

# Fiche Matière « Machine Learning et Deep Learning »

(AU 2025-2026)

## Informations Générales

Intitulé	Machine Learning et Deep Learning
Département	Génie Informatique
Niveau	2ème année
Semestre	S2
Coefficient	À définir
Régime	Mixte
Volume Horaire Total	42h
Cours / TD	21h
TP / Projet	21h

## Prérequis

### Mathématiques

- **Algèbre linéaire** : connaissances sur les vecteurs, les matrices, les opérations matricielles.
- **Calcul différentiel et intégral** : compréhension des dérivées, des gradients et des intégrales.
- **Probabilités et statistiques** : notions de base sur les distributions de probabilité, les estimations de paramètres, les tests d'hypothèses.

### Programmation

- **Compétences de programmation en Python** : compréhension des structures de contrôle, des fonctions, des classes et des bibliothèques couramment utilisées telles que NumPy, Pandas, et Matplotlib.

## Objectifs d'Apprentissage

ID	Objectif
Obj1	Comprendre les concepts fondamentaux du Machine Learning.
Obj2	Être capable d'identifier différents types de problèmes pouvant être résolus avec le ML.
Obj3	Développer une compréhension des applications du ML dans divers domaines.

ID	Objectif
<b>Obj4</b>	Être en mesure d'appliquer des concepts de probabilités et de statistiques pour évaluer les modèles de ML.
<b>Obj5</b>	Comprendre les différences entre les tâches de régression et de classification.
<b>Obj6</b>	Être capable d'entraîner et d'évaluer des modèles de régression et de classification.
<b>Obj7</b>	Explorer les techniques d'optimisation et leurs effets sur la convergence des modèles.
<b>Obj8</b>	Comprendre les principes du clustering et de la réduction de la dimension.
<b>Obj9</b>	Être capable d'appliquer des techniques de clustering pour regrouper des données non étiquetées.
<b>Obj10</b>	Explorer les avantages et les limitations des méthodes de réduction de la dimension.
<b>Obj11</b>	Acquérir une compréhension approfondie de l'architecture des réseaux de neurones artificiels.
<b>Obj12</b>	Être capable de construire, entraîner et évaluer des réseaux de neurones multicouches pour des tâches simples.
<b>Obj13</b>	Comprendre les principes de base de la rétropropagation du gradient.
<b>Obj14</b>	Comprendre la structure et le fonctionnement des CNN.
<b>Obj15</b>	Être capable d'appliquer les CNN à des tâches de vision par ordinateur et de traitement d'images.
<b>Obj16</b>	Explorer des architectures avancées de CNN pour améliorer les performances.
<b>Obj17</b>	Comprendre et appliquer des méthodes de régularisation avancées (Dropout, BatchNorm).
<b>Obj18</b>	Savoir utiliser des architectures pré-entraînées (Transfer Learning).
<b>Obj19</b>	Comprendre les principes des GAN et leurs applications.
<b>Obj20</b>	Maîtriser les techniques de Gradient Boosting (XGBoost, LightGBM).

## Ouvrages de Référence

Référence	Détails
<b>Zhou, Victor (2019)</b>	"Machine Learning for Beginners: An Introduction to Neural Networks", Medium.
<b>Deng &amp; Yu (2014)</b>	"Deep Learning: Methods and Applications", Foundations and Trends® in Signal Processing.
<b>Goodfellow, Bengio &amp; Courville (2016)</b>	"Deep Learning", MIT Press. ISBN 978-0-26203561-3.
<b>Géron, A. (2019)</b>	"Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow", 2nd Edition.

Référence	Détails
<b>Chollet, F. (2021)</b>	"Deep Learning with Python", 2nd Edition, Manning Publications.

