

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

**CANEVAS D'AMENDEMENT**

**OFFRE DE FORMATION MASTER**

**ACADEMIQUE**

<b>Etablissement</b>	<b>Faculté / Institut</b>	<b>Département</b>
<b>Université Mohamed Seddik Benyahia Jijel</b>	<b>Faculté des Sciences Exactes et Informatique</b>	<b>Informatique</b>

**Domaine** : Mathématiques et Informatique

**Filière** : Informatique

**Spécialité** : Intelligence Artificielle (IA)

**Année universitaire** : 2025 - 2026

# الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

## نموذج تعديل

عرض تكوين ماستر

أكاديمي

القسم	الكلية/ المعهد	المؤسسة
الإعلام الآلي	كلية العلوم الدقيقة و الإعلام الآلي	جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل

الميدان : رياضيات و إعلام آلي

الشعبة : إعلام آلي

التخصص : الذكاء الاصطناعي

السنة الجامعية: 2025 – 2026





الموضوع : رسالة مبررات لتعديل محتوى ماستر في شعبة الاعلام الالي تخصص الذكاء الاصطناعي  
**Lettre de motivation pour l'amendement du contenu d'une offre de formation en Master,  
filière Informatique, spécialité « Intelligence Artificielle »**

A la lumière des récentes avancées en intelligence artificielle, menant à l'apparition des grands modèles de langage (LLM), une mise à jour de notre canevas relatif au master IA s'avère nécessaire. En effet, la dernière modification du canevas remonte à l'année 2016/2017 et n'approfondit pas des concepts clés tels que les réseaux de neurones ou ne relate pas du tout l'apprentissage profond, les réseaux récurrents ou les mécanismes d'attention, tous fondamentaux à la compréhension des modèles d'IA actuels.

L'amendement effectué à cette offre de formation est motivé essentiellement par :

- Une volonté d'approfondir l'enseignement des réseaux de neurones en modifiant le programme de la matière « Apprentissage Automatique » (S1) et introduire une classe de modèles avancés dans le domaine de l' « Apprentissage profond » (S2) puis dans le domaine des « Réseaux Récurrents Profonds » (S3) et celui de l' « Apprentissage par Renforcement » (S3).
- Accompagner les matières susnommées de matières fondamentales (« Mathématiques pour l'IA » - S1, « Statistiques Avancées pour l'IA » - S2) afin de faciliter l'acquisition et l'évaluation des modèles d'IA enseignés.
- Introduire des matières applicatives des techniques acquises (« Edge AI » - S2, « Traitement de Langage Naturel » - S3, « Vision par Ordinateur » - S3 anciennement « Analyse d'Image »).
- Préserver l'acquisition de modèles plus classiques tels que les « Métaheuristiques » (S2), les « Systèmes Multi-Agents » (S1), la « Fouille de Données » (S1) et les « Modèles de Connaissances Incertaines » (S3)
- Relater l' « Apprentissage Non Supervisé et Clustering » (S1).
- Introduire des matières à fortes potentialités pour l'avenir de l'IA telles que les « Neurosciences Computationnelles » (S2) et l'« Informatique Quantique » (S1)
- Les matières transversales restent inchangées à l'exception de la matière « Environnements et Programmation Dédiés » du S1 qui sera remplacé par la matière « Programmation et Conception Architecturale Dédiées ».

Le Recteur

# SOMMAIRE

Lettre de Motivation .....	4
I – Fiche d'identité du Master .....	6
1 – Localisation de la formation .....	7
2 – Partenaires de la formation .....	7
3 – Contexte et objectifs de la formation .....	8
A – Conditions d'accès .....	8
B – Objectifs de la formation .....	8
C – Profils et compétences visées .....	8
D – Potentialités régionales et nationales d'employabilité .....	9
E – Passerelles vers les autres spécialités .....	9
F – Indicateurs de suivi de la formation .....	9
G – Capacité d'encadrement .....	9
4 – Moyens humains disponibles .....	10
A – Enseignants intervenant dans la spécialité .....	10
B – Encadrement Externe .....	10
5 – Moyens matériels spécifiques disponibles .....	11
A – Laboratoires pédagogiques et équipements .....	11
B – Terrains de stage et formations en entreprise .....	11
C – Laboratoires de recherche de soutien au master .....	12
D – Projets de recherche de soutien au master .....	12
E – Espaces de travaux personnels et TIC .....	13
II – Fiche d'organisation semestrielle des enseignements .....	14
1 – Semestre 1 .....	15
2 – Semestre 2 .....	16
3 – Semestre 3 .....	17
4 – Semestre 4 .....	18
5 – Récapitulatif global de la formation .....	18
III - Programme détaillé par matière .....	19
IV – Accords / Conventions .....	44

## **I. Fiche d'identité du Master : Intelligence Artificielle (IA)**

## 1. Localisation de la formation : Université de Jijel

Faculté (ou Institut) : Faculté des Sciences Exactes et Informatique  
Département : Informatique

## 2. Partenaires de la formation \*:

- Autres établissements universitaires : Néant
- Entreprises et autres partenaires socio économiques :

- Hopital mohammed seddik ben yahia, Jijel.
- Direction de Transport de la Wilaya de Jijel
- Entreprise Portuaire de Jijel
- Centrale de Production Electrique -Jijel
- CNAS -Jijel
- Algérie Télécom Jijel
- Mobilis Jijel
- OPGI de Jijel
- Caisse Nationale des Retraites -CNR
- Sûreté de la wilaya de Jijel
- Algerian Qatari Steel

- Partenaires internationaux : Néant

\* = Présenter les conventions en annexe de la formation

### 3. Contexte et objectifs de la formation

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

Ce Master, intelligence artificielle, sera une continuité de la formation (conforme à l'esprit LMD) de la Licence informatique académique déjà en cours à l'université de Jijel.

L'accès en Master 1 est ouvert aux candidats détenteur d'une licence (LMD) en informatique ou un autre diplôme reconnu équivalent.

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

Ce Master vise à former des professionnels et des chercheurs spécialisés en Intelligence Artificielle, capables de concevoir, développer et optimiser des solutions basées sur des algorithmes d'IA avancés. Il couvre des domaines essentiels tels que l'apprentissage profond, l'Edge AI, les modèles de langage (LLM), les systèmes multi-agents et l'optimisation avancée. L'approche pédagogique met l'accent sur une double compétence :

- Une expertise en modélisation et développement d'IA, permettant aux étudiants de concevoir et d'implémenter des modèles performants en machine learning et deep learning, ainsi que des solutions basées sur l'Edge AI.
- Une spécialisation en systèmes intelligents et computationnels, incluant l'apprentissage inspiré du cerveau (STDP, LTP, LTD).

En Master 1, les étudiants acquièrent des bases solides à travers :

- Les fondamentaux mathématiques et algorithmiques de l'IA,
- Les techniques avancées de Machine Learning et d'apprentissage profond,
- L'ingénierie des données et la visualisation avancée (avec des techniques comme t-SNE, PCA, UMAP),
- L'optimisation et les algorithmes évolutionnaires, essentiels pour la performance des modèles.

En Master 2, le programme approfondit :

- Les architectures modernes de réseaux neuronaux, en particulier les RNN, les transformers et les mécanismes d'attention,
- Les systèmes décisionnels et multi-agents,
- Les techniques de développement avancé pour l'IA, avec une mise en application sur des infrastructures cloud et embarquées.

