Université de Toulouse

Faculté sciences et ingénierie Université de Toulouse

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2022 / 2026

UNIVERSITE DE TOULOUSE

SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique, automatique

M1 signal, image et apprentissage automatique

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

2026 / 2027

1er NOVEMBRE 2026

SOMMAIRE

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER 3

PRÉSENTATION 4

PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS 4

Mention Electronique, énergie électrique, automatique 4

Compétences de la mention 4

Parcours 4

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 signal, image et apprentissage automatique 5

RUBRIQUE CONTACTS 7

CONTACTS PARCOURS 7

CONTACTS MENTION 7

CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA 7

Tableau Synthétique des UE de la formation 8

LISTE DES UE 11

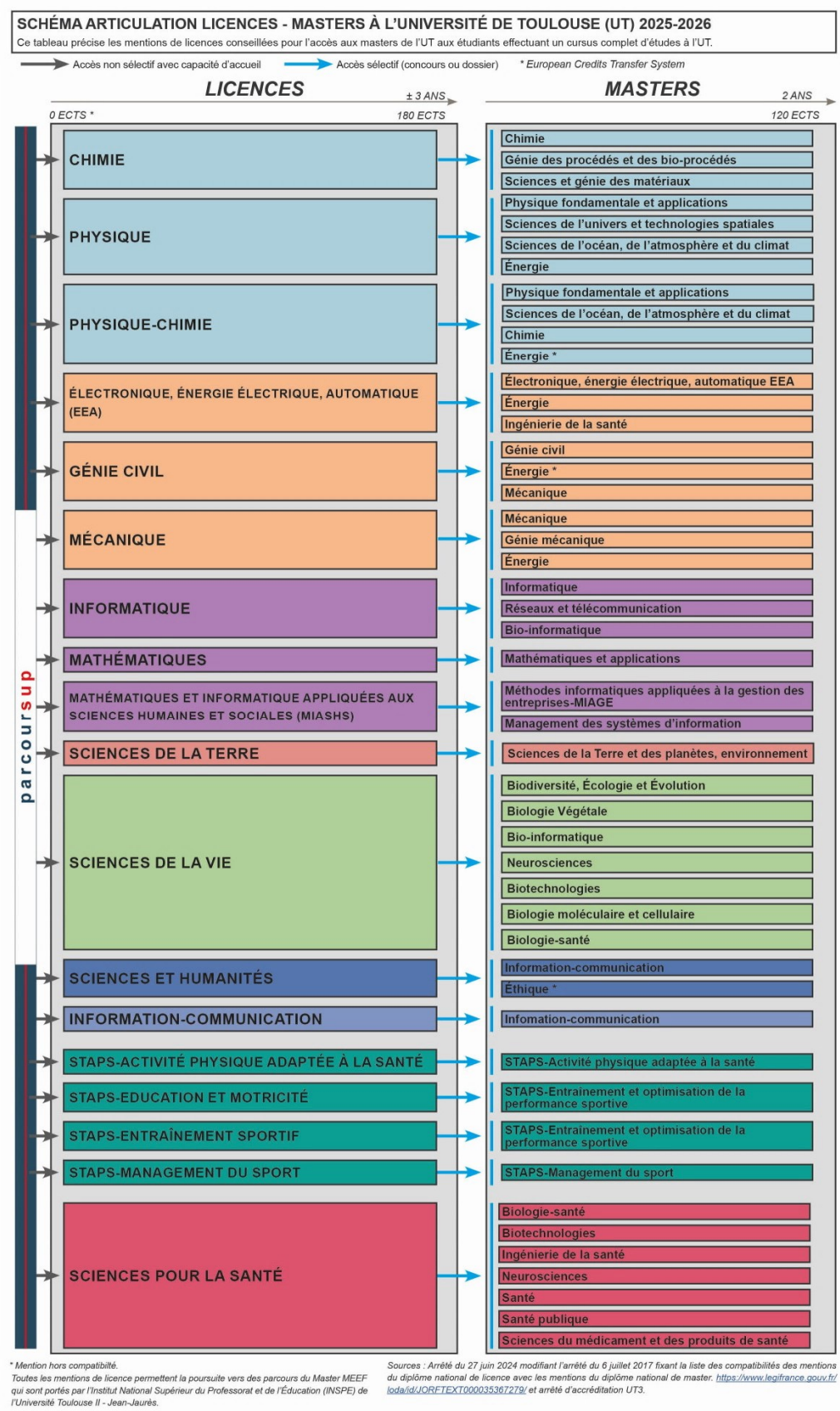
GLOSSAIRE 35

TERMES GÉNÉRAUX 35

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 35

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 36

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

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.

