécurité des couches réseau et transport (firewalls, IDS/IPS)
2. Sécurité des réseaux sans fil (WPA3, WEP, WPA2)
3. VPN et sécurisation des communications
4. Sécurité des protocoles (HTTP, HTTPS, DNSSEC)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** interrogations écrites, travail personnel, tests.

Références bibliographiques

1. W. Stallings. "Computer Security: Principles and Practice". Editions Prentice Hall. 2011
2. M. T. Goodrich, R. Tamassia. "Introduction to Computer Security". Editions Pearson, International Edition. 2010.
3. PIPER, Frederick Charles, ROBSHAW, Matt JB, et SCHWIDERSKI-GROSCHKE, Scarlet. Identities and authentication. ForesightDirectorate, 2004.
4. HU, Vincent C., FERRAILOLO, David, KUHN, D. Richard, et al. Assessment of access control systems. Gaithersburg, MD : US Department of Commerce, National Institute of Standards and Technology, 2006.

5. TouradjEbrahimi , Franck Leprévost , Bertrand Warusfel, Cryptographie et sécurité des systèmes et réseaux, Hermès - Lavoisier (2006)
6. W. Stallings. "Cryptography and Network Security: Principles and Practice". Editions Pearson, International Edition. 2010
7. G. Avoine, P. Junod, P. Oechslin. "Sécurité Informatique". Editions Vuibert. 2010

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Visualisation avancée de données **Semestre :** 3

Type : UEF31 VHS : 42h

VHH : 3h

Cours : 1h30 **TD :**

TP : 1h30

VHS travail personnel : 21h

Coefficient : 3

Crédit : 5

Objectifs de l'enseignement

Savoir représenter des données de manière efficace et esthétique

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière

Cours : 21h

CHAPITRE I – Fondements de la visualisation de données

1. Objectifs, principes et enjeux de la visualisation
2. Types de données et types de représentations associées
3. Perception visuelle et lisibilité des graphiques
4. Règles de conception (Tufte, Cairo, Few)

CHAPITRE II – Visualisation univariée et bivariable

1. Graphiques pour variables quantitatives : histogrammes, boxplots, densités
2. Graphiques pour variables qualitatives : barres, secteurs, diagrammes de Pareto
3. Nuages de points, courbes de tendance, matrice de corrélation
4. Utilisation de couleurs, tailles, formes pour enrichir l'analyse

CHAPITRE III – Visualisation multidimensionnelle

1. Coordonnées parallèles, matrices de scatter plots
2. t-SNE, UMAP pour visualisation de grandes dimensions
3. Visualisation de clusters, groupes et classes

CHAPITRE IV – Outils de visualisation avec Python

1. **Matplotlib** : personnalisation de figures, sous-graphiques
2. **Seaborn** : visualisation statistique enrichie
3. **Plotly** : visualisations interactives (zoom, survol, filtres)
4. **Altair / Bokeh** : visualisation déclarative et dynamique

CHAPITRE V – Tableaux de bord et visualisation interactive

1. Notion de dashboard : objectifs, structure, interactivité
2. Introduction à **Streamlit**, **Dash** (Python)
3. Liens avec la data exploration, filtrage et mise à jour dynamique
4. Cas pratique : création d'un tableau de bord simple

CHAPITRE VI – Visualisation géospatiale

1. Données géographiques et cartographiques
2. Cartes statiques et interactives : Folium, GeoPandas
3. Visualisation de données spatiales sur cartes choroplèthes
4. Étude de cas : données régionales, logistiques ou urbaines

CHAPITRE VII – Bonnes pratiques, design et storytelling

1. Choix du bon graphique selon le type de données
2. Erreurs fréquentes à éviter (axes tronqués, surcharge, etc.)
3. Visualisation pour convaincre : narration, mise en scène des données
4. Exemples réels de datastorytelling (journalisme, marketing, sciences)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** interrogations écrites, travail personnel, tests.

