

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,  
automatique

A SUPPRIMER M2 Automatique - Robotique

---

<http://www.fsi.univ-tlse3.fr/>

2023 / 2024

29 MARS 2024

# SOMMAIRE

---

|   |    |
|---|----|
| PRÉSENTATION . . . . .  | 3  |
| PRÉSENTATION DE LA MENTION . . . . .                              | 3  |
| Mention Electronique, énergie électrique, automatique . . . . .   | 3  |
| Compétences de la mention . . . . .                               | 3  |
| PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE A SUPPRIMER M2 Automatique - Robotique | 3  |
| RUBRIQUE CONTACTS . . . . .                                       | 4  |
| CONTACTS PARCOURS . . . . .                                       | 4  |
| CONTACTS MENTION . . . . .  | 4  |
| CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA . . . . .                          | 4  |
| Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .              | 5  |
| LISTE DES UE . . . . .  | 7  |
| GLOSSAIRE . . . . .   | 30 |
| TERMES GÉNÉRAUX . . . . .   | 30 |
| TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .                            | 30 |
| TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .                       | 31 |

# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION

### MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master EEA, **labélisé CMI**, est, suivant le parcours choisi, de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et Traitement du Signal et des Images. Les diplômés peuvent intégrer les secteurs de l'aéronautique, de l'espace, de l'énergie, des télécommunications, mais également des transports, de l'environnement, des systèmes embarqués, de la production et du transport de l'énergie électrique ainsi que de sa conversion. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle dans l'industrie et les services (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) ou une poursuite en doctorat.

Ce Master est composée de 6 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable** (E2-CMD) - *M2 commun avec l'INP/ENSEEIH de Toulouse*
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel** (ISTR)
- **Automatique et Robotique** (AURO)
- Signal Image et Apprentissage Automatique (SIA2)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués** (SME)

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2** (et dès le M1 pour le parcours SME), ou de façon classique.

### COMPÉTENCES DE LA MENTION

- Mobiliser des méthodes et techniques d'analyse et de conception des systèmes relevant du domaine de l'EEA
- Modéliser différents aspects comportementaux d'un système relevant du domaine de l'EEA
- Extraire, analyser et synthétiser des données en vue de leur exploitation,
- Coordonner et gérer globalement un projet d'étude et/ou de recherche
- Communiquer de façon claire et non ambiguë, en français et en anglais, dans un registre adapté à un public de spécialistes ou de non spécialistes en utilisant les supports appropriés.
- Savoir questionner une thématique, élaborer une problématique, mobiliser les ressources pour documenter un sujet.
- Intégrer les aspects organisationnels et humains de l'entreprise afin de s'adapter et participer à son évolution future.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE A SUPPRIMER M2 AUTOMATIQUE - ROBOTIQUE

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE A SUPPRIMER M2 AUTOMATIQUE - ROBOTIQUE

DANES Patrick

Email : [patrick.danes@laas.fr](mailto:patrick.danes@laas.fr)

Téléphone : 05.61.33.78.25

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne

Email : [marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr](mailto:marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr)

## CONTACTS MENTION

### RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre

Email : [pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr](mailto:pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr)

RIVIERE Nicolas

Email : [nriviere@laas.fr](mailto:nriviere@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 78 61

VIALLOON Christophe

Email : [cviallon@laas.fr](mailto:cviallon@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 68 40

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

CAMBRONNE Jean-Pascal

Email : [jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr](mailto:jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr)

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile

Email : [marie-odile.laurent@univ-tlse3.fr](mailto:marie-odile.laurent@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier

