

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**HARMONISATION**

**OFFRE DE FORMATION**

**MASTER ACADEMIQUE**

<b>Etablissement</b>	<b>Faculté / Institut</b>	<b>Département</b>
<b>Université Mohamed Boudiaf de M'sila</b>	<b>Mathématiques et informatique</b>	<b>Informatique</b>

**Domaine : Mathématiques et informatique**

**Filière : Informatique**

**Spécialité : Science des Données**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

مواصفة عرض تكوين

ماستر أكاديمي

القسم	الكلية/المعهد	المؤسسة
الإعلام الآلي	كلية الرياضيات و الإعلام الآلي	جامعة محمد بوضياف المسيلة

الميدان: رياضيات و اعلام الي

الشعبة: اعلام الي

التخصص: علم البيانات

# SOMMAIRE

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 enseignements	-----
1- Semestre 1	-----
2- Semestre 2	-----
3- Semestre 3	-----
4- Semestre 4	-----
5- Récapitulatif global de la formation	-----
III - Programme détaillé par matière	-----
IV – Accords / conventions	-----

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

## **1 - Localisation de la formation :**

**Faculté : Mathématiques et informatique**

**Département : Informatique**

## **2- Partenaires de la formation \*:**

- autres établissements universitaires :

- entreprises et autres partenaires socioéconomiques :

- Partenaires internationaux :

\* = Présenter les conventions

### 3 – Contexte et objectifs de la formation

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

#### 1. Licence LMD en Informatique

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

Dans un monde marqué par une guerre sur les données, cette formation de Master en « Science des données » vient pour concrétiser l'objectif principal suivant : Former des spécialistes en « Data Science » capables d'extraire, transformer, manipuler, interpréter, visualiser et traiter les données de toute nature (texte, image, signal...). Cette formation combine à la fois des concepts théoriques et des aspects pratiques.

Cette formation implique des compétences :

- Techniques : Python, Bases de données et SQL, outils de Big Data, plateforme de Big Data.
- Méthodologiques : Machine Learning, Deep Learning, Statistiques...

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

Cette formation vise à former des spécialistes autour des métiers de science des données comme :

- *Data Scientist* : Analyse les données complexes, construit des modèles prédictifs (IA/ML), crée des algorithmes et fournit des recommandations stratégiques.
- *Data Analyst* : Collecte, nettoie et analyse des données pour en extraire des informations exploitables
- *Data Engineer* : Conçoit et maintient les pipelines de données, assure la qualité des données
- *Data Architect* : Définit la structure globale des systèmes de données.
- *AI/ML Engineer* : crée et déploie des modèles d'IA et de ML.
- *Big Data Specialist*

## **D- Potentialités régionales et nationales d'employabilité**

Les données sont partout autour de nous sous différentes formes (numérique, texte, image, signal...) et les efforts de l'état pour la digitalisation et l'informatisation des différents secteurs devraient créer plus débouchés pour les spécialistes en data science aussi bien sur le plan régional que national, notamment :

- Secteur des finances : Banques, Assurances
- Secteur de la santé : Hôpitaux, centres d'imagerie médicale, Laboratoires d'analyse médicale, Laboratoire de fabrication de médicaments
- Secteur de l'agriculture : les grande fermes et exploitations agricole
- Secteur militaire
- Télécommunications : Algérie Télécom, Mobilis, Ooredoo, Djazzy
- Les centres de recherche
- Les sociétés industrielles
- Les administrations publiques
- Les sociétés de service SSII.

De plus, cette formation vise à former des spécialistes capables de créer leurs propres entreprises et startups.

## **E – Passerelles vers d'autres spécialités**

Les passerelles vers les autres spécialités de Master peuvent être autorisées après étude de dossier du candidat par l'équipe de formation.

