



## OFFRE DE FORMATION DE 3<sup>ème</sup> CYCLE EN VUE DE L'OBTENTION DU DOCTORAT AU TITRE DE L'ANNÉE UNIVERSITAIRE 2024/2025

### Programme de la formation de renforcement des connaissances

Il est évident pour tous que le monde d'aujourd'hui évolue et les innovations sociales et technologiques progressent à un grand pas. Nous voulons de ce fait que cette formation doctorale s'appuie sur une nouvelle approche de la connaissance, de l'innovation et des compétences. Il s'agit ici d'effectuer une combinaison de l'apprentissage et de la pratique, ainsi que du partage ouvert. L'enjeu est donc consisté à rassembler un nombre d'enseignants autour des enjeux du moment et de bien mener ensemble ce programme. Ainsi, nous faisons appel à d'autres partenaires de renom pour renforcer nos capacités à réaliser nos objectifs. À la fin de ce programme de formation, l'apprenant devrait acquérir et consolider des connaissances et mettre en place son projet de recherche. Toutefois, le processus de renforcement est un processus continu qui s'articule autour des capacités scientifiques, humaines et technologique. Ainsi, nous avons sélectionné un ensemble de cours décrits dans l'ordre de priorité comme suit (l'enseignant peut ajouter ou modifier quelques parties lors de son intervention).

Programme de la formation de renforcement des connaissances :

Activités	Semestre 1	Semestre 2
<b>Cours de renforcement de spécialité en rapport avec la formation Doctorale</b>	Intitulé du cours et volume horaire	Intitulé du cours et volume horaire
Cours théorique	Fondement mathématique pour l'apprentissage automatiquement (2h/semaine)	Fondements et enjeux de l'internet des objets (2h/semaine)
Cours théorique & pratique	Apprentissage automatique (ML) et profond, langage Python pour ML (Outils/librairie de développement (Tensorflow, keras, etc) ) (2h/semaine)	Fondement de cryptographie & de sécurité réseau (2h/semaine)
Cours théorique	Technique de rédaction d'article scientifique	Capteurs et actionneurs (2h/semaine)
Cours théorique	Traitement d'image et du signal (2h/semaine)	Optimisation et méta-heuristique (2h/semaine)
Cours théorique & pratique	Traitement du Langage Naturel (TLN) : Fondements et outils (2h/semaine)	Bio-Informatique (2h/semaine)
Séminaire	1 (Problématiques de recherches et préoccupations des doctorants)	2 (Objectifs en cours et perspectives)

## **Semestre 1 :**

### **1) Premier cours : Fondement mathématique pour l'apprentissage automatiquement**

Commencer par les fondements mathématiques prépare également les apprenants à des sujets plus avancés en apprentissage automatique, tels que l'apprentissage profond, le traitement du langage naturel et l'apprentissage par renforcement, qui nécessitent tous une compréhension des concepts mathématiques.

#### **Les matrices.**

- a. Matrice associée à une application linéaire.
- b. Opérations sur les matrices : somme, produit de deux matrices, matrice transposée.
- c. Espace vectoriel des matrices à n lignes et m colonnes.
- d. Anneau de matrices carrées.
- e. Déterminants d'une matrice carrée et propriétés
- f. Matrices inversibles.
- g. Rang d'une matrice

#### **Résolution des systèmes d'équations**

- a. Système d'équations
- b. Méthode de Cramer

#### **Vecteurs et Matrices**

- a. Opérations sur les vecteurs et les Matrices - Fonctions mathématiques élémentaires.
- b. Matrices orthogonales - Diagonalisation des matrices
- c. Matrices symétriques réelles

#### **Réduction des endomorphismes d'espaces vectoriels de dimension finie.**

- a. Valeurs propres et vecteurs propres; polynôme caractéristique, théorème de Cayley-Hamilton
- b. Diagonalisation de matrices diagonalisables, trigonalisation, formes de Jordan
- c. Changement de bases

#### **Fonctions dérivables**

- a. Dérivation automatique
- b. Dérivation séquentielles
- c. Dérivée à droite, dérivée à gauche, Interprétation géométrique de la dérivée
- d. Étude de fonctions

#### **Références**

- E. Azoulay et J. Avignant, Mathématiques. Tome1, Analyse. Mc Graw-Hill, 1983.
  - M.Mignotte et J. Nervi, Algèbre : licences sciences 1ère année, Ellipses, Paris, 2004.
  - J. Franchini et J. C. Jacquens, Algèbre : cours, exercices corrigés, travaux dirigés, Ellipses, Paris, 199
  - Calcul scientifique avec Matlab, Jonas-Koko, Ellipses.
  - Mathématiques, tome 4, Algèbre, E. Azoulay et J. Avignant
-

## **2) Second cours : Apprentissage automatique (ML) et profond, langage Python pour ML (Outils/librairie de développement (Tensorflow, keras, etc) )**

Ce cours utilisera Python et ses bibliothèques populaires, telles que TensorFlow et Keras, pour fournir une compréhension théorique et une mise en œuvre pratique des techniques d'apprentissage automatique et d'apprentissage profond.