3R1

118 route de Narbonne

31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

## AUTOMATIQUE (60 ECTS)

| page                    | Code     | Intitulé UE  | semestre* | ECTS | Obligatoire<br>Facultatif | Cours | Master Class | TD | TP | Projet | Stage |
|-------------------------|----------|--|-----------|------|---------------------------|-------|--------------|----|----|--------|-------|
| <b>Premier semestre</b> |          |  |           |      |                           |       |              |    |    |        |       |
| 8                       | KEAR9AAU | CONC. ORIENTÉE OBJET - SYST. ET ARCHI. TEMP RÉEL         | I         | 3    | O                         | 16    |              | 6  | 14 |        |       |
| 9                       | KEAR9ABU | ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS                      | I         | 3    | O                         |       |              | 36 |    |        |       |
| 10                      | KEAR9ACU | COMMANDE OPTIMALE I                                      | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 12                      | KEAR9AEU | COMMANDE NON LINÉAIRE                                    | I         | 3    | O                         | 10    |              | 12 | 8  |        |       |
| 13                      | KEAR9AFU | OPTIMISATION - ESTIMATION                                | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 14                      | KEAR9AGU | ROBOTIQUE INDUSTRIELLE AVANCÉE                           | I         | 3    | O                         | 12    |              | 6  | 12 |        |       |
| 15                      | KEAR9AHU | COMMANDE DE ROBOTS                                       | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 11                      | KEAR9ADU | COMMANDE LINÉAIRE AVANCÉE                                | I         | 3    | O                         | 8     |              | 20 | 12 |        |       |
| 16                      | KEAR9AIU | COMMANDE OPTIMALE II                                     | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 19                      | KEAR9AVU | ANGLAIS  | I         | 3    | O                         |       |              | 24 |    |        |       |
| <b>Second semestre</b>  |          |  |           |      |                           |       |              |    |    |        |       |
| 22                      | KEARAACU | COMMANDE DES SYSTÈMES HYBRIDES                           | II        | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 23                      | KEARAADU | CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE DES COMMANDES<br>TEMPS RÉEL | II        | 3    | O                         |       |              | 8  | 12 |        |       |
| 24                      | KEARAAEU | COMMANDE AU TRAVERS DES RÉSEAUX                          | II        | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 20                      | KEARAAAU | PROJETS  | II        | 3    | O                         |       |              | 12 | 12 | 150    |       |
| 21                      | KEARAABU | STAGE  | II        | 18   | O                         |       |              |    |    |        | 6     |
| 28                      | KEARAFU  | SUPPLÉMENT AU DIPLÔME I                                  | II        | 3    | F                         | 30    |              |    |    |        |       |
| 29                      | KEARAFBU | SUPPLÉMENT AU DIPLÔME II                                 | II        | 3    | F                         | 30    |              |    |    |        |       |

\* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

## ROBOTIQUE (60 ECTS)

| page                    | Code     | Intitulé UE                                       | semestre* | ECTS | Obligatoire<br>Facultatif | Cours | Master Class | TD | TP | Projet | Stage |
|-------------------------|----------|---|-----------|------|---------------------------|-------|--------------|----|----|--------|-------|
| <b>Premier semestre</b> |          |   |           |      |                           |       |              |    |    |        |       |
| 8                       | KEAR9AAU | CONC. ORIENTÉE OBJET - SYST. ET ARCHI. TEMP RÉEL  | I         | 3    | O                         | 16    |              | 6  | 14 |        |       |
| 9                       | KEAR9ABU | ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS               | I         | 3    | O                         |       |              | 36 |    |        |       |
| 10                      | KEAR9ACU | COMMANDE OPTIMALE I                               | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 12                      | KEAR9AEU | COMMANDE NON LINÉAIRE                             | I         | 3    | O                         | 10    |              | 12 | 8  |        |       |
| 13                      | KEAR9AFU | OPTIMISATION - ESTIMATION                         | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 14                      | KEAR9AGU | ROBOTIQUE INDUSTRIELLE AVANCÉE                    | I         | 3    | O                         | 12    |              | 6  | 12 |        |       |
| 15                      | KEAR9AHU | COMMANDE DE ROBOTS                                | I         | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 17                      | KEAR9AJU | ROBOTIQUE MOBILE ET NAVIGATION                    | I         | 3    | O                         | 10    |              | 4  | 16 |        |       |
| 18                      | KEAR9AKU | PERCEPTION 3D                                     | I         | 3    | O                         | 10    |              | 6  | 14 |        |       |
| 19                      | KEAR9AVU | ANGLAIS   | I         | 3    | O                         |       |              | 24 |    |        |       |
| <b>Second semestre</b>  |          |   |           |      |                           |       |              |    |    |        |       |
| 25                      | KEARAAFU | VISION INDUSTRIELLE - COMMANDE RÉFÉRENCÉE VI-SION | II        | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 26                      | KEARAAGU | ROBOTIQUE PROBABILISTE                            | II        | 3    | O                         | 10    |              | 8  | 12 |        |       |
| 27                      | KEARAAJU | APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING)      | II        | 3    | O                         |       |              |    |    |        |       |
|                         |          | KINX8AE1 Apprentissage automatique 1 (AA)         |           |      |                           | 10    |              | 8  | 10 |        |       |
|                         |          | KINX8AE3 Apprentissage automatique 1 - mc (AA)    |           |      |                           |       | 2            |    |    |        |       |
| 20                      | KEARAAAU | PROJETS   | II        | 3    | O                         |       |              | 12 | 12 | 150    |       |
| 21                      | KEARAABU | STAGE   | II        | 18   | O                         |       |              |    |    |        | 6     |
| 28                      | KEARAFU  | SUPPLÉMENT AU DIPLÔME I                           | II        | 3    | F                         | 30    |              |    |    |        |       |
| 29                      | KEARAFBU | SUPPLÉMENT AU DIPLÔME II                          | II        | 3    | F                         | 30    |              |    |    |        |       |