#### C. Profils et compétences métiers visés :

Les diplômés du Master en Intelligence Artificielle seront préparés à des carrières en recherche, industrie et entrepreneuriat. Grâce à une formation à la fois théorique et appliquée, ils pourront intégrer divers secteurs en tant que :

- Ingénieur en Intelligence Artificielle,
- Chercheur en IA et systèmes cognitifs,
- Développeur en Machine Learning et Deep Learning,
- Spécialiste en IA embarquée (Edge AI) et systèmes neuromorphiques,
- Expert en traitement du langage naturel et en modèles de langage (LLM),
- Ingénieur en systèmes multi-agents et IA distribuée,
- Consultant en optimisation et modélisation IA.

Ce Master ouvre également la possibilité de poursuivre en doctorat dans les domaines liés à l'IA, aux neurosciences computationnelles et aux architectures matérielles inspirées du cerveau.

#### **D. Potentialités régionales et nationales d'employabilité des diplômés**

Le Master en Intelligence Artificielle est conçu pour répondre aux objectifs et aux besoins croissants en compétences IA appliquées dans divers secteurs d'activité :

- Industrie et production intelligente : IA pour l'automatisation, la maintenance prédictive, l'optimisation des chaînes de production,
- Santé et biotechnologies : analyse d'images médicales, IA embarquée pour le diagnostic,
- Technologies embarquées et Edge AI : développement de solutions d'IA pour objets connectés, surveillance intelligente,
- Entreprises spécialisées en IA et Startups : opportunités de création d'entreprises innovantes exploitant les LLM, l'IA neuromorphique et l'optimisation avancée,
- Laboratoires de recherche et enseignement supérieur, avec des débouchés dans l'innovation en IA, les systèmes autonomes et l'intelligence computationnelle.

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

- Master en Informatique

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

L'évaluation de l'étudiant se fera de deux manières :

- Examen final qui se déroulera à la fin de chaque semestre,
- Contrôle continu des connaissances (TD, interrogations écrite, TP, exposés, participation,...).

La durée de l'examen final est fixée à 1h30 et sera noté sur 20 points. Quant au contrôle continu, il englobera : des travaux dirigés, les travaux pratiques, l'assiduité, les exposés et les travaux personnels. La moyenne finale de la matière concernée sera calculée de la manière suivante :  
Moyenne matière = examen final x 0.6 + moyenne contrôle continu x 0.4. Une session de rattrapage sera également prévue pour les étudiants ayant échoué en session ordinaire.

#### **G. Capacité d'encadrement : 20 étudiants.**

## 4. Moyens humains disponibles

### Enseignants de l'établissement intervenant dans la spécialité

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention	Émargement
Boukraa Doulkifli	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	Pr	Cours et encadrement	
Kerkouche El-Hillali	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	Pr	Cours et encadrement	
Taffar Mokhtar	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCA	Cours et encadrement	
Khalfaoui Khaled	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCA	Cours et encadrement	
Souici Ismahane	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCA	Cours et encadrement	
Ahmed Alioua	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCA	Cours et encadrement	
Boulaiche Ammar	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCA	Cours et encadrement	
Brighen Assia	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCB	Cours, TD, TP, encadrement	
Boudebza Souaad	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCB	Cours, TD, TP, encadrement	
Benkiniouar Moad	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCB	Cours, TD, TP, encadrement	
Ficel Hemza	Master Informatique	Doctorat, Informatique	MCB	Cours, TD, TP, encadrement	
Zennir Mohamed Nadjib	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MCB	Cours, TD, TP, encadrement	
Boussetoua Riad	Ing. Informatique	Doctorat, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	
Yahiaoui Abdelbaki	Ing. Informatique	Magister, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	
Later Azzedine	Ing. Informatique	Magister, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	
Birouk Wafa	Ing. Informatique	Magister, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	
Mahrouk Zahir	Ing. Informatique	Magister, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	
Ramdane Ouidad	Ing. Informatique	Magister, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	
Bouchenak Hanane	Ing. Informatique	Magister, Informatique	MAA	TD, TP, encadrement	

### Encadrement externe

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention	Émargement
Néant					

### Établissement de rattachement

Nom, prénom	Diplôme graduation + Spécialité	Diplôme post graduation + Spécialité	Grade	Type d'intervention	Émargement
Néant					

## 5. Moyens matériels spécifiques disponibles

### A. Laboratoires pédagogiques et équipements : Fiche des équipements pédagogiques existants pour les TP de la formation envisagée

**Intitulé du laboratoire :** Centre de calcul

N°	Intitulé de l'équipement	Nombre	Observations
1	Salles de TP (20 micro-ordinateurs chacune)	09	
2	Salle Internet	04	
3	Salle de télé-enseignement	01	
4	Salle de vidéoconférence	01	
5	Labo de langues	01	

### B. Terrains de stage de formation en entreprise

Lieu de stage	Nombre d'étudiants	Durée de stage
Hôpital de JIJEL	2	3 mois
CNAS -Jijel	1	3 mois
Algerian Qatari Steel	4	3 mois
Algérie Télécom. JIJEL	2	3 mois
Entreprise Portuaire de JIJEL	2	3 mois
Directions de la Wilaya	4	3 mois
Caisse National de Retraite	2	3 mois
OPGI -Jijel	2	3 mois
Centrale Électrique –Sonelgaz Jijel	1	3 mois

### C. Laboratoire(s) de recherche de soutien au master

<b>Chef du laboratoire</b>
<b>N° Agrément du laboratoire</b>
<b>Date :</b>
<b>Avis du chef de laboratoire :</b>

<b>Chef du laboratoire</b>
<b>N° Agrément du laboratoire</b>
<b>Date :</b>
<b>Avis du chef de laboratoire :</b>

### D. Projet(s) de recherche de soutien au master

<b>Intitulé du projet de recherche</b>	<b>Code du projet</b>	<b>Date du début du projet</b>	<b>Date de fin du projet</b>
Application des techniques de l'IA pour le développement des systèmes IoT fiables	C00L07UN180120230001	01/01/2023	31/12/2026
Towards Secure Smart Cities in the era of Artificial Intelligence and the Internet of Things	C00L07UN180120230004	01/01/2023	31/12/2026

## **E. Espaces de travaux personnels et TIC**

- Une salle de lecture de 1200 places à la bibliothèque de la faculté et une grande salle à la bibliothèque centrale pour plus de 3000 places,
- Un bloc de recherche,
- Des salles avec PC de bureaux,
- Des salles internet,
- Salles de télé-enseignement,
- Laboratoire de langues,
- Salle de vidéoconférence.

