UNIVERSITÉ TOULOUSE III PAUL SABATIER

Faculté Sciences et Ingénierie

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

14 MAI 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/ENSEEIHT 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 Téléphone : 05.61.33.78.25

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne
Email : marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

BIDAN Pierre
Email : pierre.bidan@laplace.univ-tlse.fr

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr Téléphone : 05 61 33 78 61

VIALLON Christophe
Email : 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

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile
Email : marie-odile.laurent@univ-tlse3.fr Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabalier
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 Facultatif	Cours	Master Class	TD	TP	Projet	Stage
Premier semestre											
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			
Second semestre											
22	KEARAACU	COMMANDE DES SYSTÈMES HYBRIDES	II	3	O	10		8	12		
23	KEARAADU	CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE DES COMMANDES 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	KEARAFAU	SUPPLÉMENT AU DIPLÔME I	II	3	F	30					
29	KEARAFBU	SUPPLÉMENT AU DIPLÔME II	II	3	F	30					

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

ROBOTIQUE (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	Master Class	TD	TP	Projet	Stage
Premier semestre											
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			
Second semestre											
25	KEARAAFU	VISION INDUSTRIELLE - COMMANDE RÉFÉRENCÉE VISION	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	KEARAFAU	SUPPLÉMENT AU DIPLÔME I	II	3	F	30					
29	KEARAFBU	SUPPLÉMENT AU DIPLÔME II	II	3	F	30					

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre

LISTE DES UE

UE	CONC. ORIENTÉE OBJET - SYST. ET ARCHI. TEMP RÉEL	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AAU	Cours : 16h , TD : 6h , TP : 14h	Enseignement en français	Travail personnel 39 h

[Retour liste de UE]

UE	ASPECTS ORGANISATIONNELS ET HUMAINS	3 ECTS	1er semestre
KEAR9ABU	TD : 36h	Enseignement en français	Travail personnel 39 h

[Retour liste de UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRIAND Cyril
Email : briand@laas.fr

COMBACAU Michel
Email : combacau@laas.fr

DANES Patrick
Email : 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'ordonnancement 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,

UE	COMMANDE OPTIMALE I	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9ACU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	COMMANDE LINÉAIRE AVANCÉE	3 ECTS	1er semestre
KEAR9ADU	Cours : 8h , TD : 20h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 35 h

[Retour liste de UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric
Email : 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.

UE	COMMANDE NON LINÉAIRE	3 ECTS	1er semestre
KEAR9AEU	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GOUAISBAUT Frédéric
Email : 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.

UE	OPTIMISATION - ESTIMATION	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AFU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	ROBOTIQUE INDUSTRIELLE AVANCÉE	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AGU	Cours : 12h , TD : 6h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	COMMANDE DE ROBOTS	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AHU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	COMMANDE OPTIMALE II	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AIU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	ROBOTIQUE MOBILE ET NAVIGATION	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AJU	Cours : 10h , TD : 4h , TP : 16h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	PERCEPTION 3D	3 ECTS	1^{er} semestre
KEAR9AKU	Cours : 10h , TD : 6h , TP : 14h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1er semestre
KEAR9AVU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste de UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CHAPLIER Claire
Email : 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	2nd semestre
KEARAAAU	TD : 12h , TP : 12h , Projet : 150h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste de UE]

UE	STAGE	18 ECTS	2^{nd} semestre
KEARAABU	Stage : 6 mois	Enseignement en français	Travail personnel 450 h

[Retour liste de UE]

UE	COMMANDE DES SYSTÈMES HYBRIDES	3 ECTS	2nd semestre
KEARAACU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	CONCEPTION ET MISE EN OEUVRE DES COMMANDES TEMPS RÉEL	3 ECTS	2nd semestre
KEARAADU	TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste de UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DANES Patrick
Email : patrick.danes@laas.fr

RIVIERE Nicolas
Email : 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.

UE	COMMANDE AU TRAVERS DES RÉSEAUX	3 ECTS	2nd semestre
KEARAAEU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	VISION INDUSTRIELLE - COMMANDE RÉFÉRENCÉE VISION	3 ECTS	2nd semestre
KEARAAFU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	ROBOTIQUE PROBABILISTE	3 ECTS	2^{nd} semestre
KEARAAGU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

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

[Retour liste de UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PELLEGRINI Thomas
Email : 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 décrirons 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	2nd semestre
KEARAFAU	Cours : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

UE	SUPPLÉMENT AU DIPLÔME II	3 ECTS	2nd semestre
KEARAFBU	Cours : 30h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste de UE]

GLOSSAIRE

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.

UNIVERSITÉ
TOULOUSE III
PAUL SABATIER