\* **AN** :enseignements annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

---

## LISTE DES UE

---

|                 |   |                             |                                |
|-----------------|---|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>CONC. ORIENTÉE OBJET - SYST. ET ARCHI.<br/>TEMP RÉEL</b> | <b>3 ECTS</b>               | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KEAR9AAU</b> | Cours : 16h , TD : 6h , TP : 14h                            | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>39 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)



|                 |  |                          |                                |
|-----------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS</b> | <b>3 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KEAR9ABU</b> | TD : 36h                                   | Enseignement en français | Travail personnel<br>39 h      |

[ [Retour liste de UE](#) ]

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRIAND Cyril

Email : [briand@laas.fr](mailto:briand@laas.fr)

COMBACAU Michel

Email : [combacau@laas.fr](mailto:combacau@laas.fr)

DANES Patrick

Email : [patrick.danes@laas.fr](mailto:patrick.danes@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'agilité est un paradigme qui vise à rendre l'entreprise d'aujourd'hui plus adaptable, plus flexible et beaucoup plus réactive. En lien avec ce concept, l'objectif de ce module est de décrire divers modèles d'organisation d'entreprises et de conduite de projets, ainsi que d'initier aux méthodes et outils permettant de développer l'agilité de l'organisation et de son management. Les principaux modèles utiles pour la planification de production, l'ordonnement et la conduite de projet sont en particuliers étudiés. En lien avec les spécificités de l'organisation en termes de métiers, de réactivité, de sécurité, ... divers modèles de systèmes d'informations sont décrits et analysés .

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

#### **Gestion de production**

Typologie des entreprises, typologie des produits et services, planification, MRP, ordonnancement sous contraintes de temps et de ressources, ERP, MES.

#### **Conduite de projet**

IS et conduite de projet, ordonnancement, suivi de projet, gestion des revues et des livrables, agilité, gestion des risques et des incertitudes, gestion de la communication.

#### **Management**

Concepts de management : Contexte et enjeux du management, typologie des modes de management, analyser une situation managériale, exercices pratiques et étude de cas

#### **Systèmes d'informations**

Définitions, Architecture de SI, Modélisation de SI, Urbanisation, Sécurité, Gestion des utilisateurs/autorisations/droits d'accès

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

*SCRUM : le guide pratique de la méthode agile la plus populaire*, C. Aubry, Dunod, 2010