PARCOURS

Ce master SIA2 forme des Ingénieurs spécialisés dans la conception, la réalisation et l'exploitation des systèmes d'acquisition, de traitement et d'analyse de signaux, images, ou autres données, pour divers secteurs en forte croissance : télécommunications, multimédia, vision par ordinateur, observation de la terre et de l'univers, traitement d'images médicales...

Admission :

en M1, pour des étudiants titulaires d'une licence dans les domaines de l'EEA, de la physique appliquée, des mathématiques appliquées et de l'informatique.

en M2, une maîtrise des concepts et outils de base en traitement du signal, traitement d'images, analyse statistique des données, apprentissage automatique et informatique est nécessaire.

En deuxième année du master, 3 blocs de spécialisation sont proposées afin d'approfondir et appliquer les concepts, méthodes ou outils aux domaines d'applications du traitement du signal et des images :

- Signaux, Audio, Images, Vidéo
- Imagerie spatiale
- Traitement d'images médicale

A l'issue de ces deux années de formation et du stage de fin d'études, les étudiants peuvent intégrer le milieu professionnel en tant qu'ingénieur spécialisé en SIA ou préparer un doctorat.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 SIGNAL, IMAGE ET APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

Objectifs

Les signaux, images, vidéos et dispositifs d'acquisition associés sont de plus en plus présents dans notre vie de tous les jours. On pense bien sûr aux signaux audio, à la photographie et à la vidéo, mais c'est le cas plus généralement des données issues d'observations de phénomènes physiques, telles que les images spatiales ou médicales ou pour la vision par ordinateur. De nouvelles applications s'appuyant sur de tels types de données sont proposées chaque jour. Si chaque dispositif s'appuie sur des connaissances particulières liées à son domaine d'application, un grand nombre d'outils sont communs à tous les domaines.

La formation vise le développement de compétences sur la compréhension des dispositif d'acquisition de signaux-images-vidéos et sur le traitement, la correction, la compression, la transmission et l'analyse haut niveau de telles données, incluant l'apprentissage automatique (Machine Learning), domaine de l'intelligence artificielle en fort développement. Elle s'appuie pour cela sur l'acquisition de connaissances théoriques et leur mise en œuvre pratique, en insistant sur la maîtrise des outils de développement informatique.

Organisation du cursus et contenu

Master 1

La première année s'articule autour d'un socle de connaissances de base communes au traitement des données pour tous les domaines d'application. Différentes Unités d'Enseignement (UE) sont ainsi centrées chacune sur une classe particulière de données, leur représentation et leur traitement :

- signaux temporels analogiques ou numériques, déterministes ou aléatoires,
- images,
- données de nature quelconque, qui donnent lieu à différents traitements statistiques, d'apprentissage automatique...
- outils informatiques pour la mise en œuvre.

Ce M1 comporte aussi des UE présentant les capteurs et chaînes d'acquisition et divers champs d'application : audio, vidéo, télécommunications, imagerie médicale, robotique...

De plus, les notions ainsi acquises par les étudiants sont mises en oeuvre de manière concrète lors de TP et projets d'Initiation à la recherche. Enfin, le Bureau d'Etude sur l'Apprentissage Automatique vise à familiariser les étudiants avec des outils logiciels et des librairies spécialisés pour l'apprentissage automatique et l'apprentissage profond (deep learning) à travers des projets réalisés sur les processeurs graphiques (GPU).

Master 2

En deuxième année, suite à un tronc commun d'approfondissement sur les outils de traitement du signal, des images et vidéo, de statistique, d'apprentissage automatique et un projet informatique, 3 blocs de spécialisation sont proposés suivant les 3 domaines d'application :

- Signal, Audio, Images, vidéo,
- Imagerie Spatiale,
- Traitement d'Images Médicales.