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

## 1- Semestre 1

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 Sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF1</b>	<b>112,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>	<b>45h</b>		<b>5</b>	<b>10</b>		
<b>Matière 1</b> Mathématiques pour l'IA (MIA)	45h	1h30		1h30		2	4	40	60
<b>Matière 2</b> Apprentissage Automatique (AA)	67,5h	1h30	1h30	1h30		3	6	40	60
<b>UEF2</b>	<b>90h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>	<b>22,5h</b>		<b>4</b>	<b>8</b>		
<b>Matière 1</b> Système Multi-Agents (SMA)	45h	1h30		1h30	1h	2	4	40	60
<b>Matière 2</b> Apprentissage Non Supervisé et Clustering (ANSC)	45h	1h30	1h30		1h	2	4	40	60
<b>UE Méthodologiques</b>									
<b>UEM1</b>	<b>112,5h</b>	<b>45h</b>	<b>45h</b>	<b>15h</b>		<b>5</b>	<b>9</b>		
<b>Matière 1</b> Fouille de Données (FD)	67,5h	1h30	1h30	1h		3	5	40	60
<b>Matière 2</b> Informatique Quantique (IQ)	45h	1h30	1h30		1h	2	4	40	60
<b>UE Transversales</b>									
<b>UET1</b>	<b>67,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>			<b>3</b>	<b>3</b>		
<b>Matière 1</b> Programmation et Conception Architecturale Dédiées (PCAD)	45h	1h30	1h30		1h	2	2	40	60
<b>Matière 2</b> Anglais	22h	1h30				1	1	0	100
<b>Total Semestre 1</b>	<b>382,5h</b>	<b>180h</b>	<b>112,5h</b>	<b>82,5h</b>			<b>30</b>		

## 2- Semestre 2

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	14-16 sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF3</b>	<b>90h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>	<b>22,5h</b>		<b>4</b>	<b>8</b>		
<b>Matière 1</b> Bases de Données pour l'IA (BDIA)	45h	1h30		1h30		2	4	40	60
<b>Matière 2</b> Statistiques Avancées pour l'IA (SAIA)	45h	1h30	1h30		1h	2	4	40	60
<b>UEF4</b>	<b>112.5h</b>	<b>45h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>		<b>5</b>	<b>10</b>		
<b>Matière 1</b> Métaheuristiques (MH)	45h	1h30	1h30		1h	2	4	40	60
<b>Matière 2</b> Apprentissage Profond (AP)	67,5h	1h30	1h30	1h30		3	6	40	60
<b>UE Méthodologiques</b>									
<b>UEM2</b>	<b>112.5h</b>	<b>45h</b>	<b>22.5h</b>	<b>37,5h</b>		<b>5</b>	<b>9</b>		
<b>Matière 1</b> Neurosciences Computationnelles (NC)	67,5h	1h30	1h30	1h		3	5	40	60
<b>Matière 2</b> Edge AI (EAI)	45h	1h30		1h30	1h	2	4	40	60
<b>UE Transversales</b>									
<b>UET2</b>	<b>67,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22.5h</b>			<b>3</b>	<b>3</b>		
<b>Matière 1</b> Environnements et Programmation Smartphones (EPS)	45h	1h30	1h30		1h	2	2	40	60
<b>Matière 2</b> Startups et Entrepreneuriat (SE)	22,5h	1h30				1	1	0	100
<b>Total Semestre 2</b>	<b>382,5h</b>	<b>180h</b>	<b>112,5h</b>	<b>82,5h</b>			<b>30</b>		

### 3- Semestre 3

Unité d'Enseignement	VHS	V.H hebdomadaire				Coeff	Crédits	Mode d'évaluation	
	15 Sem	C	TD	TP	Autres			Continu	Examen
<b>UE fondamentales</b>									
<b>UEF5</b>	<b>112,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>	<b>45h</b>		<b>5</b>	<b>10</b>		
<b>Matière 1</b> Réseaux Récurrents Profonds (RRP)	67,5h	1h30	1h30	1h30		3	6	40	60
<b>Matière 2</b> Apprentissage par renforcement (AR)	45h	1h30		1h30		2	4	40	60
<b>UEF6</b>	<b>67,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>	<b>22,5h</b>		<b>4</b>	<b>8</b>		
<b>Matière 1</b> Traitement du Langage Naturel (TLN)	22,5h	1h30	1h30		1h	2	4	40	60
<b>Matière 2</b> Vision par Ordinateur (VO)	45h	1h30		1h30	1h	2	4	40	60
<b>UE Méthodologiques</b>									
<b>UEM3</b>	<b>112,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>	<b>37,5h</b>		<b>5</b>	<b>9</b>		
<b>Matière 1</b> Modèles de Connaissances Incertaines (MCI)	67,5h	1h30	1h30	1h		3	5	40	60
<b>Matière 2</b> Indexation et Recherche d'Images (IRI)	45h	1h30		1h30	1h	2	4	40	60
<b>UE Transversales</b>									
<b>UET3</b>	<b>67,5h</b>	<b>45h</b>	<b>22,5h</b>			<b>3</b>	<b>3</b>		
<b>Matière 1</b> Déontologie et Éthique Informatique (DEI)	22,5h	1h30				1	1	0	100
<b>Matière 2</b> Recherche Documentaire et Rapport Technique (RDRT)	45h	1h30	1h30		1h	2	2	40	60
<b>Total Semestre 3</b>	<b>360h</b>	<b>180h</b>	<b>90h</b>	<b>105h</b>			<b>30</b>		

#### 4- Semestre 4 :

**Domaine** : Mathématiques & Informatique  
**Filière** : Informatique  
**Spécialité** : Intelligence Artificielle

Projet de fin d'étude sanctionné par un mémoire et une soutenance.

	<b>VHS</b>	<b>Coeff</b>	<b>Crédits</b>
<b>Travail Personnel</b>	170	6	12
<b>Stage Pratique</b>	210	9	18
<b>Séminaires</b>	/	/	/
<b>Autre (préciser)</b>	/	/	/
<b>Total Semestre 4</b>	390	1	30

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

<b>VH</b> \ <b>UE</b>	<b>UEF</b>	<b>UEM</b>	<b>UED</b>	<b>UET</b>	<b>Total</b>
<b>Cours</b>	270	135		135	540
<b>TD</b>	157,5	90		67,5	315
<b>TP</b>	180	90		/	270
<b>Travail personnel</b>	90	45		45	180
<b>Stages</b>	/	210		/	210
<b>Total</b>	697,5	570		247,5	1524
<b>Crédits</b>	54	27		9	<b>90+30</b>
<b>% Crédits/UE</b>	60%	30%		10%	

### **III. Programme détaillé par matière**

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S1  
**Intitulé de l'UE** : UEF1  
**Intitulé de la matière** : Apprentissage Automatique (AA)  
**Crédits** : 6  
**Coefficients** : 3

### **Objectifs de l'enseignement**

Fournir des outils fondamentaux permettant l'extraction automatique des informations afin de caractériser les classes d'objets (apprentissage) et l'affectation automatique des données à ces classes (reconnaissance). Savoir définir un modèle de décision par une méthode de classification.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre et Probabilité.

### **Contenu de la matière**

1. Introduction à l'Apprentissage Automatique
2. Notions de Descripteur, Similarité et Classe
3. Apprentissage et Classification Supervisés
  1. Approches Statistiques
    1. Méthode des k-plus proches voisins (k-ppv ou k-nn)
    2. Algorithme Naïf Bayésien
    3. Maximum de Vraisemblance (EM)
  2. Approche géométrique par Discrimination linéaire
    1. Hyperplan Séparateur (cas, problème à 2 classes, SVM)
    2. Analyse Discriminante Linéaire (ACP, ADL et ses variantes)
4. Réseaux neuronaux
  1. Neurone formel et règle delta
  2. Perceptrons multi-couches
  3. Gradient et rétropropagation
5. Exemples d'applications réalisées en TP
  1. Reconnaissance automatique des voyelles du français
  2. Reconnaissance de caractères

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Gurney, K. (2018). *An introduction to neural networks*. CRC press.
- Jung, A. (2022). *Machine learning: the basics*. Springer Nature.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S1  
**Intitulé de l'UE** : UEF1  
**Intitulé de la matière** : Mathématiques pour l'IA (MIA)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Fournir aux étudiants les bases mathématiques essentielles pour comprendre et concevoir des algorithmes en intelligence artificielle. Le module couvre les outils fondamentaux en algèbre linéaire, analyse, probabilités et optimisation, indispensables pour l'apprentissage automatique et l'analyse de données. L'objectif est de permettre aux étudiants de modéliser des problèmes, d'analyser la complexité des méthodes et d'appliquer ces concepts aux algorithmes d'IA.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre linéaire (matrices, espaces vectoriels, valeurs propres). Analyse (dérivation, intégration, séries).