*Le grand livre de la gestion de projet*. J.Y. Moine. Afnor, 2013

*Gestion de la production et des flux*. V. Giard, Economica, 2003

### MOTS-CLÉS

Conduite de projets, Management, Production, Agilité, Systèmes d'information,

| <b>UE</b>       | <b>COMMANDE OPTIMALE I</b>       | <b>3 ECTS</b>               | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>KEAR9ACU</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| UE       | COMMANDE LINÉAIRE AVANCÉE        | 3 ECTS                   | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KEAR9ADU | Cours : 8h , TD : 20h , TP : 12h | Enseignement en français | Travail personnel<br>35 h |

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric  
Email : [fgouaisb@laas.fr](mailto:fgouaisb@laas.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans de nombreuses applications, comme les commandes de vol en aéronautique ou la commande d'un bras robotisé, les systèmes que nous voulons asservir sont constitués de dizaines de variables interagissant de manière complexe et qui possèdent plusieurs entrées de commande et plusieurs mesures. D'autre part, ces mêmes systèmes sont souvent entachés d'incertitudes de modélisation et soumis à des entrées de perturbations. Pour aborder ces systèmes, il convient d'étudier leur modélisation, apprendre à quantifier leurs performances, savoir analyser leur robustesse et résoudre la question de la synthèse de correcteurs satisfaisant des compromis entre différentes performances et robustesse. Ces nombreux problèmes seront abordés dans ce module tant du point de vue des méthodes que par des exemples.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. **Problématique des systèmes linéaires multi-entrées, multi-sorties (MIMO)** : Multiplicité des capteurs/actionneurs, entrées/sorties de performance, incertitudes dans un schéma de commande
2. **Représentation et modélisation des systèmes linéaires MIMO** : Modélisation externe et interne, équations différentielles couplées, matrice de transfert, théorie de la réalisation.
3. **Commande des systèmes linéaires MIMO** : Placement de pôle par retour d'état, placement de structure propre, retour de sortie dynamique, commande non interactive.
4. **Outils d'optimisation convexe pour les systèmes linéaires MIMO** : Inégalités matricielles linéaires pour l'analyse de performances (localisation de pôles, H-infini), synthèse de retours d'état.
5. **Modélisation polytopique des systèmes linéaires incertains** : Représentation par intervalles, modèles polytopiques, analyse robuste par LMI, synthèse de retours d'état robustes et performants.
6. **Représentations linéaires fractionnaires (LFT) des systèmes incertains et leur étude** : Modélisation LFT, Théorème du petit gain, synthèse H-infini, mu-analyse

**Travaux pratiques** : Commande d'un procédé à trois bacs d'eau, commande robuste d'un modèle de lanceur, commande d'un bras robotisé.

## PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires, Algèbre linéaire.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Multivariable Feedback Control : Analysis and Design**. S. Skogestad, I. Postlethwaite. Wiley.
- **Robustesse et Commande Optimale**. D. Alazard et al. Cépaduès.
- **Feedback Systems**. K.J. Åström, R.M. Murray. Princeton University Press.

## MOTS-CLÉS

Systèmes linéaires multivariables, théorie de la réalisation, analyse de performances, robustesse, retour d'état, optimisation convexe, mu-analyse.

|                 |                                  |                          |                                |
|-----------------|----------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>COMMANDE NON LINÉAIRE</b>     | <b>3 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KEAR9AEU</b> | Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h      |

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric  
Email : [fgouaisb@laas.fr](mailto:fgouaisb@laas.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

De nombreux systèmes physiques ont des comportements que ne peuvent rendre compte des modèles linéaires. Saturation de la commande, zone morte des capteurs sont autant de phénomènes qui sont difficilement appréhendés par des modèles linéaires. Ce module vise à fournir la méthodologie pour étudier des systèmes non linéaires et les asservir. Une première partie du cours sera consacrée à l'étude de la stabilité pour les systèmes non linéaires. Une attention particulière sera portée à la théorie de Lyapunov. Une seconde partie est consacrée à la commande des systèmes non linéaires et l'exposition des méthodes classiques de commande basées sur l'utilisation de fonctions de Lyapunov ou de fonctions de stockage. Enfin, une introduction aux concepts de retour linéarisant est proposée.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

### 1. Problématique des systèmes non linéaires

- Les dynamiques non linéaires,
- Rappel du plan de phase.