Des enseignements de disciplines générales (communication, gestion de projet, langue...) ainsi qu'un projet Informatique long complètent la formation.

Stage de fin d'études

Un stage de fin d'études est obligatoire pour valider le master 2, d'une durée de 4 mois (minimum) à 6 mois (durée conseillée) durant la période mars-août. Il permet aux étudiants de mettre en pratique leurs connaissances tout en s'insérant dans le monde professionnel.

Les sujets de stage doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle acquise soit valorisable sur le CV.

Ce stage permet aux étudiants de se préparer à la recherche d'emploi ; d'acquérir un expérience professionnelle conséquente valorisable sur leur CV ; de travailler sur des missions scientifiques et techniques ; de découvrir un domaine d'application lié à leur formation.
Nos étudiants sont accueillis en stage aussi bien par des grands groupes que des start-up ou des PME. Ils peuvent aussi effectuer leur stage au sein de centres de recherche et de laboratoires français ou étrangers.

Débouchés

Notre master forme aux métiers de la conception et de l'exploitation des systèmes d'acquisition de traitement et d'analyse de signaux, images et vidéo dans divers secteurs en forte croissance : télécommunications, vision par ordinateurs, observation de la terre, de l'environnement et de l'espace, traitement d'images médicales, machine learning.
Notre master étant indifférencié, il permet d'envisager une carrière professionnelle aussi bien dans l'industrie (Ingénieur d'étude, de recherche et développement, chef de projet, consultant, technico-commercial...) que dans la recherche (chercheur et enseignant-chercheur suite à la préparation d'une thèse de doctorat). C'est bien souvent la nature du stage qui détermine le caractère du master, plutôt orienté recherche ou Professionnel.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M1 SIGNAL, IMAGE ET APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE

HOSSEINI Shahram
Email : shahram.hosseini@utoulouse.fr Téléphone : 0561332879

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

RAYNAUD Charlene
Email : fsi-master-eea.secretariat@utoulouse.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

FRETON Pierre
Email : pierre.freton@laplace.univ-tlse.fr

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

MICHEL Florence
Email : florence.michel@univ-tlse3.fr Téléphone : 0561557621

TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE
Premier semestre									
	KEAI7AAU	COMMUNICATION ET INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE	I	3	O				
12		KEAX7AA1 Intégrité scientifique (INTEGRE)				6	4		
14		KEAX7AA2 Communication (COM)				6	10		
16	KEAI7ACU	INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE	I	3	O	8	8	14	
18	KEAI7AHU	TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL	I	3	O	12	10	8	
19	KEAI7AKU	TRAITEMENT DES IMAGES	I	3	O	14	7	9	
17	KEAI7AEU	SIGNAUX ET SYSTÈMES	I	4	O	10	12	8	
20	KEAI7AMU	INTRODUCTION À L'EXPLOITATION STATISTIQUE DE DONNÉES	I	3	O	10	10	10	
21	KEAI7ANU	INTRODUCTION À L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE - MACHINE LEARNING	I	4	O	12	10	8	
22	KEAI7AOU	APPLICATIONS DU TRAITEMENT DU SIGNAL ET D'IMAGES	I	4	O	12	6		12
15	KEAI7ABU	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	I	3	O	10		22	
Second semestre									
34	KEAI8AVU	ANGLAIS	II	3	O		24		
23	KEAI8AAU	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	II	3	O				20
Choisir 1 UE parmi les 3 UE suivantes :									
29	KEAI8AHU	RESEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTEMES DISTRIBUES (Réseaux pour la commande de systèmes distribués)	II	3	O	9	9	12	
28	KEAI8AGU	INTRODUCTION À LA ROBOTIQUE (Introduction à la Robotique)	II	3	O	12	6	12	

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

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE
24	KEAI8ACU	IMAGERIES MÉDICALES-1 (Imageries médicales1)	II	3	O	10	20		
25	KEAI8ADU	ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES IMAGES	II	3	O	14	7	9	
26	KEAI8AEU	SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS 1	II	3	O	12	10		8
27	KEAI8AFU	SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS 2	II	3	O	12	10		8
33	KEAI8ALU	MODÉLISATION ET ESTIMATION POUR LES SIGNAUX ET SYSTÈMES	II	3	O	12	8	10	
32	KEAI8AKU	ANALYSE SPECTRALE DES SIGNAUX ET SYSTÈMES	II	3	O	10	8	12	
30	KEAI8AIU	CAPTEURS OPTIQUES ET FORMATION DES IMAGES	II	3	O	8	4		18
31	KEAI8AJU	BUREAU D'ÉTUDES APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING)	II	3	O	8	6		16