### **Contenu de la matière**

1. Algèbre linéaire pour l'IA
  1. Espaces vectoriels et transformations linéaires
  2. Matrices et opérations matricielles
  3. Décompositions matricielles (SVD, valeurs propres et vecteurs propres)
  4. Systèmes d'équations linéaires et applications en apprentissage automatique
2. Analyse et optimisation
  1. Fonctions et gradient
  2. Optimisation convexe et non convexe
  3. Descente de gradient et variantes (Adam, RMSprop)
  4. Fonction de perte et optimisation en apprentissage supervisé
  5. Équations différentielles
3. Probabilités et statistiques
  1. Variables aléatoires et distributions
  2. Espérance, variance et moments
  3. Modèles probabilistes appliqués à l'IA (Bayes, distributions gaussiennes)
  4. Estimation et inférence statistique
4. Introduction aux méthodes avancées
  1. Algèbres tensorielles et réseaux de neurones
  2. Processus stochastiques et applications en apprentissage
  3. Mathématiques des modèles génératifs

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu 0.4

### **Références**

- Hala Nelson. Essential Math for AI: Next-Level Mathematics for Efficient and Successful AI Systems, O'Reilly, 2023
- C. C. Agrawal. Linear Algebra and Optimization for Machine Learning: A Textbook, Springer, 2020

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S1  
**Intitulé de l'UE** : UEF2  
**Intitulé de la matière** : Systèmes Multi-Agents (SMA)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Présenter différentes approches de base de résolution collective de problèmes complexes par plusieurs agents et de les mettre en pratique par le développement de systèmes à l'aide de plateformes telles que JADE et MAY.

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions en programmation linéaire.

### **Contenu de la matière**

1. Introduction à l'Intelligence Artificielle Distribuée
  - Problématique de la résolution collective
  - Caractéristiques des applications
2. Notions Fondamentales des Agents
  - Définition d'un agent
  - Caractéristiques des agents (autonomie, réactivité, proactivité, sociabilité)
  - Types d'agents (réactifs, cognitifs, hybrides)
  - Architectures des agents (Architectures à Subsumption, BDI, ... etc.)
  - Systèmes Multi-Agents
3. Communication et Interaction entre Agents
  - Protocoles de communication (KQML, FIPA-ACL)
  - L'interaction entre les agents
  - Coordination et coopération entre les agents
  - Gestion des conflits et négociation
4. Organisation et Structure des SMA
  - Architectures centralisées vs décentralisées
  - Hiérarchies et organisations d'agents
  - Modèles de coordination (marché, stigmergie, contrats)
5. Techniques de résolution collective de problèmes
  - Le réseau de contrat
  - L'éco-résolution
  - La planification multi-agents
6. Simulation et Implémentation
  - Plateformes de développement (JADE, NetLogo, Repast).

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu 0.4

### **Références**

- J.P. Briot, Y. Demazeau. Principes et architectures des systèmes multi-agents, Hermes, 2000.
- S. Russell et P. Norvig. Artificial Intelligence: A Modern Approach (Second Edition), Prentice Hall, 2003.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S1

**Intitulé de l'UE** : UEF2

**Intitulé de la matière** : Apprentissage Non Supervisé et Clustering (ANSC)

**Crédits** : 4

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module vise à permettre aux étudiants de comprendre les principes de l'apprentissage non supervisé et ses diverses applications. Ils apprendront à explorer différentes méthodes de clustering et à identifier leurs spécificités. Les étudiants seront également amenés à appliquer ces techniques à des problématiques concrètes et multidimensionnelles, renforçant ainsi leur capacité à utiliser le clustering pour extraire des informations pertinentes à partir de données non étiquetées.

### **Connaissances préalables recommandées**

Les étudiants doivent avoir des bases en mathématiques.

### **Contenu de la matière**

- Introduction à l'apprentissage non supervisé
  - Différences avec l'apprentissage supervisé
  - Applications et cas d'usage
- Méthodes de clustering
  - K-Means et variantes
  - Clustering hiérarchique (agglomératif, divisif)
  - DBSCAN et méthodes basées sur la densité
  - GMM (Gaussian Mixture Models) et clustering probabiliste
- Évaluation de la qualité du clustering
  - Mesures internes : inertie, silhouette score
  - Mesures externes : Rand index, Mutual Information
  - Visualisation des clusters
- Prétraitement et optimisation des modèles
  - Réduction de dimensionnalité (PCA, t-SNE, UMAP)
  - Sélection du nombre optimal de clusters
- Applications pratiques
  - Segmentation de clientèle
  - Détection d'anomalies
  - Regroupement thématique de documents

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Jo, T. (2021). Machine learning foundations. *Supervised, Unsupervised, and Advanced Learning*. Cham: Springer International Publishing, 6(3), 8-44.
- Waggoner, P. D. (2021). *Modern dimension reduction*. Cambridge University Press.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S1  
**Intitulé de l'UE** : UEM1  
**Intitulé de la matière** : Fouille de Données (FD)  
**Crédits** : 5  
**Coefficients** : 3

### **Objectifs de l'enseignement**

Étudier les différents outils théoriques de la fouille : algorithmique et logiciel, ainsi que leur utilisation. Connaître les notions d'apprentissage, les algorithmes afférant et leur utilisation sur des cas pratiques : le logiciel Weka.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre linéaire, Probabilités Statistiques.

### **Contenu de la matière**

1. Introduction à la fouille de données (définitions, processus, applications, modèles, ...)
2. Rappels des statistiques (types de variables, représentations graphiques, ...)
3. Classification automatique
4. Recherche de règles d'associations
5. Arbres de décision
6. Réseaux Bayésien

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu 0.4

### **Références**

- G. Saporta. Probabilités, analyse des données et statistique. Technip Paris, 1990.
- H. Bock, E. Diday. Analysis of Symbolic Data. Exploratory methods for extracting statistical information from complex data. Springer Verlag, ISBN 3-540-66619-2. (2000)
- Diday, Y. Kodratoff, P. Brito, M. Moulet. Induction symbolique numérique à partir de données. Cépadues. [www.editions-cepadues.fr](http://www.editions-cepadues.fr).

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S1  
**Intitulé de l'UE** : UEM1  
**Intitulé de la matière** : Informatique Quantique (IQ)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### **Objectif de l'enseignement**

Comprendre les principes fondamentaux de la mécanique quantique sous-jacents à l'informatique quantique (superposition, intrication, mesure, etc.). Explorer les modèles de calcul quantique, notamment les qubits, les portes quantiques et les algorithmes clés (comme l'algorithme de Shor).

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre linéaire, Analyse fonctionnelle, Algorithmique

### **Contenu de la matière**

1. Éléments de base du calcul quantique
2. Intrication quantique et protocoles de téléportation
3. Algorithme de factorisation de Shor
4. La correction d'erreurs quantiques

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu 0.4

### **Références :**

- M.A. Nielsen and I.L. Chuang, 'Quantum Computation and Quantum Information', Cambridge University Press, (2010).
- N.D. Mermin, 'Calculs et algorithmes quantiques : Méthodes et exemples', EDP Sciences,(2010).