### 2. Analyse de stabilité pour les systèmes non linéaires

- Stabilité au sens de Lyapunov
- Stabilité Entrée-Sortie

### 3. Commande des systèmes non linéaires

- La commande backstepping et feedforward
- Notions de commande passifiante
- Introduction à la géométrie différentielle et à la linéarisation.

**Travaux pratiques** : Commande par backstepping d'un procédé électro-mécanique, commande linéarisante d'un robot mobile.

## PRÉ-REQUIS

Représentation d'état des systèmes linéaires.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Nonlinear Analysis**. M. Vidyasagar, Prentice-Hall editions, 2002.
- **Nonlinear systems**. Khalil, H.K., Prentice-Hall editions, 2002.

## MOTS-CLÉS

Systèmes non linéaires, théorie de Lyapunov, Stabilité Entrée- Sortie, commande linéarisante.

| <b>UE</b>       | <b>OPTIMISATION - ESTIMATION</b> | <b>3 ECTS</b>               | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>KEAR9AFU</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

|                 |                                       |                             |                                |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>ROBOTIQUE INDUSTRIELLE AVANCÉE</b> | <b>3 ECTS</b>               | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KEAR9AGU</b> | Cours : 12h , TD : 6h , TP : 12h      | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| UE       | COMMANDE DE ROBOTS               | 3 ECTS                      | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| KEAR9AHU | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| <b>UE</b>       | <b>COMMANDE OPTIMALE II</b>      | <b>3 ECTS</b>               | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
|-----------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>KEAR9AIU</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)



| <b>UE</b>       | <b>ROBOTIQUE MOBILE ET NAVIGATION</b> | <b>3 ECTS</b>               | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>KEAR9AJU</b> | Cours : 10h , TD : 4h , TP : 16h      | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| UE       | PERCEPTION 3D                    | 3 ECTS                      | 1 <sup>er</sup> semestre  |
|----------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| KEAR9AKU | Cours : 10h , TD : 6h , TP : 14h | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

|                 |                |                          |                                |
|-----------------|----------------|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>ANGLAIS</b> | <b>3 ECTS</b>            | <b>1<sup>er</sup> semestre</b> |
| <b>KEAR9AVU</b> | TD : 24h       | Enseignement en français | Travail personnel<br>51 h      |

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire

Email : [claire.chaplier@univ-tlse3.fr](mailto:claire.chaplier@univ-tlse3.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Niveau C1/C2 du CECRL (Cadre Européen Commun de Référence pour les Langues)/ Permettre aux étudiants de développer les compétences indispensables à la réussite dans leur future vie professionnelle en contextes culturels variés. Acquérir l'autonomie linguistique nécessaire et perfectionner les outils de langue spécialisée permettant l'intégration professionnelle et la communication d'une expertise scientifique dans le contexte international.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Développer :

- les compétences liées à la compréhension de publications scientifiques ou professionnelles rédigées en anglais ainsi que les compétences nécessaires à la compréhension de communications scientifiques orales.
- les outils d'expression permettant de maîtriser une présentation orale et/ou écrite et d'aborder une discussion critique dans le domaine scientifique
- la maîtrise des éléments d'argumentation critique à l'oral et/ou à l'écrit d'une publication scientifique une réflexion plus large sur leur place, leur intégration et leur rayonnement en tant que scientifiques dans la société, abordant des questions d'actualité, d'éthique, d'intégrité...

## PRÉ-REQUIS

Niveau B2 du CECRL

## COMPÉTENCES VISÉES

S'exprimer avec aisance à l'oral, devant un public, en usant de registres adaptés aux différents contextes et aux différents interlocuteurs. Se servir aisément d'une langue vivante autre que le français : compréhension et expression écrites et orales :

- Comprendre un article scientifique ou professionnel rédigé en anglais sur un sujet relatif à leur domaine.
- Produire un écrit scientifique ou technique dans un anglais adapté, de qualité et respectant les normes et usages de la communauté scientifique anglophone.
- Interagir à l'oral en anglais : réussir ses échanges formels et informels lors des colloques, réunions ou entretiens professionnels.