### **Python & librairie pour le machine learning**

- 1) Python : numpy et matplotlib avec une variable et plus
- 2) Opération élémentaire et définition de vecteur
- 3) Tracé de fonctions point par point
- 4) Plusieurs tracés (exemple de sigmoïde)
- 5) Fonctions de plusieurs variables
- 6) Surfaces quadratiques
- 7) Régression linéaire
- 8) Conversion tableau-vecteur

### **Apprentissage automatique & Réseau de neurones**

1. Perceptron linéaire
2. Biais – Perceptron affine
3. Couches de neurones
4. Théorie des réseaux de neurones
5. Gradient
  1. Tangentes aux lignes de niveau
  2. Descente de gradient classique
  3. Optimisation
  4. Descente de gradient stochastique
6. Principe de la rétro-propagation
7. Sur-apprentissage et autres soucis
8. Convolution
  1. Motivation
  2. Définition mathématique
  3. Matrice
  4. Pooling
9. Convolution : deux dimensions
10. Traitement des images
11. Réseaux de neurones récurrent (en anglais recurrent neural network RNN)
12. RNN bidirectionnels
13. Autoencodeur

### **Python : tensorflow avec keras**

1. Module keras de tensorflow
2. Couches de neurones
3. Les poids
4. Visualisation
5. Fonctions d'activation

6. Fonctions d'erreur
7. Mise en place du modèle
8. Validation et prédiction
9. Reconnaissance de texte
10. Reconnaissance d'images
11. Convolution avec Python

## Références

- Bonaccorso, G. (2017). Machine learning algorithms. Packt Publishing Ltd.
  - Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31(3), 685-695.
  - <https://keras.io/>
  - <https://www.python.org/>
  - <https://tutoriels-data-science.blogspot.com/p/tutoriels-en-francais.html>
  - <https://www.tensorflow.org/tutorials/keras/classification?hl=fr>
- 

## Troisième cours : Technique de rédaction d'article scientifique

Ce cours guidera les étudiants à travers le processus de rédaction et de soumission d'un article scientifique, en abordant des défis communs tels que la gestion des commentaires négatifs et le traitement du rejet.

1. Définir les étapes de la rédaction d'un article scientifique
2. Article survey vs article de recherche
3. Que dois-je éviter ?
4. Soumission d'une publication
5. Comment répondre aux commentaires négatives ?
5. Que faire si mon papier est rejeté ?

## Références

- Beaud Michel (1988), *L'art de la thèse - Comment préparer et rédiger une thèse de doctorat, un mémoire de DEA ou de maîtrise ou tout autre travail universitaire*, Paris : La Découverte (1ère édition : 1985).
  - Devillard Joëlle, Marco, Luc (1993), *Ecrire et publier dans une revue scientifique*, Paris : Les éditions d'organisation.
  - DAY, R. A. 1988. *How to write and publish a scientific paper*. 3rd ed. Phoenix, AZ: The Oryx Press.
  - Buttler, A. *Comment rédiger un rapport ou une publication scientifique ?* septembre 2002, vers. 1.4 Université de Franche-Comté - Laboratoire de chrono-écologie -CNRS/UMR 6565
  - Roemer, R. C. (2015). *Meaningful metrics: a 21st century librarian's guide to bibliometrics, altmetrics, and research impact*;
- 

## Quatrième cours : Traitement d'image et du signal

1. Objectif de traitement d'images
2. Représentation des images
3. Formalismes
4. Dégradation dans une image

5. Les étapes du traitement d'images
6. Outils pour faire du traitement d'images
7. Image en médecine
8. Filtrage d'image
9. Filtrage linéaire vs non linéaire
10. Recalage d'images multimodales
11. Mesures de similarité
12. Procédures d'optimisation