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S1

**Intitulé de l'UE** : UET1

**Intitulé de la matière** : Programmation et Conception Architecturale Dédiées (PCAD)

**Crédits** : 2

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module couvre des compétences pratiques en résolution de problèmes à travers l'utilisation de différents paradigmes de programmation adaptés à des besoins variés (modularité, réutilisabilité, traitement et analyse de données, systèmes complexes, etc.). Les participants apprendront également à concevoir des systèmes robustes, évolutifs et interopérables en utilisant des architectures et des pratiques modernes (SOA, micro services, serverless, infrastructures cloud, DevOps, etc.).

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions de base en algorithmique et en programmation.

### **Contenu de la matière**

- Chapitre 1 : Introduction aux paradigmes de programmation et résolution de problèmes
- Chapitre 2 : Paradigme de programmation impérative
- Chapitre 3 : Paradigme de programmation orientée objet
- Chapitre 4 : Paradigme de programmation fonctionnelle
- Chapitre 5 : Architecture orientée services (SOA)
- Chapitre 6 : Architecture serverless et cloud computing

**Mode d'évaluation** Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Biehl, M. (2016). RESTful API Design. United Kingdom: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Domingus, J., Arundel, J. (2022). Cloud Native DevOps with Kubernetes. United States: O'Reilly Media.
- Erl, T. (2011). Service-Oriented Architecture : Concepts, Technology, and Design. (n.p.): Pearson Education.
- Martin, R. C. (2009). Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship. Germany: Prentice Hall.
- Newman, S. (2021). Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. United States: O'Reilly Media.
- Sbarski, P., Cui, Y., Nair, A. (2022). Serverless Architectures on AWS, Second Edition. United Kingdom: Manning.
- Scott, M. (2015). Programming Language Pragmatics. Netherlands: Morgan Kaufmann.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S1

**Intitulé de l'UE** : UET1

**Intitulé de la matière** : Anglais

**Crédits** : 1

**Coefficients** : 1

### **Objectifs de l'enseignement**

Apprendre le maniement de la langue anglaise pour pouvoir lire des revues spécialisées de l'informatique ainsi que de bien rédiger des documents et rapports.

### **Contenu de la matière**

A travers des documents ou articles scientifiques en informatique, étudier l'anglais technique informatique et la terminologie indispensable.

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S2  
**Intitulé de l'UE** : UEF3  
**Intitulé de la matière** : Base de Données pour l'IA (BDIA)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### Objectifs de l'enseignement

Les objectifs de ce module sont de comprendre les limites des bases de données relationnelles et explorer des alternatives NoSQL adaptées aux exigences de l'intelligence artificielle. Découvrir les différentes catégories de bases de données NoSQL (clé-valeur, document, graphes, etc.) ainsi que leurs applications dans le domaine de l'IA. Maîtriser les bases de données vectorielles pour la recherche sémantique. Apprendre à exploiter des bases de données en mémoire afin de répondre aux besoins des applications IA à haute performance. Approfondir les concepts liés aux bases de données temporelles pour le suivi et l'analyse de données chronologiques en intelligence artificielle.

### Connaissances préalables recommandées

Notions en bases de données relationnelles.

### Contenu de la matière

- Chapitre 1 : Du relationnel vers le NoSQL
- Chapitre 2 : Bases de données NoSQL
- Chapitre 3 : Bases de données orientées graphes
- Chapitre 4 : Bases de données vectorielles
- Chapitre 5 : Bases de données en mémoire
- Chapitre 6 : Bases de données temporelles

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### Références

- Azarmi, B., Vestal, J. (2023). *Vector Search for Practitioners with Elastic: A Toolkit for Building NLP Solutions for Search, Observability, and Security Using Vector Search*. United Kingdom: Packt Publishing.
- Da Silva, M. D., Tavares, H. L. (2015). *Redis Essentials*. India: Packt Publishing.
- Bradshaw, S., Brazil, E., Chodorow, K. (2019). *MongoDB: The Definitive Guide: Powerful and Scalable Data Storage*. United States: O'Reilly Media.
- Nielsen, A. (2019). *Practical Time Series Analysis: Prediction with Statistics and Machine Learning*. United States: O'Reilly Media.
- Kleppmann, M. (2017). *Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems*. United States: O'Reilly Media.
- Perkins, L., Redmond, E., Wilson, J. (2018). *Seven Databases in Seven Weeks: A Guide to Modern Databases and the NoSQL Movement*. Germany: Pragmatic Bookshelf.
- Robinson, I., Webber, J., Eifrem, E. (2015). *Graph Databases: New Opportunities for Connected Data*. China: O'Reilly Media.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S2  
**Intitulé de l'UE** : UEF3  
**Intitulé de la matière** : Statistiques avancées pour l'IA (SAIA)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### Objectifs de l'enseignement

Ce module vise à initier les étudiants à l'évaluation des systèmes d'IA en leur permettant de comprendre son importance pour garantir performance, robustesse et équité. Ils acquerront des compétences pratiques sur l'évaluation de divers modèles (classification, régression, clustering, génératifs, recommandation) et apprendront à choisir les bonnes métriques. L'accent sera mis sur les problèmes classiques comme le biais et le surapprentissage, ainsi que sur l'interprétation des résultats. Les étudiants exploreront aussi la robustesse et l'équité des modèles face aux attaques adversariales. Enfin, des études de cas permettront d'appliquer ces connaissances en contexte réel.

### Connaissances préalables recommandées

Les étudiants doivent maîtriser les bases en mathématiques et statistiques (probabilités, tests d'hypothèses, régression), ainsi que les fondamentaux de l'IA (apprentissage supervisé et non supervisé, entraînement des modèles). Ils doivent aussi être à l'aise avec Python et ses bibliothèques (NumPy, pandas, scikit-learn) pour manipuler des données et entraîner des modèles, ainsi qu'en analyse et visualisation des données.

### Contenu de la matière

- Chapitre 1 : Introduction à l'évaluation des systèmes d'IA
- Chapitre 2 : Bases statistiques pour l'évaluation
- Chapitre 3 : Métriques pour l'évaluation des modèles d'IA
- Chapitre 4 : Analyse des résultats et comparaison des modèles
- Chapitre 5 : Évaluation avancée des systèmes d'IA
- Chapitre 6 : Études de cas et synthèse

**Mode d'évaluation** Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### Références

- Bertsekas, D. P., & Tsitsiklis, J. N. (2008). Introduction to probability (2nd ed.). Athena Scientific.
- Ross, S. M. (2020). Probability and statistics for engineers and scientists (10th ed.). Pearson.
- Wasserman, L. (2004). All of statistics: A concise course in statistical inference. Springer Science & Business Media.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction (2nd ed.). Springer.
- McKinney, W. (2022). Python for data analysis: Data wrangling with Pandas, NumPy, and Jupyter (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Bruce, P., & Bruce, A. (2020). Practical statistics for data scientists: 50+ essential concepts using R and Python (2nd ed.). O'Reilly Media.
- James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). An introduction to statistical learning with applications in R (2nd ed.). Springer.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S2  
**Intitulé de l'UE** : UEF4  
**Intitulé de la matière** : Métaheuristiques (MH)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Comprendre les principes des métaheuristiques et leur rôle dans l'optimisation de problèmes complexes où les approches exactes sont inefficaces. Explorer les principales familles d'algorithmes (génétiques, colonies de fourmis, recuit simulé etc.) et leurs mécanismes d'exploration et d'exploitation. Mettre en œuvre et expérimenter ces algorithmes sur des problèmes d'optimisation en IA, notamment en apprentissage automatique et en recherche opérationnelle.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre linéaire, Analyse fonctionnelle, Algorithmique

