

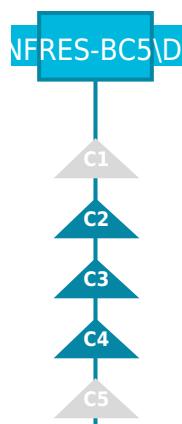
**Pourquoi cette UE ?**

En fonction du secteur d'activité, des projets confiés et de la nature des missions, l'ensemble des compétences du référentiel de formation pourra potentiellement être mobilisé au cours de la formation en entreprise. Le contexte de chaque structure d'accueil permettra ainsi une mise en œuvre différenciée mais complémentaire des apprentissages.

**Eléments constitutifs de l'UE**

coefficients		
INFRES_9_2_DL-1 Machine Learning Operations: MLOps	2	
INFRES_9_2_DL-2 Environnement ASP .Net Microsoft	3	
INFRES_9_2_DL-3 Intelligence artificielle : apprentissage profond	4	
Volume d'heures d'enseignement encadré	Volume d'heures de travail personnel	Nombre d'ECTS
101	37	5

Alignement curriculaire

**Parmi les compétences visées par la formation, lesquelles sont développées dans cette UE ?**

- BC1** L'UE ne contribue pas à ce bloc de compétences
- BC1** L'UE contribue à ce bloc de compétences
- C1** Compétence non adressée dans cette UE
- c1** Compétence mise en œuvre dans cette UE
- c1** Compétence enseignée dans cette UE
- c1** Compétence évaluée dans cette UE
- c1** Compétence enseignée et évaluée dans cette UE

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Ce cours s'inscrit dans un contexte où les entreprises cherchent à transformer rapidement les avancées de l'intelligence artificielle en solutions concrètes et opérationnelles. Si l'apprentissage automatique permet de créer des modèles performants, leur intégration en production pose des défis majeurs : automatisation des déploiements, gestion des versions, supervision, scalabilité et respect des contraintes de sécurité et de conformité. Les enjeux sont donc de fournir aux élèves une méthodologie et des outils pour fiabiliser et industrialiser l'IA, en s'appuyant sur les principes du DevOps adaptés au machine learning. Ce cours vise à développer une approche complète du cycle de vie des modèles, de la phase expérimentale à leur exploitation durable, afin de répondre aux besoins réels des organisations tout en garantissant efficacité, qualité et pérennité des solutions déployées.

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales****Modalités d'enseignement et d'évaluation****Prérequis**

Cours d'Intelligence Artificiel

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	11
TD	
TP	8
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- Comprendre les principes et enjeux du MLOps
- Maîtriser le cycle de vie complet d'un modèle IA (conception, déploiement, supervision)
- Appliquer les pratiques DevOps adaptées au machine learning
- Mettre en place l'automatisation et la gestion des versions des modèles
- Développer des compétences pour fiabiliser, sécuriser et faire évoluer des solutions IA en production

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc.)

- Cours  
TP

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

- TP  
QCM

## Plan de cours

- Introduction au MLOps
- Définition, enjeux et comparaison avec DevOps
- Problématiques liées à l'industrialisation du machine learning
- Cycle de vie d'un modèle IA
- De l'expérimentation à la mise en production
- Gestion des datasets, entraînement, évaluation et réentraînement
- Gestion des versions et des artefacts
- Suivi des données, modèles et configurations
- Outils de versionning adaptés (Git, DVC, MLflow)
- Automatisation et CI/CD pour le machine learning
- Pipelines d'entraînement et de déploiement
- Tests, intégration continue et validation des modèles
- Déploiement des modèles en production
- Stratégies de déploiement (API, conteneurs, microservices)
- Orchestration avec Kubernetes et intégration cloud
- Supervision et monitoring
- Suivi des performances des modèles et dérive des données
- Détection des anomalies et alertes
- Sécurité et conformité
- Gestion des accès et protection des données
- Respect des normes et aspects éthiques
- Cas pratiques et mise en situation
- Construction d'un pipeline complet
- Déploiement d'un modèle simple et suivi en production
- Perspectives et bonnes pratiques
- Évolution du MLOps dans les infrastructures modernes
- Intégration avec les architectures orientées microservices et cloud

## Ressources et références

Support de cours disponible sur Campus.