## **F – Indicateurs de suivi de la formation**

*Pour mesurer la performance pédagogique, l'efficacité de l'encadrement et l'adéquation de cette formation avec le marché du travail, les indicateurs de suivi suivants seront mis en place :*

1. *Indicateurs de performance pédagogiques :*
  - *Taux de réussite par semestre*
  - *Taux de rétention*
  - *Moyenne de la promotion par module*
  - *Moyenne générale de la promotion*
2. *Indicateurs d'encadrement et de recherche :*
  - *Ratio étudiants/encadrants*
  - *Taux de poursuite en Doctorat*
  - *Publication et communication*
3. *Indicateurs d'employabilité (après mise en place du bureau de liaison) :*
  - *Taux d'insertion professionnelle*



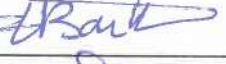
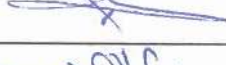

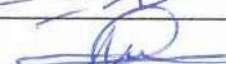







*Le responsable de la spécialité, en collaboration avec le chef de département et l'équipe de formation, veilleront au suivi de ces indicateurs.*

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

Pour assurer une formation de bonne qualité, vu les moyens et l'encadrement disponibles au niveau de notre département d'Informatique, le nombre d'étudiants qu'il est possible de prendre en charge est de : **30 à 40 étudiants**

#### 4 – 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
Sayad Lamri	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	Pr	Cours -TD - TP – Encad.M	
Debbi Hichem	Master en Informatique	Doctorat LMD (Informatique)	Pr	Cours -TD - TP – Encad.M	
Barkat Abdelbasset	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	MCA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Benazi Makhlouf	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	MCA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Brahimi Belkacem	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	MCA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Mokhtari Rabah	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	MCA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Lounnas Bilal	Master en Informatique	Doctorat LMD (Informatique)	MCA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Kamel Mohamed	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	MCB	Cours -TD - TP – Encad.M	
Guesmia Salah	Ingéniorat en Informatique	Doctorat en Science (Informatique)	MCB	Cours -TD - TP – Encad.M	
Tahri Zohair	Ingéniorat en Informatique	Magister (Informatique)	MAA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Boudaa Abdelghani	Ingéniorat en Informatique	Magister (Informatique)	MAA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Tharafi Abdallah	Ingéniorat en Informatique	Magister (Informatique)	MAA	Cours -TD - TP – Encad.M	
Ghemougui Abdessattar	Ingéniorat en Informatique	Magister (Informatique)	MAA	Cours -TD - TP – Encad.M	

\* = 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

**Etablissement de rattachement :**

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement

**Etablissement de rattachement :**

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme Post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention *	Emargement


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



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

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

Laboratoire d'Informatique et ses Applications de M'sila (LIAM)

Chef du laboratoire : Hemmak Allaoua	
N° Agrément du laboratoire : N° 05 du 10/02/2020	
Date : 05/03/2026	
Avis du chef de laboratoire : Favorable	

#### 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

#### E- Espaces de travaux personnels et TIC :

- Salle centrale des TIC
- Salle de TP de département

Etablissement : Université Mohamed Boudiaf de M'sila    Intitulé du master : Science des données  
Année universitaire : 2025-2026

## **II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements**

(Prière de présenter les fiches des 4 semestres)

## 1- Semestre 1 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
<b>UE Fondamentales</b>						12	18		
<b>UEF11</b>		<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>3h</b>	<b>6h</b>				
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%
<b>UEF12</b>		<b>4h30</b>	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>3h</b>				
Statistiques et probabilités avancées	42h	1h30	1h30		1h30	3	4	40%	60%
Machine Learning	63h	3h		1h30	1h30	3	4	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b>						4	9		
<b>UEM1</b>		<b>3h</b>	<b>1h30</b>	<b>1h30</b>	<b>3h</b>				
Programmation pour la science des données	42h	1h30		1h30	1h30	2	5	40%	60%
Analyse de données	42h	1h30	1h30		1h30	2	4	40%	60%
<b>UE Transversale</b>						1	2		
<b>UET1</b>		<b>1h30</b>		<b>1h30</b>	<b>1h30</b>				
Réseaux avancés	42h	1h30		1h30	1h30	1	2	40%	60%
<b>UE Découverte</b>						1	1		
<b>UED1</b>		<b>1h30</b>							
Une matière au choix	21h	1h30				1	1		100%
<b>Total Semestre 1</b>	378h	13h30	6h	7h30	13h30	<b>18</b>	<b>30</b>		