## Références

- Beutel, J., Kundel, H. L., Kim, Y., Van Metter, R. L., & Horii, S. C. (2000). Handbook of medical imaging (Vol. 3). Spie Press.
  - Suetens, P. (2017). Fundamentals of medical imaging. Cambridge university press.
  - Shung, K. K., Smith, M. B., & Tsui, B. M. (2012). Principles of medical imaging. Academic Press.
  - Patil, D. D., & Deore, S. G. (2013). Medical image segmentation: a review. International Journal of Computer Science and Mobile Computing, 2(1), 22-27.
- 

## Cinquième cours : Traitement du Langage Naturel (TLN) : Fondements et outils

Le cours couvrira les techniques et outils nécessaires pour traiter des images et des signaux, avec des applications en médecine et au-delà. Les thèmes abordés comprendront des méthodes de filtrage, l'enregistrement d'images et des stratégies d'optimisation.

1. Qu'est-ce que le traitement du langage naturel ?
2. Quelles tâches peuvent être effectuées par le traitement du langage naturel ?
3. Application des réseaux de neurones pour
  1. La reconnaissance vocale.
  2. Le traitement du langage naturel
4. Word embedding
5. Méthodes CBOW (Continuous Bag of Words)
6. Word2Vec
7. Skip-gram
8. Enjeu du traitement du langage naturel
9. Prise en main des outils pour la programmation en python pour le TLN

## Références

- Speech and Language Processing » Auteurs : Daniel Jurafsky et James H. Martin, <https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/>
- Natural Language Understanding » Auteur : James Allen, 0805303340, 9780805303346
- The Handbook of Computational Linguistics and Natural Language Processing. Auteurs : Alexander Clark, Chris Fox et Shalom Lappin. Print ISBN:9781405155816 |Online ISBN:9781444324044
- Natural Language Processing with Python: Analyzing Text with the Natural Language Toolkit. Auteurs : Steven Bird, Ewan Klein et Edward Loper <https://www.nltk.org/book/>
- <https://tjzhifei.github.io/resources/NLTK.pdf>

=====

## **Semestre 2 :**

### **Premier cours : Fondements et enjeux de l'internet des objets**

Ce cours fournira une introduction complète à l'Internet des objets (IoT), couvrant les principaux protocoles, outils, technologies et plateformes utilisés pour construire des systèmes IoT. Il explorera également les différents types de capteurs et mécanismes de détection essentiels pour les applications IoT.

1. Protocoles de bases pour l'Internet des Objets (IoT)
2. Outils pour la mise en œuvre de l' IoT
3. Définir une architecture IoT
4. Définir types de capteurs et moyens de détection
5. Technologies disponibles
6. Plateformes de communication logicielles

### **Références**

- <https://www.inria.fr/fr/inria-livre-blanc-internet-des-objets-iot>
  - The Internet of Things », Samuel Greengard Auteur : Samuel Greengard
  - Precision: Principles, Practices and Solutions for the Internet of Things », Timothy Chou Auteur : Timothy Chou
- 

### **Deuxième cours : Fondement de cryptographie & de sécurité réseau**

Ce cours explorera les principes fondamentaux de la cryptographie et de la sécurité des réseaux, couvrant des sujets tels que les techniques cryptographiques, l'analyse des protocoles de sécurité et l'identification des vulnérabilités dans les protocoles de sécurité. Il permettra également de comprendre comment spécifier et analyser les propriétés de sécurité de ces protocoles.

1. Motivations et éléments de bases
2. Cryptographie
3. Cryptanalyse
4. Protocoles de sécurité, propriétés de sécurité
5. Failles dans les protocoles de sécurité
6. Spécification des protocoles de sécurité
7. Spécification des propriétés de sécurité
8. Analyse des protocoles de sécurité

### **Références :**

- Cybersécurité et PowerShell De l'attaque à la défense du système d'information de Étienne Ludent, ISBN10 : 2409034144 - ISBN13 : 9782409034145
  - Sécurité informatique et réseaux Cours avec plus de 100 exercices corrigés de Solange Ghernaouti ISBN10 : 2100599127 - ISBN13 : 9782100599127
  - <https://ethereum.org/fr/>
- 

### **Troisième cours : Capteurs et actionneurs**

Ce cours couvrira la théorie et les aspects pratiques des capteurs et des actionneurs, en se concentrant sur les types, les principes et les technologies de divers capteurs (tels que les capteurs de proximité, de pression et intelligents) et actionneurs utilisés dans différentes applications.