Références bibliographiques

1. Edward Tufte, *The Visual Display of Quantitative Information*, Graphics Press, 2001.
2. Alberto Cairo, *The Truthful Art: Data, Charts, and Maps for Communication*, New Riders, 2016.
3. Stephen Few, *Show Me the Numbers: Designing Tables and Graphs to Enlighten*, Analytics Press, 2012.
4. Colin Ware, *Information Visualization: Perception for Design*, Morgan Kaufmann, 2020.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Systèmes d'aide à la décision **Semestre :** 3
Type : UEF32 **VHS :** 63h **VHH :** 4h30
Cours : 1h30 **TD :** 1h30 **TP :** 1h30
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 4

Objectifs de l'enseignement

Maîtriser les architectures et techniques des systèmes d'aide à la décision.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

CHAPITRE I – Introduction

- Objectifs du cours
- Définition des systèmes d'aide à la décision
- Typologie des décisions : stratégique, tactique, opérationnelle
- Architecture générale d'un SAD (sources de données, modèles, interface)

CHAPITRE II – Données et prétraitement

- Nature et types de données utilisées dans la décision
- Prétraitement des données : nettoyage, normalisation, codage
- Introduction aux indices de dissimilarité (euclidienne, Manhattan, etc.)

CHAPITRE III – Critères de décision et méthodes discriminantes

- Critères de décision : utilité, gain, minimisation du risque
- **Critère de Fisher** : séparation optimale des classes
- **Fonctions discriminantes linéaires** : formulation et interprétation

CHAPITRE IV – Méthodes statistiques pour la décision

- Méthodes statistiques supervisées :
 - **Décision bayésienne**
 - Méthodes probabilistes et règles de classification
- Méthodes non supervisées :
 - Clustering (k-means, CAH)
 - Analyse exploratoire des structures latentes

CHAPITRE V – Méthodes avancées de classification

1. **Fonctions discriminantes linéaires généralisées**
2. **Machines à vecteurs supports (SVMs)** : marges, noyaux
3. **Réseaux neuronaux** : perceptron multicouche, rétropropagation
4. Comparaison entre méthodes classiques et modèles avancés

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** interrogations écrites, travail personnel, tests.

Références bibliographiques

NAKACHE J.P., CONFAIS J. (2000), Méthodes de classification, CISIA-CERESTA.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Modélisation et optimisation **Semestre :** 3
Type : UEF32
VHS : 63h **VHH :** 4h30 **Cours :** 1h30 **TD :** 1h30 **TP :** 1h30
VHS travail personnel : 21h **Coefficient :** 3 **Crédit :** 4

Objectifs de l'enseignement

Ce module a pour objectif d'introduire les concepts fondamentaux liés à la **modélisation de problèmes à contraintes** et à la **résolution de problèmes d'optimisation ou de décision**, avec un accent particulier sur l'**optimisation combinatoire**.

Il s'articule autour de deux axes principaux :

- Dans un premier temps, les étudiants apprendront à **modéliser des problèmes de satisfaction de contraintes (CSP – Constraint Satisfaction Problem)** et à les résoudre à l'aide d'**algorithmes classiques** (retour arrière, anticipation, heuristiques), ainsi que de **résolveurs dédiés** appliqués à des cas concrets. Une attention particulière sera portée au **lien entre les CSP et la programmation linéaire**, notamment la **programmation linéaire en nombres entiers (PLNE)**. Les deux approches de modélisation et de résolution seront comparées et mises en œuvre dans des situations pratiques via des solveurs d'optimisation.
- Dans un second temps, le module abordera des méthodes de **résolution pour les problèmes à grands espaces de recherche**, à travers des techniques de **recherche locale** telles que le **recuit simulé** et une introduction aux **algorithmes génétiques**. Enfin, les étudiants seront initiés à des méthodes plus générales de résolution de problèmes d'optimisation, notamment la **programmation dynamique** et l'algorithme de **branch and bound**, à travers des applications classiques (sac à dos, gestion de stock, ordonnancement).

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

CHAPITRE I – Modélisation des Problèmes de Satisfaction de Contraintes (CSP)

- Définition d'un problème de satisfaction de contraintes
- Modèle formel : variables, domaines, contraintes
- Exemples de CSP : sudoku, emploi du temps, affectation

CHAPITRE II – Typologie des CSP

- CSP classiques (binaires, non-binaires)
- CSP discrets vs continus
- CSP stricts vs souples (soft constraints)
- CSP dynamiques et incrémentaux

CHAPITRE III – Algorithmes de résolution des CSP

- Méthodes de **retour arrière (backtracking)**
- **Anticipation (forward checking)**
- Heuristiques : variable la plus contrainte, valeur la moins contraignante
- Comparaison des performances