## Programme Détailé des Séances

### Partie 1 : Machine Learning Fondamental

Séance	Type	Contenu	Objectifs Spécifiques
		<b>Introduction IA et Machine Learning</b> - Définitions et concepts de base - Applications et cas d'utilisation - Types d'apprentissage : supervisé, non supervisé, semi-supervisé, renforcement - Étapes de conception d'un modèle IA	
<b>Séance 1</b>	Cours		Obj1, Obj2, Obj3
		<b>Apprentissage Supervisé : Classification</b> - Définition et principe - Types : binaire, multi-classes, multi-label - Algorithmes : Arbre de décision, Random Forest, SVM, Naïve Bayes, <b>Régression Logistique</b> - Critères d'évaluation	Obj5, Obj6
<b>Séance 2</b>	Cours		
		<b>TP1 : Pipeline de Classification Binaire avec Scikit-learn</b> - Chargement et préparation des données - Split train/validation/test - Standardisation dans un pipeline - Entraînement et évaluation initiale	Obj6, Obj7
<b>Séance 3</b>	TP		
		<b>TD1 : Modèles de Classification de Base</b> - Arbre de décision - Régression logistique (intuition probabiliste) - k-NN : distance et voisinage - Naïve Bayes - <b>Gradient Boosting (XGBoost/LightGBM)</b> - Avantages, limites, complexité	Obj4, Obj6
<b>Séance 4</b>	TD		
		<b>TD2 : Critères d'Évaluation</b> - Matrice de confusion - Accuracy, Precision, Recall, F1-score - Courbe ROC/AUC - Comparaison critique des résultats	Obj4
<b>Séance 5</b>	TD		
		<b>TP2 : Classification Multi-classes &amp; Optimisation</b> - Utilisation de GridSearchCV et RandomizedSearchCV - Validation croisée - Comparaison de plusieurs algorithmes	Obj6, Obj7
<b>Séance 6</b>	TP		

Séance	Type	Contenu	Objectifs Spécifiques
<b>Apprentissage Supervisé : Régression</b>			
Séance 7	Cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition et principe</li> <li>- Régression linéaire : fondements théoriques</li> <li>- <b>Régularisation : Ridge, Lasso, ElasticNet</b></li> <li>- SVR (Support Vector Regression)</li> <li>- Métriques d'évaluation (MAE, MSE, R<sup>2</sup>)</li> </ul>	Obj5, Obj6
<b>TP3 : Régression &amp; Optimisation</b>			
Séance 8	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mise en œuvre de modèles de régression</li> <li>- Optimisation des hyperparamètres</li> <li>- Évaluation et comparaison</li> </ul>	Obj6, Obj7
<b>Apprentissage Non Supervisé</b>			
Séance 9	Cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définitions et principes</li> <li>- k-means : avantages, inconvénients</li> <li>- DBSCAN : principe de densité</li> <li>- Mesures de qualité (silhouette, inertie)</li> <li>- Applications réelles</li> </ul>	Obj8, Obj9
<b>TP4 : Clustering &amp; Réduction de Dimension</b>			
Séance 10	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Choix du nombre de clusters</li> <li>- Visualisation des groupes</li> <li>- PCA pour amélioration de l'analyse</li> <li>- Interprétation métier</li> </ul>	Obj9, Obj10

## Partie 2 : Réseaux de Neurones & Deep Learning

Séance	Type	Contenu	Objectifs Spécifiques
<b>Réseaux de Neurones Artificiels</b>			
Séance 11	Cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Architecture (couches, neurones)</li> <li>- Fonctions d'activation</li> <li>- Fonction coût</li> <li>- Descente de gradient</li> <li>- Rétropropagation</li> <li>- Paramètres &amp; Hyperparamètres</li> <li>- Régularisation (Dropout, BatchNorm)</li> </ul>	Obj11, Obj12, Obj13, Obj17
<b>TP5 : Réseaux de Neurones avec Keras/TensorFlow</b>			
Séance 12	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction d'un réseau multicouche</li> <li>- Choix des fonctions d'activation</li> <li>- Entraînement avec SGD/Adam</li> <li>- Visualisation des courbes loss/accuracy</li> <li>- Techniques de régularisation</li> </ul>	Obj12, Obj13, Obj17