## MOTS-CLÉS

Projet Anglais scientifique Rédaction Publication Communication esprit critique scientifique interculturel

| UE      | PROJETS                             | 3 ECTS                      | 2 <sup>nd</sup> semestre  |
|---------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| KEARAAU | TD : 12h , TP : 12h , Projet : 150h | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>51 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| UE       | STAGE          | 18 ECTS                     | 2 <sup>nd</sup> semestre   |
|----------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
| KEARAABU | Stage : 6 mois | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>450 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

|                 |                                       |                             |                                |
|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>COMMANDE DES SYSTÈMES HYBRIDES</b> | <b>3 ECTS</b>               | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>KEARAACU</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h      | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

|                 |  |                          |                                |
|-----------------|--|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE DES COMMANDES TEMPS RÉEL</b> | <b>3 ECTS</b>            | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>KEARAADU</b> | TD : 8h , TP : 12h   | Enseignement en français | Travail personnel<br>55 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DANES Patrick

Email : [patrick.danes@laas.fr](mailto:patrick.danes@laas.fr)

RIVIERE Nicolas

Email : [nriviere@laas.fr](mailto:nriviere@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE, les étudiants apprendront à réaliser la commande d'un système temps réel de bout en bout, du prototypage à la mise en œuvre sur un calculateur numérique (type microcontrôleur). Pour cela, ils apprendront à tenir compte des contraintes matérielles de la chaîne de contrôle-commande (i.e. du calculateur au procédé) pour effectuer le bon choix des différentes interfaces et de la meilleure architecture logicielle.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La commande d'un système temps réel nécessite de tenir compte de nombreux paramètres permettant d'obtenir une certaine performance globale. Ces paramètres sont, entre autres, la stabilité, les contraintes temporelles, la robustesse. Pour réaliser cela, il faut effectuer le bon choix : du système d'interfaçage entre le calculateur et le procédé, des adaptations nécessaires à effectuer sur les signaux, de l'échantillonnage, de l'environnement logiciel. Les étudiants apprendront à tenir compte de ces paramètres et contraintes afin d'avoir la commande la plus adéquate. Ensuite, ils devront faire le prototypage de la commande continue avec un outil logiciel qu'ils transposeront dans le domaine discret en vue d'effectuer l'implémentation associée sur un calculateur (PC, microcontrôleur). Ils devront mettre en place une méthode permettant de vérifier les exigences du système.

### PRÉ-REQUIS

Systèmes linéaires à temps discret et identification, Systèmes temps réel, Microcontrôleur.

### MOTS-CLÉS

Commande, Temps réel, Mise en œuvre.

| <b>UE</b>       | <b>COMMANDE AU TRAVERS DES RÉSEAUX</b> | <b>3 ECTS</b>               | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
|-----------------|--|-----------------------------|--------------------------------|
| <b>KEARAAEU</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h       | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)



|                 |   |                          |                                |
|-----------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>VISION INDUSTRIELLE - COMMANDE RÉFÉRENCÉE VISION</b> | <b>3 ECTS</b>            | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>KEARAAFU</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h                        | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h      |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| UE       | ROBOTIQUE PROBABILISTE           | 3 ECTS                   | 2 <sup>nd</sup> semestre  |
|----------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| KEARAAGU | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

|                 |   |                          |                                |
|-----------------|---|--------------------------|--------------------------------|
| <b>UE</b>       | <b>APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING)</b> | <b>3 ECTS</b>            | <b>2<sup>nd</sup> semestre</b> |
| <b>Sous UE</b>  | Apprentissage automatique 1 (AA)                    |                          |                                |
| <b>KINX8AE1</b> | Cours : 10h , TD : 8h , TP : 10h                    | Enseignement en français | Travail personnel<br>45 h      |

[ [Retour liste de UE](#) ]