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

LISTE DES UE

UE	COMMUNICATION ET INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Intégrité scientifique (INTEGRE)		
KEAX7AA1	Cours : 6h , TD : 4h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

DUROLA Sylvain
Email : sylvaindurola@yahoo.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'UE vise à sensibiliser l'étudiant aux concepts d'intégrité scientifique. L'intégrité scientifique est l'ensemble des valeurs et des règles qui garantissent l'honnêteté et la rigueur de la recherche et de l'enseignement supérieur. Elle est indispensable à la cohésion des collectifs de recherche et à l'entretien de la confiance que la société accorde à la science. Ses grands principes ont été énoncés en 2007 lors d'un colloque organisé par l'OCDE, et en 2010 dans la déclaration de Singapour sur l'intégrité en recherche. Au-delà de la spécificité des approches disciplinaires, l'intégrité scientifique repose sur des principes communs, qui s'appliquent dans tous les domaines de la science et de l'érudition, et sur lesquels reposent les bonnes pratiques en matière de recherche.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Définitions, problématiques, dispositifs en place, moyens de contrôle, exemples de dérives méthodologiques récentes ou passée et d'atteintes à l'intégrité scientifique.
- Sensibilisation aux difficultés de la reproductibilité et à la falsification des données scientifiques.
- Fraude scientifique générique (appelée communément « FFP ») :
  - Fabrication de données
  - Falsification de données
  -Plagiat
  La fabrication et la falsification comprennent, habituellement, l'exclusion sélective de données, l'interprétation frauduleuse de données, la retouche d'images dans les publications, la production de fausses données ou de résultats sous la pression de commanditaires.
  Le plagiat consiste en l'appropriation d'une idée (quand elle est formalisée) ou d'un contenu (texte, images, tableaux, graphiques, etc.) total ou partiel sans le consentement de son auteur ou sans citer ses sources de manière appropriée.
- Règles pour prévenir des manquements à l'intégrité scientifique. Régulation de ces manquements, par des modalités collectives ou à travers la responsabilité individuelle.

PRÉ-REQUIS

Aucun.

COMPÉTENCES VISÉES

- Connaitre les principes de l'intégrité scientifique.
- Savoir présenter un raisonnement argumenté.
- Savoir analyser une situation et apprécier l'intégrité de la démarche scientifique.
- Appliquer le code de conduite pour l'intégrité scientifique :
  - La fiabilité dans la conception, la méthodologie, l'analyse et l'utilisation des ressources.
  - L'honnêteté dans l'élaboration, la réalisation, l'évaluation et la diffusion de la recherche, d'une manière transparente, juste, complète et objective.
  - Le respect envers les collègues, les participants à la recherche, la société, les écosystèmes, l'héritage culturel et l'environnement.
  - La responsabilité pour les activités de recherche, de l'idée à la publication, leur gestion et leur orga-

nisation, pour la formation, la supervision et le mentorat, et pour les implications plus générales de la recherche.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— https://www.hceres.fr/fr/integrite-scientifique
— https://fr.wikipedia.org/wiki/Int%{}C3%{}A9grit%{}C3%{}A9_{}scientifique

MOTS-CLÉS

Intégrité Scientifique, Falsification des données, Plagiat, Recherche, Responsabilité

UE	COMMUNICATION ET INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE	3 ECTS	1er semestre
Sous UE	Communication (COM)		
KEAX7AA2	Cours : 6h , TD : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 49 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

ROUSSEL Bruno
Email : bruno.roussel@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La pratique de la communication demande la maîtrise de techniques et d'outils toujours plus nombreux, permettant d'optimiser ses stratégies vers les publics internes et externes. La formation est basée sur des méthodes actives et apporte une méthodologie et des outils pour mettre en œuvre une communication performante afin d'acquérir les compétences clés en communication, management relationnel, organisation, expression orale et écrite..