CHAPITRE IV – Consistance et complexité

- Notion de **consistance d'arc (arc-consistency)**
- Réduction du domaine des variables
- Consistance de chemin et de k-consistance
- Analyse de la complexité des algorithmes de filtrage
- Adaptation aux problèmes structurés (arbres, grilles, réseaux)

CHAPITRE V – Programmation linéaire en nombres entiers et CSP

- Rappels sur la programmation linéaire entière
- Modélisation d'un CSP comme problème linéaire
- Exemples : affectation, colorations, problèmes logiques
- Intérêts et limites de cette approche

CHAPITRE VI – Recherche locale pour les CSP

- Motivation et contexte d'utilisation (grands espaces de recherche)
- Algorithmes : min-conflits, recuit simulé, tabou et algorithmes génétiques.
- Notion de voisinage, évaluation de l'état
- Applications à la planification et au placement

CHAPITRE VII – Programmation dynamique

- Principe de la programmation dynamique : sous-problèmes et réutilisation
- Modélisation récursive et tabulation
- **Applications :**
 - Problème du **sac à dos** (0-1 et fractionnaire)
 - **Gestion de stock** (approvisionnement optimal)
 - **Ordonnancement** de tâches (avec ou sans contraintes de précedence)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** interrogations écrites, travail personnel, tests.

Références bibliographiques

1. Rina Dechter, *Constraint Processing*, Morgan Kaufmann, 2003.
2. Christophe Lecoutre, *Constraint Networks: Techniques and Algorithms*, ISTE Ltd & Wiley, 2009.
3. Rossi, van Beek, Walsh, *Handbook of Constraint Programming*, Elsevier, 2006.
4. **H. Paul Williams**, *Model Building in Mathematical Programming*, Wiley, 2013.
5. **Winston & Venkataramanan**, *Operations Research: Applications and Algorithms*, Cengage Learning, 2021.

6. **Bazaraa, Jarvis & Sherali**, *Linear Programming and Network Flows*, Wiley, 2010.
7. **Richard E. Neapolitan & Kumarss Naimipour**, *Foundations of Algorithms Using C++ Pseudocode*, Jones & Bartlett, 2015 — chapitre sur la programmation dynamique.
8. **Frederic Glover & Manuel Laguna**, *Tabu Search*, Springer, 1997.

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Natural Language Processing **Semestre :** 3
Type : UEM31 **VHS :** 63h **VHH :** 4h30
Cours : 1h30 **TD :** 1h30 **TP :** 1h30
VHS travail personnel : 42h **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

Objectifs de l'enseignement

Natural Language Processing: NLP (ou Le Traitement Automatique du Langage Naturel (TALN)) vise l'élaboration d'outils et de méthodes capables d'appréhender leur sémantique afin d'en faciliter la prise de connaissance et plus généralement l'exploitation. Selon l'usage que l'on veut en faire, les niveaux d'interprétation peuvent être différents, allant de l'identification de termes pour extraire des mots-clés à des résumés, des traductions ou de la recherche d'informations précises en réponse à des questions. L'objectif de ce module est de présenter les problématiques posées pour le TALN et les principaux modèles pour analyser, synthétiser, exploiter et produire des documents.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

CHAPITRE I – Introduction au NLP

- Brève histoire et évolutions du domaine
- Défis majeurs du NLP : ambiguïté, implicite, variabilité linguistique
- Domaines d'application et enjeux actuels

CHAPITRE II – Niveaux de traitement linguistique

- Présentation des différents niveaux : du bas niveau au traitement sémantique
- Importance de la structuration modulaire des traitements

CHAPITRE III – Niveau lexical

- Objectifs du traitement lexical
- Accès lexical : dictionnaires, lemmatisation, lexèmes
- Introduction à la morphologie : flexion, dérivation, affixation

CHAPITRE IV – Niveau syntaxique

- Notions de syntaxe et de grammaires formelles
- Constituants syntaxiques et structures phrastiques
- Paraphrases et réductions syntaxiques
- Arbres syntaxiques et analyse ascendante/descendante
- Problèmes typiques du traitement syntaxique

CHAPITRE V – Niveau sémantique

- Représentations conceptuelles du sens
- Limites des représentations fonctionnelles (ex. : frames, logique du premier ordre)
- Interface syntaxe-sémantique : porteurs de sens, rôles thématiques

CHAPITRE VI – Niveau pragmatique

- Intention, contexte, actes de langage
- Interprétation contextuelle et gestion de l'implicite
- Cohérence et inférence pragmatique

CHAPITRE VII – Applications du NLP

- **Traitement documentaire** : indexation, résumé, classification
- **Production automatique de documents** : génération de texte, synthèse
- **Interfaces naturelles** : agents conversationnels, chatbots, questions-réponses

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%)**.
- **Évaluation continue (CC) (40%)** : interrogations écrites, travail personnel, tests.