### **Contenu de la matière**

1. Concepts de base
2. Les algorithmes génétiques
3. Les colonies de fourmis
4. Le recuit simulé
5. La recherche tabou

**Mode d'évaluation** Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références :**

- P. Siarry, Méta-heuristiques : Recuits simulé, recherche avec tabous, recherche à voisinages variables, méthodes GRASP, algorithmes évolutionnaires, fourmis artificielles, essaims particuliers et autres méthodes d'optimisation, Eyrolles, 2014.
- E. D. Taillard, Design of Heuristic Algorithms for Hard Optimization, Series : Graduate Texts in Operations Research, Springer International Publishing, 2023.
- S. Mirjalili, A. H.Gandomi, "Comprehensive Metaheuristics : Algorithms and Applications Elsevier Science, 2023.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S2  
**Intitulé de l'UE** : UEF4  
**Intitulé de la matière** : Apprentissage Profond (AP)  
**Crédits** : 6  
**Coefficients** : 3

### Objectifs de l'enseignement

Fournir aux étudiants une compréhension approfondie des modèles d'apprentissage profond et de leurs applications. Ce module couvre les architectures neuronales avancées, notamment les réseaux convolutionnels (CNN), les autoencodeurs et les réseaux adversariaux génératifs (GAN). L'accent est mis sur la conception, l'optimisation et l'implémentation de ces réseaux pour résoudre des problèmes complexes en intelligence artificielle.

### Connaissances préalables recommandées

Notions en algèbre linéaire et optimisation, probabilités et statistiques

### Contenu de la matière

1. Introduction à l'apprentissage profond
    - Rappels sur les réseaux de neurones artificiels
    - Descente de gradient et optimisation des modèles
  2. Réseaux de neurones convolutionnels (CNN)
    - Convolution, pooling et activations
    - Architectures classiques (LeNet, AlexNet, VGG, ResNet)
  3. Autoencodeurs et représentations latentes
    - Architecture des autoencodeurs
    - Autoencodeurs variationnels (VAE)
  4. Réseaux adversariaux génératifs (GAN)
    - Principe des GAN : générateur vs discriminateur
    - Architecture et formation des GAN
  5. Techniques d'optimisation et de régularisation
    - Batch Normalization et Dropout
    - Stratégies de réduction du sur-apprentissage
    - Choix des hyperparamètres et tuning des modèles
- Exemples d'applications réalisées en TP
- Classification d'images avec CNN
  - Compression et débruitage avec autoencodeurs
  - Génération d'images avec GAN
  - Interpolation et manipulation de représentations latentes

**Mode d'évaluation** Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### Références

- Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., & Bengio, Y. (2016). *Deep learning* (Vol. 1, No. 2). Cambridge: MIT press.
- Weidman, S. (2019). *Deep learning from scratch: Building with python from first principles*. O'Reilly Media.
- Chollet, F., & Chollet, F. (2021). *Deep learning with Python*. Simon and Schuster.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S2

**Intitulé de l'UE** : UEM2

**Intitulé de la matière** : Neurosciences Computationnelles (NC)

**Crédits** : 5

**Coefficients** : 3

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module vise à introduire les concepts fondamentaux des réseaux de neurones impulsionnels (SNN - Spiking Neural Networks) et des modèles biologiquement inspirés du cerveau. Il mettra l'accent sur les modèles neuronaux dynamiques, les mécanismes d'apprentissage synaptique, ainsi que les perspectives offertes par les SNN pour l'intelligence artificielle neuromorphique. Les étudiants apprendront à modéliser et simuler des SNN, à comprendre leur fonctionnement basé sur des potentiels d'action et à explorer leurs applications, notamment dans les systèmes basse consommation et les architectures matérielles inspirées du cerveau humain.

### **Connaissances préalables recommandées**

Connaissance en équations différentielles, programmation python

### **Contenu de la matière**

1. Introduction aux Réseaux de Neurones Impulsionnels (SNN)
  - Différences entre réseaux de neurones classiques (ANN) et réseaux de neurones impulsionnels (SNN)
2. Modélisation des Neurones Impulsionnels
  - Le modèle Integrate-and-Fire et ses variantes
  - Le modèle Hodgkin-Huxley et les bases électrophysiologiques
  - Autres modèles avancés : Izhikevich, Adaptive Exponential IF
3. Codage de l'Information dans les SNN
  - Codage temporel : taux de fréquence, time-to-first-spike
  - Codage spatial et temporel combiné
  - Transmission synaptique et rôle du bruit neuronal
4. Apprentissage dans les SNN et Plasticité Synaptique
  - Apprentissage hebbien et règles de Hebb
  - Plasticité à long terme (LTP) et à court terme (LTD)
  - Plasticité dépendante du temps des spikes (STDP)
5. Simulations et Implémentation des SNN
  - Outils et frameworks pour la simulation des SNN : NEST, Brian, SpiNNaker
  - Conception et entraînement d'un réseau SNN simple
  - Optimisation des SNN et hybridation avec des réseaux neuronaux profonds

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Izhikevich, E. M. (2007). *Dynamical systems in neuroscience*. MIT press.
- Dayan, P., & Abbott, L. F. (2005). *Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems*. MIT press.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S2

**Intitulé de l'UE** : UEM2

**Intitulé de la matière** : Edge AI (EAI)

**Crédits** : 4

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Le module **Edge AI** vise à introduire les concepts, technologies, et applications de l'intelligence artificielle déployée en périphérie (Edge). Ce module permettra aux étudiants de comprendre comment concevoir et implémenter des solutions d'IA directement sur des dispositifs embarqués, tels que les capteurs, les appareils mobiles et les objets connectés, en minimisant la dépendance aux infrastructures de cloud. L'objectif est de former les étudiants à développer des applications IA performantes et autonomes, capables de traiter des données en temps réel et de répondre aux contraintes de puissance et de bande passante, essentielles dans des domaines tels que l'Internet des objets (IoT), les systèmes embarqués et les applications de villes intelligentes.

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions en machine learning (apprentissage supervisé et non-supervisé)

### **Contenu de la matière**

1. Introduction à l'Edge AI
2. Matériels et Architectures pour l'Edge AI
3. Optimisation de Modèles pour l'Edge AI
4. Algorithmes et Applications d'Edge AI
5. Déploiement de Solutions Edge AI
6. Études de Cas et Projets Pratiques

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Wang, X., Han, Y., Leung, V. C., Niyato, D., Yan, X., & Chen, X. (2020). *Edge AI: Convergence of edge computing and artificial intelligence*. Springer Nature
- Singh, A., Kukreja, V., & Gandomani, T. J. (Eds.). (2022). *Machine Learning for Edge Computing: Frameworks, Patterns and Best Practices*. CRC Press.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S2

**Intitulé de l'UE** : UET2

**Intitulé de la matière** : Environnements et Programmation Smartphones (EPS)

**Crédits** : 2

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Étudier les différents environnements de développement des applications pour les Smartphones, parallèles et distribuées pour l'IA, mobiles (telles en robotique, capteurs, télédétection) et/ou embarqués. Être capable de concevoir, d'écrire et de développer dans ces environnements.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algorithmique et structures de données orientées objets.

### **Contenu de la matière**

1. Les principaux paradigmes de la programmation dans les environnements :
  - a) Smartphones
    - i. Android
    - ii. iOS
  - b) Parallèle : transformationnel ou réactif
    - i. Parallélisme implicite ou explicite
    - ii. Tâches ou processus communicants
    - iii. Mémoire commune ou passage de message
    - iv. Langages parallèles et systèmes parallèles.
2. Introduction à l'algorithmique parallèle et distribuée.
3. Réalisation d'une application liée à l'IA pour l'environnement Smartphone.