Séance	Type	Contenu	Objectifs Spécifiques
		<b>TD de Révision : QCM &amp; Préparation</b>	
<b>Séance 13</b>	TD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Révision des concepts ML/RNA</li> <li>- Exercices pratiques</li> <li>- Préparation aux certifications</li> </ul>	Tous objectifs
		<b>Devoir Surveillance</b>	
<b>Séance 14</b>	DS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Partie théorique (QCM, questions ouvertes)</li> <li>- Partie pratique (analyse de code, interprétation de résultats)</li> </ul>	Évaluation intermédiaire
		<b>Deep Learning : Fondements Avancés</b>	
<b>Séance 15</b>	Cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Différence RNA/DL</li> <li>- Architectures : CNN, RNN, LSTM</li> <li>- Principes des CNN (convolution, pooling)</li> <li>- Applications en vision par ordinateur</li> </ul>	Obj14, Obj15, Obj16
		<b>TP6 : Réseaux Convolutifs (CNN)</b>	
<b>Séance 16</b>	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction d'un CNN simple</li> <li>- Entraînement sur dataset d'images</li> <li>- Visualisation des filtres</li> <li>- Évaluation des performances</li> </ul>	Obj15, Obj16
		<b>TP7 : Transfer Learning avec CNN</b>	
<b>Séance 17</b>	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation de modèles pré-entraînés (VGG16, ResNet)</li> <li>- Fine-tuning</li> <li>- Évaluation comparative</li> </ul>	Obj15, Obj18
		<b>TP8 : RNN pour Séries Temporelles</b>	
<b>Séance 18</b>	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prétraitement des séquences</li> <li>- Construction de LSTM/GRU</li> <li>- Prédiction de séries temporelles</li> <li>- Évaluation et visualisation</li> </ul>	Obj12, Obj13
		<b>IA Générative &amp; GAN</b>	
<b>Séance 19</b>	Cours	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Définition et principes</li> <li>- Architecture GAN (Générateur/Discriminateur)</li> <li>- Fonctions de coût (adversarial loss)</li> <li>- Applications en Data Science</li> </ul>	Obj19
		<b>TP9 : Introduction aux GAN</b>	
<b>Séance 20</b>	TP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Initialisation des modèles</li> <li>- Définition des loss et optimizers</li> <li>- Entraînement itératif</li> <li>- Visualisation des images générées</li> </ul>	Obj19

### Partie 3 : Projet & Évaluation Finale

Séance	Type	Contenu	Objectifs Spécifiques
--------	------	---------	-----------------------

Séance	Type	Contenu	Objectifs Spécifiques
		<b>Proposition de Mini-Projet</b> - Présentation des règles	
<b>Séance 21</b>	Cours	- Proposition des sujets par étudiants - Validation des datasets et faisabilité - Définition des livrables	Application des concepts
		<b>Travail Encadré sur Projet</b>	
<b>Séance 22</b>	Projet	- Séance de travail en groupe - Assistance technique et méthodologique	Obj3, Obj6, Obj12, Obj15
		<b>Travail Encadré sur Projet</b>	
<b>Séance 23</b>	Projet	- Finalisation du code - Préparation du rapport et de la présentation	Application complète
		<b>Présentation des Mini-Projets</b>	
<b>Séance 24</b>	Évaluation	- Présentation orale (10 min/groupe) - Démonstration technique - Questions/Réponses	Évaluation finale

## Système d'Évaluation

Type d'Évaluation	Pourcentage	Détails
<b>Mini-Projet</b>	60%	- Rapport technique (20%) - Code et implémentation (20%) - Présentation orale (20%)
<b>Devoir Surveillé (DS)</b>	40%	- Partie théorique : QCM/questions ouvertes (20%) - Partie pratique : analyse de code/cas d'étude (20%)

## Responsables

Rôle	Nom & Prénom
<b>Enseignant(e)</b>	Dr. Fatma Sbiaa
<b>Directeur du Département</b>	Mr. Ramzi Mahmoudi
<b>Directeur des Études</b>	Pr. Moncef Bouzidi

## Notes Pédagogiques

- Supports de cours** : Disponibles sur plateforme Moodle/Teams
- Langages/Frameworks** : Python, Scikit-learn, TensorFlow/Keras, PyTorch (optionnel)
- Environnement** : Jupyter Notebook, Google Colab, VS Code
- Projets** : Les étudiants peuvent proposer leurs propres datasets (sous validation)
- Certifications** : Préparation aux certifications Google/Microsoft en ML/Datacamp