Références bibliographiques

Speech and Language Processing: An Introduction to Natural Language Processing, Computational Linguistics and Speech Recognition 1st Edition by Daniel Jurafsky James H. Martin, 2000, ISBN- 10: 0130950696

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Calcul GPU		Semestre : 3		Type : UEM3
VHS : 42h	VHH : 3h	Cours : 1h30	TD :	TP : 1h30
VHS travail personnel : 21h		Coefficient : 2	Crédit : 4	

Objectifs de l'enseignement

Ce module permettrait aux étudiants de comprendre l'architecture des GPU et leur utilisation en IA, de maîtriser les outils et les techniques nécessaires pour programmer les GPU pour l'IA, d'explorer les applications de l'IA sur les GPU et de comprendre comment optimiser les performances de l'entraînement et de l'inférence.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière Cours : 21h

Chapitre 1 – Introduction au calcul GPU et à l'IA

- Rôle des GPU dans l'IA
- Architecture de base (SM, warp, mémoire)
- Comparaison CPU vs GPU

Chapitre 2 – Programmation et optimisation GPU

- Modèle de programmation CUDA / OpenCL
- Threads, blocs et grilles
- Techniques d'optimisation (coalescence, streams asynchrones)
- Profiling et debugging (nvprof, Nsight)

Chapitre 3 – Calcul GPU distribué

- Data- et model-parallelisme
- Communication inter-GPU (PCIe, NVLink, NCCL)
- MPI + CUDA et orchestration de clusters GPU

Chapitre 4 – Applications IA multi-GPU

- Entraînement de CNN et Transformers sur plusieurs GPU
- Cas pratique : benchmark ResNet50 / BERT
- Analyse des performances et tuning

Chapitre 5 – Déploiement, sécurité et fiabilité

- Conteneurs GPU (Docker, Kubernetes)
- Cloud GPU (AWS, GCP, Azure)
- Checkpointing et tolérance aux pannes
- Sécurité des données et isolation GPU

Chapitre 6 – Aspects techniques avancés

- Gestion de la mémoire vidéo (global, partagée, registre)
- Accès atomiques et synchronisation
- Bibliothèques IA (cuDNN, TensorRT)

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (60%).**
- **Évaluation continue (CC) (40%) :** Contrôle continu, travail personnel.

Références bibliographiques

- "Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach" by David B. Kirk and Wen- mei W. Hwu
- "Deep Learning with Python" by François Chollet
- "CUDA Handbook: A Comprehensive Guide to GPU Programming" by Nicholas Wilt
- "The CUDA Toolkit Documentation" - La documentation officielle de NVIDIA
- "The CUDA Toolkit Documentation" - La documentation officielle de NVIDIA

**Programme détaillé des enseignements du semestre 3
(S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)**

Intitulé de la matière : Méthodologie de recherche		Semestre : 3
Type : UET3 VHS : 21h	VHH : 1h30	Cours : 1h30
TD :	TP :	
VHS travail personnel :	Coefficient : 1	Crédit : 2

Objectifs de l'enseignement

Cette matière vise à enseigner aux étudiants les compétences et les connaissances nécessaires pour mener des recherches scientifiques efficaces. Il couvre les étapes clés de la recherche, de la formulation du sujet à la rédaction du rapport final, en passant par la revue de littérature, la conception de la recherche, la collecte et l'analyse des données, ainsi que la présentation orale des résultats.

Connaissances préalables recommandées : rédaction scientifique, langue utilisée.

Contenu de la matière Cours : 21h

1. Introduction à la recherche scientifique

- Définition et objectifs de la recherche scientifique.
- Types de recherche (fondamentale, appliquée, etc.).
- Rôle de la méthodologie dans la recherche.
- L'importance de la maîtrise de la langue utilisée.
- Éthique de la recherche en informatique : plagiat, auto plagiat, IA générative (ChatGpt, Deepseek, etc.)