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- <http://uploads.siteduzero.com/pdf/553417-creez-des-applications-pour-iphone-ipad-et-ipod-touch.pdf>
- [http://nquantin.free.fr/SiteDuZero\\_android.pdf](http://nquantin.free.fr/SiteDuZero_android.pdf)
- <https://openclassrooms.com/courses/creez-des-applications-pour-android>
- <https://openclassrooms.com/courses/creez-des-applications-pour-windows-phone>

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S2  
**Intitulé de l'UE** : UET2  
**Intitulé de la matière** : Startups et Entrepreneuriat (SE)  
**Crédits** : 1  
**Coefficients** : 1

### **Objectifs de l'enseignement**

Apprendre comment lancer et gérer une Startup informatique. Constituer une équipe de développeurs, trouver un financement, respecter les règles juridiques et être incubé par une institution ou une entreprise privée, ce sont les éléments à maîtriser pour réussir une Startup.

### **Contenu de la matière**

- Lancer et gérer une Startup informatique :
1. Composition Humaine et Modèle économique
  2. Développement International
  3. Finance et Juridique
  4. Incubateurs/Accélérateurs/Pépinières/FabLAB
  5. Espaces Coworking
  6. Mentorat/Financement/Business Angels
  7. Capital Risque

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen

### **Références**

- Olivier Ezratty, "Guide des start-up", 19ème Ed., 2015.
- Eric Ries, "Learn Start-up : Adopter l'innovation continue", 2012.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S3

**Intitulé de l'UE** : UEF5

**Intitulé de la matière** : Réseaux Récurrents Profonds (RRP)

**Crédits** : 6

**Coefficients** : 3

### Objectifs de l'enseignement

Fournir aux étudiants une compréhension approfondie des réseaux neuronaux récurrents (RNN) et de leurs extensions modernes. Ce module couvre les architectures avancées telles que les LSTM, GRU, mécanismes d'attention et Transformers, tout en mettant l'accent sur leur implémentation et leurs applications à des problèmes séquentiels tels que le traitement du langage naturel et la modélisation temporelle.

### Connaissances préalables recommandées

Algèbre linéaire et optimisation, probabilités et statistiques, programmation en Python (PyTorch ou TensorFlow), bases des réseaux neuronaux et de l'apprentissage profond.

### Contenu de la matière

1. Introduction aux Réseaux Récurrents
  - Principe des RNN et différence avec les MLP et CNN
  - Propagation temporelle et rétropropagation à travers le temps (BPTT)
  - Problèmes de gradient (explosion et dissipation) et solutions
2. LSTM et GRU : Mémorisation efficace des séquences
  - Architecture et fonctionnement des Long Short-Term Memory (LSTM)
  - Architecture des Gated Recurrent Units (GRU)
  - Comparaison et choix d'architecture en fonction des applications
3. Mécanismes d'Attention
  - Limites des RNN classiques et besoin d'un mécanisme d'attention
  - Attention globale vs locale
  - Implémentation de l'attention pour le traitement du langage naturel
4. Introduction aux Transformers
  - L'architecture Transformer : auto-attention et encodage positionnel
  - Comparaison avec les architectures récurrentes
5. Modèles Basés sur les Transformers
  - Modèles pré-entraînés : BERT, GPT, T5
  - Transfert d'apprentissage et fine-tuning
6. Optimisation et Entraînement des Modèles Récurrents
  - Stratégies pour accélérer l'entraînement (batching, masquage)
  - Régularisation et dropout pour les RNN

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### Références

- Salem, F. M., & Salem, F. M. (2022). Recurrent neural networks (rnn). *Recurrent Neural Networks: From Simple to Gated Architectures*, 43-67.
- Tyagi, A. K., & Abraham, A. (Eds.). (2022). Recurrent neural networks: Concepts and applications.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S3

**Intitulé de l'UE** : UEF5

**Intitulé de la matière** : Apprentissage par Renforcement (AR)

**Crédits** : 4

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module a pour objectif d'initier les étudiants aux fondements théoriques et aux méthodes pratiques de l'apprentissage par renforcement (RL). Il couvre les principes mathématiques, les algorithmes classiques et les approches modernes basées sur l'apprentissage profond. À l'issue du module, les étudiants seront capables de concevoir, implémenter et expérimenter des agents intelligents capables d'apprendre à interagir avec un environnement pour maximiser une récompense.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre linéaire et optimisation, programmation en Python, bases sur l'apprentissage des réseaux neuronaux et de l'apprentissage profond.

### **Contenu de la matière**

1. Théorie de la décision et applications
2. Introduction à l'Apprentissage par Renforcement (Définitions et applications)
3. Formalisation du Problème (MDP, états/actions/récompenses, politiques, fonction de valeurs)
4. Algorithmes Classiques du RL (TD Learning, méthodes Monte-Carlo, Q-learning, SARSA)
5. Exploration et Exploitation (stratégies epsilon-greedy, UCB, Impact du bruit ...)
6. Apprentissage par Renforcement Profond (Deep RL, DQN, PPO)

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Sutton, R. S., & Barto, A. G. (1998). Reinforcement learning: An introduction (Vol. 1, No. 1, pp. 9-11). Cambridge: MIT press.
- Nandy, A., & Biswas, M. (2017). Reinforcement learning: with open AI, tensorflow and keras using python. Apress.
- Zai, A., & Brown, B. (2020). Deep reinforcement learning in action. Manning.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S3

**Intitulé de l'UE** : UEF6

**Intitulé de la matière** : Traitement du Langage Naturel (TLN)

**Crédits** : 4

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module vise à fournir aux étudiants les fondements théoriques et pratiques du Traitement du Langage Naturel (TLN). Il couvre les principales méthodes d'analyse, de représentation et de modélisation du langage en mettant l'accent sur les modèles statistiques, l'apprentissage profond et les approches modernes basées sur les Transformers. Les étudiants apprendront à concevoir et implémenter des modèles de TLN appliqués à la classification de texte, la traduction automatique, l'analyse de sentiment et la génération de texte.

### **Connaissances préalables recommandées**

Algèbre linéaire et probabilités, apprentissage automatique et réseaux de neurones, programmation en Python (bibliothèques : NLTK, SpaCy, TensorFlow/PyTorch)

### **Contenu de la matière**

1. Introduction au Traitement du Langage Naturel (définitions & applications)
2. Représentation des Textes (tokenization, lemmatisation, bag-of-words, TF-IDF, Word2Vec...)
3. Modèles Statistiques pour le TLN (N-grammes, HMM, CRF)
4. Réseaux Neuronaux pour le TLN (CNN, LSTM, GRU, attention)
5. Transformers et Modèles Prédéfinis (BERT, GPT, T5, fine-tuning, applications)
6. Traitement Multilingue et Traduction Automatique (Seq2Seq, traduction, alignement)
7. Applications Avancées et Déploiement (Analyse de sentiments, génération de texte, chatbot)

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Eisenstein, J. (2018). Natural language processing. Jacob Eisenstein, 507.
- Hagiwara, M. (2021). Real-world natural language processing: practical applications with deep learning. Simon and Schuster.
- Ghosh, S., & Gunning, D. (2019). Natural language processing fundamentals: build intelligent applications that can interpret the human language to deliver impactful results. Packt Publishing Ltd.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle  
**Semestre** : S3  
**Intitulé de l'UE** : UEF6  
**Intitulé de la matière** : Vision par Ordinateur (VO)  
**Crédits** : 4  
**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Ce module vise à approfondir les connaissances en traitement et analyse d'images numériques en utilisant des techniques avancées de vision par ordinateur. Il permet aux étudiants de comprendre les principes fondamentaux de l'extraction et de l'interprétation d'informations visuelles à partir d'images et de vidéos, et d'appliquer ces concepts dans divers domaines tels que la reconnaissance d'objets, la vision industrielle, et l'IA embarquée (Edge AI). Ce module s'appuie sur les bases acquises en traitement de l'image, apprentissage profond (CNN) et ingénierie des données pour introduire des techniques avancées de vision par ordinateur et d'optimisation des modèles pour des applications en temps réel.