## **Principes généraux**

1. Définitions et caractéristiques générales
2. Capteurs actifs
3. Capteurs passifs
4. Corps d'épreuve.
5. Capteurs composites et grandeurs d'influence
6. La chaîne de mesure
7. Capteurs intégrés
8. Capteurs Intelligents

## **Capteurs de proximités**

1. Introduction
2. Détecteurs de position mécaniques
3. Détecteurs de proximité inductifs
4. Détecteurs de proximité capacitifs
5. Détecteur de proximité photo-électrique

## **Capteurs de pression**

1. Introduction
2. Principe de Pascal
3. Manomètre à section uniforme
4. Manomètres à réservoir
5. Tube de Bourdon
6. Capsule anéroïde
7. Manomètre à membrane

## **Actionneurs**

6. Définitions
7. Différents types d'actionneurs
8. Différents types de vérins
  1. Le vérin pneumatique
  2. Caractéristiques d'un vérin

## **Capteurs intelligents**

1. Définitions
2. Structure interne d'un capteur intelligent
  - Circuits de conditionnement
  - Organe de traitement des données
  - Interface de communication
3. Réseaux de capteurs

## **Références**

- Jacques Lonchamp, Introduction aux systèmes informatiques Architectures, composants, prise en main, 2017 collection infosup, Dunod.
  - Georges Asch et collaborateurs : Les capteurs en instrumentation industrielle. " Ed. Dunod.
  - Michel GROUT : "Instrumentation industrielle - Spécification et installation des capteurs et des vannes de régulation" Ed. Dunod (2002)
  - Georges Asch et al : " Acquisition de données : Du capteur à l'ordinateur " Ed. Dunod.
  - J. G. Webster, Measurement, Instrumentation and Sensors Handbook, Taylor & Francis Ltd
  - J. G. Webster et al: " The measurement, instrumentation and sensors ".
  - Fraden J., Handbook of modern sensors: physics, designs and applications, Springer.
  - G. Lacroix, Les actionneurs électriques pour la robotique et les asservissements, Lavoisier.
- 

#### **Quatrième cours : Optimisation et méta-heuristique**

1. Introduction à l'optimisation
2. Classification des méthodes de résolution
3. Notion sur la complexité
4. Formulation mathématique des problèmes d'optimisation
5. Paradigmes des méthodes approchées
6. Méthodes exactes
7. Notions des bases d'heuristiques
8. Méthodes Méta-heuristiques
9. Algorithmes Évolutionnaires
10. Algorithmes génétiques
11. Méta-heuristiques constructives
12. Application en Intelligence Artificielle

#### **Références**

- Talbi, E. G. (2009). Metaheuristics: from design to implementation. John Wiley & Sons.
  - Hussain, K., Mohd Salleh, M. N., Cheng, S., & Shi, Y. (2019). Metaheuristic research: a comprehensive survey. Artificial intelligence review, 52(4), 2191-2233.
  - Yang, X. S. (2010). Nature-inspired metaheuristic algorithms. Luniver press.
  - Fister Jr, I., Yang, X. S., Fister, I., Brest, J., & Fister, D. (2013). A brief review of nature-inspired algorithms for optimization. arXiv preprint arXiv:1307.4186.
- 

#### **Cinquième cours : Bio-Informatique**

Ce cours initiera les étudiants au domaine de la bio-informatique, couvrant les techniques essentielles, les algorithmes et les outils utilisés pour analyser des données biologiques. Il explorera également le rôle de la programmation et de la simulation dans la résolution des problèmes bio-informatiques, en particulier dans des domaines tels que la modélisation de structures protéiques et l'alignement de séquences.

1. Fondements
2. Comprendre le vocabulaire biologique et bio-informatique
3. Aperçu sur les techniques bio-informatique
4. Comment choisir entre les algorithmes
5. Alignement de séquences biologiques vs multiples
6. Modélisation de la structure de protéines à partir de leur séquence
7. Introduction à des langages de programmation utiles en bio-informatique
8. Simulation des biomolécules
9. Identification des solutions bio-informatiques adaptées.

## Références

- Baxevanis, A. D., Bader, G. D., & Wishart, D. S. (Eds.). (2020). *Bioinformatics*. John Wiley & Sons.
- LESK, Arthur. *Introduction to bioinformatics*. Oxford university press, 2019
- Zhang, Y., & Rajapakse, J. C. (2009). *Machine learning in bioinformatics*. John Wiley & Sons.
- Narayanan, A., Keedwell, E. C., & Olsson, B. (2002). Artificial intelligence techniques for bioinformatics. *Applied bioinformatics*, 1, 191-222.