2. Formulation du sujet de recherche

- Identification et sélection d'un sujet de recherche pertinent.
- Revue de littérature :
 - o Recherche de sources d'information pertinentes (articles scientifiques, livres, etc.).
 - o Analyse critique de la littérature existante (état de l'art).
 - o Identification des lacunes dans l'état de l'art.
- Définition de la problématique
 - o Formulation d'une question de recherche claire et précise.
 - o Définition d'hypothèses de recherche.
- Objectifs de la recherche
 - o Définition des objectifs spécifiques de la recherche cible.
 - o Identification des résultats attendus.

3. Conception de la recherche

- Choix des méthodes de recherche appropriées (expérimentale, qualitative, quantitative, etc.).
- Planification de la collecte des données (échantillonnage, outils de collecte, etc.).
- Élaboration d'un plan de recherche.

4. Collecte des données

- Mise en œuvre du plan de recherche.
- Utilisation des outils et techniques de collecte de données spécifiques à l'informatique.
- Gestion et organisation des données collectées.

5. Analyse des données

- Utilisation de logiciels d'analyse de données.

- Traitement et analyse des données collectées.
- Utilisation de méthodes statistiques ou d'autres techniques d'analyse appropriées.
- Interprétation des résultats et discussion des implications.

6. **Rédaction du rapport de recherche**

- Modes et structures de publication : article, brevet, thèse, livre, poster, communication orale...
- Utilisation de logiciels de rédaction : LaTeX, overleaf, etc.
- Structure et organisation d'un rapport de recherche scientifique.
- Rédaction claire et concise des différentes parties du rapport.
- Présentation des résultats et discussion des conclusions.
- Rédaction et outils de gestion des références bibliographiques (APA, IEEE, Zotero, EndNote, etc.) et des annexes.

7. **Présentation orale des résultats**

- Préparation et réalisation d'une présentation orale des résultats de recherche.
- Maîtrise de la communication scientifique.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques

-Beaud, Michel (2020). L'art de la thèse. La Découverte.

-Stefan Kottwitz (2021). LaTeX Beginner's Guide: Create visually appealing texts, articles, and books for business and science using LaTeX. 2nd Edition, Packt Publishing.

-Jean-Marie Dubois (2005). La rédaction scientifique : mémoires et thèses : formes régulières et par articles. Estem.

-Michèle Lenoble-Pinson (1996). La rédaction scientifique : conception, rédaction, présentation. Signalétique, De Boeck Université.

-Christine Gérard, Jean Germain (1985). Recherche bibliographique et documentaire : généralités. Faculté de philosophie et Lettres.

Programme détaillé des enseignements du semestre 3 (S3) Master académique
Spécialité : Science des Données (Filière : Informatique)

Intitulé de la matière : Une matière au choix **Semestre : 3**

Type : UED3 VHS : 21h **VHH :** 1h30
Cours : 1h30 **TD :** **TP :**
VHS travail personnel : **Coefficient :** 1 **Crédit :** 1

Objectifs de l'enseignement : Cette matière permet aux étudiants d'acquérir une vision plus large de leur domaine d'études et favorise une meilleure compréhension des enjeux sociaux, économiques et éthiques liés à l'informatique, ainsi qu'une capacité à communiquer efficacement et à s'adapter à des situations diverses qui peuvent se présenter. En d'autres termes, cette matière permet :

- Une ouverture à d'autres disciplines en relation avec le quotidien, afin de comprendre l'importance de la collaboration dans un environnement pluridisciplinaire.
- L'élargissement des horizons, ce qui favorise la compréhension de la pensée humaine dans le temps et l'espace.
- Développement de compétences transversales : communication, vision holistique, analyse et synthèse, capacité d'adaptation, etc.

Connaissances préalables recommandées

Contenu de la matière
Cours : 21h

1. Introduction à la discipline concernée (matière choisie).
2. Présentation des concepts fondamentaux.
3. Applications croisées avec l'informatique
4. Études de cas.

Mode d'évaluation (doit être porté à la connaissance des étudiants en début de chaque semestre)

- **Examen semestriel en présentiel (100%).**

Références bibliographiques : L'enseignant propose des références selon la matière choisie.