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Il s'agit d'acquérir les techniques et les meilleures pratiques pour mettre en œuvre une politique de communication :
- Concevoir une stratégie de Communication personnelle et professionnelle,
- Définir et gérer sa e-réputation pour promouvoir son image en tant que futur professionnel,
- Assimiler un savoir-faire et des techniques de communication orale à partir de mises en situation,
- Savoir identifier son style de management,
- Se positionner dans une dimension éthique et communiquer en tant que manager,
- Gérer un conflit.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Communiquer dans un monde incertain, Thierry Libaert, Ed. Pearson Education Ed.
- Le management de la diversité, Christophe Falcoz, Management Et Societe Eds
- Savoir-être : compétence ou illusion ?, Annick Penso-Latouche, Editions Liaisons

MOTS-CLÉS

Communication, Déontologie, Ethique, Management

UE	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3 ECTS	1er semestre
KEAI7ABU	Cours : 10h , TP : 22h	Enseignement en français	Travail personnel 43 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de ce module est d'aborder au plan théorique et pratique les techniques de résolution de certains problèmes par des méthodes numériques. Effectivement, de nombreux problèmes en EEA, en Physique, Biologie ou encore en Economie peuvent être efficacement résolus par l'intermédiaire d'un calculateur numérique. C'est ainsi qu'une suite d'opérations mathématiques simples permet d'obtenir une solution au problème posé. Cela inclut la connaissance des structures de données fondamentales et les algorithmes dans lesquels elles sont mises en œuvre. Le langage de programmation utilisé pour illustrer ces concepts est le langage C. Plusieurs thématiques seront étudiées et mises en œuvre en Travaux Pratiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Préliminaires aux structures de données
- Les pointeurs : concepts et principes, manipulation des pointeurs, les tableaux
- Les structures
- Récursivité

II. Structures de données
- Listes chaînées, Piles, Tas
- Files

III. Algorithme
- Tris et recherches
- Méthodes numériques

Compétences :
- Savoir analyser un problème numérique
- Définir la structure de l'algorithme avec les structures de données associées
- Savoir écrire un algorithme
- savoir traduire l'algorithme en programme en langage C

PRÉ-REQUIS

Notions de programmation, notions d'analyse numérique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Le langage C, norme ANSI, Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie, Dunod 2014 - 2ème édition

MOTS-CLÉS

Algorithmique, langage C, analyse numérique

UE	INSTRUMENTATION ET CHAÎNE DE MESURE	3 ECTS	1er semestre
KEAI7ACU	Cours : 8h , TD : 8h , TP : 14h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BOITIER Vincent
Email : vboitier@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Connaître l'architecture générale d'une chaîne d'instrumentation.
Etre capable de choisir et d'interfacer correctement les éléments composants une chaîne de mesures analogique ou numérique en fonction d'un cahier des charges.
Etre capable d'analyser une chaîne d'instrumentation afin de donner une estimation de l'incertitude de mesure
Maîtriser les bases du logiciel Labview pour des applications d'instrumentation.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

CM/TD En s'appuyant sur des exemples concrets de chaînes de mesures, les différents étages d'une chaîne analogique et l'association de ces étages sont présentés et analysés en statique (choix des gains, des plages d'entrée et de sortie, ...) et en dynamique (choix fréquence échantillonnage, filtrage, filtre anti-repliement, ...). Les protocoles de transmission numérique de l'information sont aussi abordés.
TPs : Rappel sur l'utilisation des appareils (oscilloscope, générateur de fonctions), Initiation au logiciel d'instrumentation **LabView** , utilisation d'une carte d'acquisition.

PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique analogique et numérique, montages classiques à amplificateurs opérationnels, structure d'un CNA, d'un CAN, échantillonnage d'un signal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Acquisition de données - Du capteur à l'ordinateur, G. Asch et al., 2011, Dunod Ed.
Traitement des signaux et acquisition de données - 5e éd. Cours et exercices corrigés, F. Cottet, 2020, Dunod Ed.