## 2- Semestre 2 :

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14 sem	C	TD	TP	Travail pers.			Continu	Examen
<b>UE Fondamentales</b>						12	18		
<b>UEF21</b>		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%
<b>UEF22</b>		3h	1h30	3h	4h30				
Entrepôts et préparation de données	42h	1h30		1h30	1h30	3	5	40%	60%
Deep learning	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b>						4	9		
<b>UEM2</b>		3h	1h30	4h30	4h30				
Algorithmique parallèle et distribuée	63h	1h30	1h30	1h30	1h30	2	5	40%	60%
Virtualisation et Cloud Computing	63h	1h30		3h	3h	2	4	40%	60%
<b>UE Transversale</b>							2		
<b>UET2</b>		1h30		1h30	1h30				
Gestion de projets informatiques	42h	1h30		1h30	1h30	1	2	40%	60%
<b>UE Découverte</b>							1		
<b>UETD2</b>		1h30							
Une matière au choix	21h	1h30				1	1		100%
<b>Total Semestre 2</b>	378h	12h	3h	12h	13h30	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
<b>UE Fondamentales</b>						12	18		
<b>UEF31</b>		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%
<b>UEF32</b>		3h	3h	3h	6h				
Systèmes d'aide à la décision	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
Modélisation et optimisation	63h	1h30	1h30	1h30	3h	3	4	40%	60%
<b>UE Méthodologique</b>						4	9		
<b>UEM3</b>		3h	1h30	3h	4h30				
Natural Language Processing	63h	1h30	1h30	1h30	3h	2	5	40%	60%
Calcul GPU	42h	1h30		1h30	1h30	2	4	40%	60%
<b>UE Transversale</b>						1	2		
<b>UET3</b>		1h30							
Méthodologie de recherche	21h	1h30				1	2		100%
<b>UE Découverte</b>						1	1		
<b>UED3</b>		1h30							
Une matière au choix	21h	1h30				1	1		100%
<b>Total Semestre 3</b>	378h	12h	6h	9h	15h0	18	30		

#### 4- Semestre 4 :

Domaine : Mathématiques Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Science des données

	VHS	Coeff	Crédits
PFE avec mémoire	750h00	18	30
Stage dans l'entreprise	---	---	---
Ateliers	---	---	---
Travail personnel			
Autre			
<b>Total Semestre 4</b>	<b>750h00 h</b>	<b>18</b>	<b>30</b>

**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)

VH \ UE	UEF	UEM	UED	UET	Total
Cours	273	126	63	63	525
TD	147	63	0	0	210
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	378	189	0	42	609
Autres	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>1779</b>	<b>504</b>	<b>63</b>	<b>147</b>	<b>2493</b>
<b>Crédits</b>	<b>84</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>120</b>
<b>% en crédits pour chaque UE</b>	<b>70</b>	<b>22,5</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>	<b>100</b>

### **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,  $\Omega$ ,  $\Theta$ )
- 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, 5<sup>th</sup> 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 sous-modules en utilisant des noms relatifs, 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 ( $\chi^2$ )
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. Prévision 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<sup>ème</sup> 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, 4<sup>ème</sup> 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)**

<b>Intitulé de la matière:</b> Réseaux avancés	<b>Semestre :</b> 1	<b>Type :</b> UET1
<b>VHS :</b> 42h	<b>VHH :</b> 3h	<b>Cours :</b> 1h30
<b>VHS travail personnel :</b> 21h	<b>Coefficient :</b> 1	<b>TD :</b> <b>TP:</b> 1h30
		<b>Crédit :</b> 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)