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PELLEGRINI Thomas

Email : [thomas.pellegrini@irit.fr](mailto:thomas.pellegrini@irit.fr)

## OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Nous présentons les approches en apprentissage profond (deep learning), plus précisément les réseaux de neurones profonds. Ils sont à l'origine de grandes avancées dans beaucoup de domaines : reconnaissance d'objets dans les images, super-résolution en imagerie médicale, reconnaissance automatique de la parole, etc. Nous aborderons les techniques d'apprentissage de ces réseaux, avec l'algorithme de rétro-propagation et la différentiation automatique. Nous décrivons les architectures standards utiles en fonction de différentes applications : les réseaux fully-connected, convolutifs, récurrents. Les mécanismes d'attention seront abordés. Nous aborderons la question de l'explicabilité des réseaux profonds, qui sont souvent vus comme des "boîtes noires" au fonctionnement opaque.

## DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours s'articulera autour des points suivants :

- Introduction à l'apprentissage profond : historique, exemples d'application, les différents types de réseaux de neurones.
- Algorithme de rétro-propagation et différentiation automatique, règles d'actualisation des poids d'un réseau. Calcul "manuel" de l'apprentissage d'un réseau jouet, vectorisation des calculs. Calcul de gradients par différentiation "automatique".
- Les réseaux convolutifs (CNN). Rappels sur les convolutions, couches de convolutions, convolutions à trous.
- La modélisation de séquences avec les réseaux de neurones récurrents : RNN, LSTM, GRU. L'algorithme de rétropropagation à travers le temps.
- Introduction aux réseaux de neurones sequence-to-sequence et aux mécanismes d'attention.
- Introduction à l'explicabilité, techniques de détection de saillance. Limites et perspectives.

## PRÉ-REQUIS

Avoir suivi le cours "Calcul Scientifique Apprentissage Automatique" du tronc commun. Connaissances en analyse, algèbre linéaire, probabilités.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Neural Networks and Deep Learning, M. Nielsen, 2016
- Programming PyTorch for Deep Learning, I. Pointer, O'REILLY
- L'apprentissage profond, I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Quantmetry.

## MOTS-CLÉS

Introduction à l'apprentissage profond. Algorithme de rétropropagation du gradient. Réseaux de neurones convolutifs. Réseaux de neurones récurrents.

| UE      | SUPPLÉMENT AU DIPLÔME I | 3 ECTS                      | 2 <sup>nd</sup> semestre  |
|---------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| KEARAFU | Cours : 30h             | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

| UE       | SUPPLÉMENT AU DIPLÔME II | 3 ECTS                      | 2 <sup>nd</sup> semestre  |
|----------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| KEARAFBU | Cours : 30h              | Enseignement<br>en français | Travail personnel<br>45 h |

[\[ Retour liste de UE \]](#)

## TERMES GÉNÉRAUX

### SYLLABUS

Dans l'enseignement supérieur, un syllabus est la présentation générale d'un cours ou d'une formation. Il inclut : objectifs, programme de formation, description des UE, prérequis, modalités d'évaluation, informations pratiques, etc.

### DÉPARTEMENT

Les départements d'enseignement sont des structures d'animation pédagogique internes aux composantes (ou facultés) qui regroupent les enseignantes et enseignants intervenant dans une ou plusieurs mentions.

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel sont associés des ECTS.

### UE OBLIGATOIRE / UE FACULTATIVE

L'UE obligatoire fait référence à un enseignement qui doit être validé dans le cadre du contrat pédagogique. L'UE facultative vient en supplément des 60 ECTS de l'année. Elle est valorisée dans le supplément au diplôme. L'accumulation de crédits affectés à des UE facultatives ne contribue pas à la validation de semestres ni à la délivrance d'un diplôme.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS constituent l'unité de mesure commune des formations universitaires de licence et de master dans l'espace européen. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement, 60 par an). Le nombre d'ECTS varie en fonction de la charge globale de travail (CM, TD, TP, etc.) y compris le travail personnel. Le système des ECTS vise à faciliter la mobilité et la reconnaissance des diplômes en Europe.

## TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES

Les diplômes sont déclinés en domaines, mentions et parcours.

### DOMAINE

Le domaine correspond à un ensemble de formations relevant d'un champ disciplinaire ou professionnel commun. La plupart des formations de l'UT3 relèvent du domaine « Sciences, Technologies, Santé ».

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Il s'agit du niveau principal de référence pour la définition des diplômes nationaux. La mention comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

Le parcours constitue une spécialisation particulière d'un champ disciplinaire choisie par l'étudiant·e au cours de son cursus.

## LICENCE CLASSIQUE

La licence classique est structurée en six semestres et permet de valider 180 crédits ECTS. Les UE peuvent être obligatoires, à choix ou facultatives. Le nombre d'ECTS d'une UE est fixé sur la base de 30 ECTS pour l'ensemble des UE obligatoires et à choix d'un semestre.

## LICENCE FLEXIBLE

À la rentrée 2022, l'université Toulouse III - Paul Sabatier met en place une licence flexible. Le principe est d'offrir une progression "à la carte" grâce au choix d'unités d'enseignement (UE). Il s'agit donc d'un parcours de formation personnalisable et flexible dans la durée. La progression de l'étudiant.e dépend de son niveau de départ et de son rythme personnel. L'inscription à une UE ne peut être faite qu'à condition d'avoir validé les UE pré-requises. Le choix de l'itinéraire de la licence flexible se fait en concertation étroite avec une direction des études (DE) et dépend de la formation antérieure, des orientations scientifiques et du projet professionnel de l'étudiant.e. L'obtention du diplôme est soumise à la validation de 180 crédits ECTS.

## DIRECTION DES ÉTUDES ET ENSEIGNANT.E RÉFÉRENT.E

La direction des études (DE) est constituée d'enseignantes et d'enseignants référents, d'une directrice ou d'un directeur des études et d'un secrétariat pédagogique. Elle organise le projet de formation de l'étudiant.e en proposant une individualisation de son parcours pouvant conduire à des aménagements. Elle est le lien entre l'étudiant.e, l'équipe pédagogique et l'administration.

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiantes et d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphithéâtres. Ce qui caractérise également le cours magistral est qu'il est le fait d'une enseignante ou d'un enseignant qui en définit les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations avec l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte donc la marque de la personne qui le crée et le dispense.

### TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiantes et étudiants selon les composantes), animées par des enseignantes et enseignants. Les TD illustrent les cours magistraux et permettent d'approfondir les éléments apportés par ces derniers.

### TP : TRAVAUX PRATIQUES

Méthode d'enseignement permettant de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant les CM et les TD. Généralement, cette mise en pratique se réalise au travers d'expérimentations et les groupes de TP sont constitués de 16 à 20 étudiantes et étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés ou peuvent ne pas être encadrés du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à une enseignante ou un enseignant pour quatre étudiantes et étudiants).

### PROJET OU BUREAU D'ÉTUDE

Le projet est une mise en pratique en autonomie ou en semi-autonomie des connaissances acquises. Il permet de vérifier l'acquisition de compétences.

### TERRAIN

Le terrain est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises en dehors de l'université.

## STAGE

Le stage est une mise en pratique encadrée des connaissances acquises dans une entreprise ou un laboratoire de recherche. Il fait l'objet d'une législation très précise impliquant, en particulier, la nécessité d'une convention pour chaque stagiaire entre la structure d'accueil et l'université.

## SESSIONS D'ÉVALUATION

Il existe deux sessions d'évaluation : la session initiale et la seconde session (anciennement appelée "session de rattrapage", constituant une seconde chance). La session initiale peut être constituée d'examens partiels et terminaux ou de l'ensemble des épreuves de contrôle continu et d'un examen terminal. Les modalités de la seconde session peuvent être légèrement différentes selon les formations.

## SILLON

Un sillon est un bloc de trois créneaux de deux heures d'enseignement. Chaque UE est généralement affectée à un sillon. Sauf cas particuliers, les UE positionnées dans un même sillon ont donc des emplois du temps incompatibles.