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Ce cours s'inscrit dans le contexte de la forte demande en développement d'applications web robustes, sécurisées et évolutives. Dans un environnement où les organisations migrent vers des solutions numériques intégrées et souvent hébergées dans le cloud, ASP .NET fournit un cadre moderne, soutenu par Microsoft, qui facilite la création de services et d'applications performants. Les enjeux sont multiples : acquérir une maîtrise pratique d'un framework largement utilisé en entreprise, compléter les notions de conception d'applications orientées services et microservices, intégrer les bonnes pratiques de sécurité et de gestion des données, et apprendre à déployer des solutions dans des environnements hybrides ou cloud. Ce cours permet ainsi aux élèves de se familiariser à un écosystème complet de la programmation selon Microsoft.

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales**

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure

**Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	14
TD	
TP	20
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	2
Travail personnel	7

**Prérequis**

Programmation orientée objet

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- S'adapter à plusieurs types de langages de programmation
- Découverte du framework .NET
- Organiser son code avec différents patterns .NET
- Maîtriser les patterns MVC et MVVM

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc. )

Cours et travaux pratiques en alternance.  
2 projets pour appliquer chaque notion.

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Evaluation :  
Contrôle et TP

Retour sur l'évaluation fait à l'élève :  
Copies corrigées et consultables sur demande

**Plan de cours**

- La programmation orientée objet en c#
- Découverte d'ASP.NET
- Architecture MVC
- Découverte XAML avec windows phone + Architecture MVVM

**Ressources et références**

Les supports pédagogiques sont disponibles en ligne sous Campus.

**Contexte et enjeux de l'enseignement**

Cette unité d'enseignement initie les étudiants aux fondements théoriques et aux pratiques avancées de l'apprentissage profond, un pilier de l'intelligence artificielle contemporaine. Elle couvre les architectures clés telles que les MLP, CNN, RNN et Transformers, tout en introduisant les techniques modernes d'entraînement, de régularisation et de spécialisation (fine-tuning) des modèles. Une attention particulière est portée à la compréhension fine des mécanismes d'apprentissage des réseaux de neurones, notamment la rétropropagation, le calcul des gradients, les fonctions de perte et les algorithmes d'optimisation. Les étudiants apprendront à utiliser PyTorch, l'une des bibliothèques les plus répandues en recherche et en industrie, pour concevoir, entraîner et évaluer des modèles sur des jeux de données réels (images, texte, séries temporelles). L'ECUE est structurée autour de cinq axes progressifs : fondements théoriques, architectures, entraînement de modèles, transfert et adaptation, et mise en œuvre pratique.

**Prise en compte des dimensions socio-environnementales**

ODD9 - Industrie, innovation et infrastructure

**Prérequis**

Bases en Python, Mathématiques pour l'IA : algèbre linéaire, dérivées partielles, probabilités Notions fondamentales d'apprentissage automatique (régression, classification, surapprentissage)

**Modalités d'enseignement et d'évaluation**

	Nb d'heures
Cours	
Cours intégré (cours + TD)	14
TD	
TP	30
Projets	
Travail en autonomie encadré	
Contrôles et soutenances	1
Travail personnel	30

**Objectifs pédagogiques**

(à la fin de cet enseignement, l'étudiant sera capable de ...)

- Comprendre en profondeur les mécanismes fondamentaux des réseaux de neurones.
- Maîtriser les techniques modernes d'entraînement et les techniques d'optimisation des paramètres de modèle.
- Décrire et expliquer les architectures fondamentales de réseaux de neurones (MLP, CNN, RNN, Transformers).
- Implémenter, entraîner et évaluer des modèles avec PyTorch.
- Appliquer une démarche d'ingénieur rigoureuse et responsable.

**Activités**

(CM, TD, TP, projet, sortie terrain, etc.)

Cours magistraux. Travaux dirigés, Travaux pratiques, Projet

**Évaluations et retours faits aux élèves**

(évaluations qui comptent pour la note ou qui permettent à l'étudiant de se situer, corrigés, feedback personnalisé...)

Evaluation individuelle (50%)  
Projet en groupe + TP (50%)

## Plan de cours

- Introduction aux concepts de base en deep learning: Descente de gradient, fonction de perte, Graphes computationnels
- Réseau de neurones artificiels: Neurone formel et architecture du perceptron multicouche (MLP), Fonctions d'activation , algorithme de rétropropagation
- Entraînement des réseaux: Régularisation (dropout, weight decay), Optimisation (SGD, Adam...), Recherche d'hyperparamètres, Techniques de normalisation (batch/layer norm)
- Implémentation avec PyTorch: Création, entraînement et évaluation de modèles, Gestion des données et du cycle d'entraînement
- Architectures spécialisées: Réseaux convolutifs (CNN), Réseaux récurrents (RNN, LSTM, GRU), Modèles basés sur les transformateurs (Transformers)
- Projet final

## Ressources et références

Support de cours disponible sur Campus.