**Contenu de la matière**

**Cours : 21h**

1- Rappels sur les réseaux

- Modèles OSI et TCP/IP
- 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 – Concurrence 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)

Intitulé de la matière : Deep learning Semestre : 2 Type : UEF22

VHS : 63h

VHH : 4h30

Cours : 1h30

TD : 1h30

TP : 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 :** Algorithmique parallèle et distribuée **Semestre :2 Type : UEM2**  
**VHS :** 63h **VHH :** 4h30 **Cours :** 1h30 **TD :** 1h30 **TP :** 1h30  
**VHS travail personnel :** 42h **Coefficient :** 2 **Crédit :** 5

#### Objectifs de l'enseignement:

Familiariser les étudiants avec les concepts, les techniques et les outils de l'algorithmique parallèle et distribué. Les étudiants seront en mesure de comprendre les architectures de systèmes parallèles et distribués, de concevoir des algorithmes parallèles et distribués, de comprendre la complexité de l'algorithmique parallèle et distribué, et de maîtriser les techniques de programmation parallèle et distribuée.

#### Connaissances préalables recommandées

Les connaissances préalables recommandées pour cette matière comprennent :

- Les fondamentaux de l'algorithmique et de la complexité des algorithmes
- La programmation en langage C ou Python
- Les architectures de systèmes informatiques et les systèmes d'exploitation
- Les réseaux informatiques et les protocoles de communication

#### Contenu de la matière

Cours : 21h

#### Chapitre 1 – Fondations

- Modèles de calcul parallèle (PRAM, BSP)
- Mesures de performance (loi d'Amdahl, Gustafson)
- Patrons de parallélisme

#### Chapitre 2 – Algorithmes de base

- Tri (parallèle) et recherche parallèle
- Prefix-sum, produits matriciels parallèles
- FFT

#### Chapitre 3 – Problèmes de graphes et optimisation

- Plus courts chemins (Floyd-Warshall, Dijkstra, Bellman-Ford)
- Heuristiques parallèles (génétiques, colonies de fourmis)
- Réseaux de neurones parallèles

#### Chapitre 4 – Programmation parallèle

- OpenMP, threads natifs, GPU
- Synchronisation (barrières, verrous, atomiques)
- Profiling et debugging

#### Chapitre 5 – Calcul distribué

- Architectures (clusters, grilles, cloud)
- MPI, MapReduce, Spark
- Consistance, tolérance aux pannes (consensus, checkpointing)

## Chapitre 6 – Architecture des systèmes distribués

- Protocoles de communication (TCP/IP, RDMA, gRPC)
- Équilibrage de charge, haute disponibilité
- Sécurité et isolation

**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

- "Parallel and Distributed Computation: Numerical Methods" de Dimitri P. Bertsekas et John N. Tsitsiklis.
- "Parallel Programming: Techniques and Applications Using Networked Workstations and Parallel Computers" de Barry Wilkinson et Michael Allen.
- "Distributed Computing: Principles, Algorithms, and Systems" de Ajay D. Kshemkalyani et Mukesh Singhal
- "Introduction to Parallel Computing" de Ananth Grama, George Karypis, Vipin Kumar et Anshul Gupta.

## 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, etc.).
- 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. McGraw-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 (2<sup>nd</sup> 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 jeu
  - 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-GROSCHE, 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 bivariée

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)
  - **Ordonancement** 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.

## VI- Avis et visa des organismes administratifs et scientifiques

Le Chef de département	Responsable du domaine
Date et Signature	Date et Signature

Le Doyen de la faculté / Directeur d'institut
Date et Signature

---

---

Le Président de l'université
Date et signature :

**V. Avis et visa de la conférence régionale**  
(Uniquement dans la version définitive transmise au MESRS)

**VI- Avis et visa du Comité pédagogique national du domaine**  
(Uniquement dans la version définitive transmise au MESRS)