### **Connaissances préalables recommandées**

Connaissance en réseaux de neurones, programmation en Python.

### **Contenu de la matière**

- 1 - Introduction à la Vision par Ordinateur
- 2 - Pré-traitement des Images
- 3 - Extraction de Caractéristiques et Représentation des Images
- 4 - Apprentissage Profond pour la Vision par Ordinateur
- 5 - Reconnaissance d'Objets et Suivi Visuel

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- Stockman, G., & Shapiro, L. G. (2001). Computer vision. Prentice Hall PTR.
- Szeliski, R. (2022). Computer vision: algorithms and applications. Springer Nature.
- Forsyth, D. A., & Ponce, J. (2002). Computer vision: a modern approach. prentice hall professional technical reference.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S3

**Intitulé de l'UE** : UEM3

**Intitulé de la matière** : Modèles de Connaissances Incertaines (MCI)

**Crédits** : 5

**Coefficients** : 3

### **Objectifs de l'enseignement**

Savoir utiliser différents schémas de représentation de connaissances. Maîtriser un formalisme de traitement de connaissances incertaines : les Réseaux Bayésien. Maîtriser un formalisme de raisonnement approximatif sur des connaissances imprécises, telle la logique floue.

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions élémentaires en logique, en théorie des graphes et en théorie des probabilités.

### **Contenu de la matière**

1. Rappels sur les Statistiques/Probabilités
2. Différents schémas de représentation des connaissances
  - a. Différents types de connaissance (descriptive, procédurale, heuristique) et différentes techniques de représentation (déclarative, graphique, structurée).
  - b. Représentation en logique
  - c. Représentation par graphes conceptuels
  - d. Représentation en logique de descriptions
3. Représentation et traitement de connaissances incertaines
  - a. Modèles graphiques probabilistes
  - b. Propagation de l'information dans les réseaux Bayésien
  - c. Application à l'aide à la décision
4. Connaissances vagues et raisonnement approximatif par la logique floue
  - a. Introduction à la logique floue
  - b. Application au traitement de connaissances imparfaites
  - c. Principaux domaines d'applications

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- S. Russel, P. Norvig. "Intelligence Artificielle", Pearson Education, 2006.
- F. Jensen. "An introduction to Bayesian Networks", UCL Press.
- L. Gacôgne. "Eléments de logique floue", Hermès, 1997.

**Intitulé du Master :** *Intelligence Artificielle*

**Semestre :** S3

**Intitulé de l'UE :** UEM3

**Intitulé de la matière :** Indexation et Recherche d'Images (IRI)

**Crédits :** 4

**Coefficients :** 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Apprendre à gérer et utiliser des bases d'images (internet ou grande BD) en développant des systèmes d'indexation et de recherche d'images par le contenu ou par le contenu sémantique, où une interface permet à l'utilisateur de faire la requête et avoir les résultats avec les mesures lui permettant d'évaluer le système.

### **Connaissances préalables recommandées**

Notions en bases de données.

### **Contenu de la matière**

1. Indexation et recherche textuelle d'images
  - a. Indexation textuelle manuelle et automatique
  - b. Modèles classiques de recherche textuelle
  - c. Les bases d'images
  - d. Types de requêtes
  - e. Avantages et limites
  
2. Indexation et recherche d'images par le contenu visuel
  - a. Les types de systèmes
  - b. Extraction des informations visuelles et descripteurs
  - c. Mesure de similarité entre descripteurs
  - d. Types de requêtes visuelles
  - e. Bouclage de pertinence
  
3. Systèmes de recherche d'images combinant textes et images

**Mode d'évaluation :** Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

- H. Silkan. Indexation et recherches d'images par le contenu: application a une base de formes, Editions Universitaires Européennes.
- J. M. Turner. Images en Mouvement : Stockage, Repérage, Indexation, Presse de l'université du Québec.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S3

**Intitulé de l'UE** : UET3

**Intitulé de la matière** : Déontologie et Ethique Informatique (DEI)

**Crédits** : 1

**Coefficients** : 1

### **Objectifs de l'enseignement**

Étudier la façon dont les usagers et les professionnels de l'informatique font un usage de l'information et prennent des décisions au regard de critères éthiques . L'éthique de l'informatique s'intéresse tant à la gouvernance (décision du management) qu'au comportement individuel des utilisateurs et des professionnels de l'informatique.

### **Contenu de la matière**

1. Introduction à la déontologie, l'éthique et droit informatique
2. Un droit Charte commune vs code de déontologie : la connaissance des métiers ; la transparence ; l'impartialité ; la qualité ; l' innovation ; la diffusion de l'information ; le partage des connaissances ; la productivité ; le suivi.
3. Intégration de systèmes ; progiciels ; infogérance ; conseil.
4. Droit informatique
5. Ethique
6. Code de déontologie

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen

### **Références**

Tout document ou papier universitaire référencé.

- Déontologie des usages des SI, par le CIGREF , avec le Cercle d'Éthique des Affaires (CEA) (2006) ;
- Charte AFAl , applicable à tout utilisateur d'un système de base de connaissance (2006) ;
- Charte du conseil général, applicable aux agents, aux vacataires, et aux prestataires.

**Intitulé du Master** : Intelligence Artificielle

**Semestre** : S3

**Intitulé de l'UE** : UET3

**Intitulé de la matière** : Recherche Documentaire et Rapport Technique (RDRT)

**Crédits** : 2

**Coefficients** : 2

### **Objectifs de l'enseignement**

Apprendre à aborder la lecture et la compréhension des revues spécialisées de l'informatique ainsi que la rédaction des papiers essentiellement en langue anglaise.

### **Contenu de la matière**

1. Etudier des articles scientifiques informatiques en langue anglaise.
2. Apprendre à lire, à rédiger de tels papiers et rapports en suivant une démarche scientifique et les protocoles techniques basés expérimentation reconnus par la communauté scientifique tout en mettant en valeur et en avant la thématique abordée.
3. Réaliser des présentations en Latex, Beamer et autres.

**Mode d'évaluation** : Moyenne Matière = Note Examen x 0.6 + Note de Contrôle Continu x 0.4

### **Références**

Tout document ou papier universitaire référencé.

## **IV. Accords ou conventions**

## Avis et visas des organes administratifs et consultatifs

Intitulé du Master : Intelligence Artificielle

Chef de département + responsables de l'équipe de domaine	
Avis du chef de département	Avis et visa du responsables de domaine
Date :	Date :
Conseil scientifique de faculté	
Avis et visa du Conseil scientifique de la faculté	Avis et visa du comité scientifique de département
Date :	Date :
Doyen de la faculté	
Avis et visa du doyen de la faculté	
Date :	
Chef d'établissement universitaire	
Avis et visa du conseil scientifique de l'Université	
Date :	

**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)**