MOTS-CLÉS

mesure, capteur, amplification, filtrage, conditionnement, filtre anti repliement, numérisation, échantillonnage, traitement numérique, résolution, étalonnage

UE	SIGNAUX ET SYSTÈMES	4 ECTS	1er semestre
KEAI7AEU	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 70 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BARBAULT Pierre
Email : pierre.barbault@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les notions de signal et système permettent de formaliser l'analyse d'une grande variété de phénomènes physiques en faisant abstraction des détails insignifiants pour se concentrer sur les éléments essentiels. Cette approche permet de traiter de façon unifiée l'analyse de phénomènes physiques dans plusieurs domaines tels que acoustique, télécommunications, biomédical, aéronautique, télédétection. L'objectif de cette UE est de présenter ces notions et les principaux outils utilisés pour la représentation, l'analyse et le traitement des signaux déterministes et aléatoires. Les étudiants se familiariseront avec le filtrage, la modulation et l'échantillonnage, les propriétés et les statistiques des signaux aléatoires et le calcul des statistiques d'un signal aléatoire en sortie d'un filtre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Signaux et systèmes déterministes : Propriétés des signaux et systèmes, Systèmes linéaires et invariants, Convolution, Représentation fréquentielle des signaux et systèmes à temps continu : série et transformée de Fourier, Transformation de Laplace, Filtrage analogique, Modulation.
Numérisation des signaux analogiques : Echantillonnage, Repliement de spectre, Théorème de Shannon, Reconstruction d'un signal analogique à partir de ses échantillons, Quantification.
Signaux aléatoires : Définition et propriétés des signaux aléatoires, Stationnarité et ergodisme, Notion d'indépendance, de corrélation et de densité spectrale de puissance, Filtrage des signaux aléatoires.
Travaux pratiques : Numérisation des signaux, Estimation de distance de cibles avec corrélation, Estimation des statistiques des signaux aléatoires, Filtrage des signaux aléatoires.

PRÉ-REQUIS

Des connaissances de base en probabilités et variables aléatoires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] A. V. Oppenheim et al., Signals & systems, Pearson, 2013.
[2] A. Papoulis, Probability, random variables and stochastic processes, McGraw-Hill, 2002.
[3] Y. Deville, Signaux temporels et spatiotemporels, Ellipses, 2011.

MOTS-CLÉS

Signal, Système, Transformées de Fourier et de Laplace, Filtrage, Echantillonnage, Espérance mathématique, Corrélation, Densité spectrale de puissance

UE	TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL	3 ECTS	1er semestre
KEAI7AHU	Cours : 12h , TD : 10h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DEVILLE Yannick
Email : yannick.deville@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE vise à apporter aux étudiants la maîtrise des notions de signal et système numériques (dans les domaines temporel, fréquentiel, en z), en se focalisant sur les signaux déterministes. A l'issue de cette UE, les étudiants seront capables d'appliquer aux signaux numériques les traitements les plus classiques : transformation de Fourier, filtrage (synthèse et mise en oeuvre). Ils sauront étudier ces traitements et les mettre en oeuvre à l'aide du logiciel Matlab.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cette UE concerne la représentation et le traitement des signaux numériques. Dans un premier temps, on introduit les notions de signaux et systèmes numériques et on fait le lien avec le cas où ces signaux sont obtenus par échantillonnage temporel puis quantification de signaux analogiques. On définit en particulier : 1) les systèmes linéaires invariants temporellement (ou filtres) numériques, représentés à ce stade dans le domaine temporel, 2) le produit de convolution associé. On construit ensuite les transformations numériques classiques : transformation de Fourier à temps discret, transformation de Fourier discrète (TFD), transformation en z. Enfin, on présente en détail les structures et méthodes de synthèse de filtres numériques (filtres à Réponse Impulsionnelle Finie - ou RIF -, à phase linéaire, à Réponse Impulsionnelle Infinie - ou RII -). Les travaux pratiques concernent les représentations fréquentielles de signaux et systèmes numériques et la synthèse de filtres RIF et RII.

PRÉ-REQUIS

Bases relatives aux signaux et systèmes analogiques (Fourier, Laplace, filtrage analogique). Connaissance de MATLAB préférable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] M. Kunt, "Traitement numérique des signaux", Traité d'Electricité, vol. XX, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Lausanne, 1984, 1996.
[2] A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, "Digital signal processing", Prentice Hall, 1975.

MOTS-CLÉS

Signal numérique, Système numérique, Transformée de Fourier discrète, Transformée en z,
Filtrage numérique.

UE	TRAITEMENT DES IMAGES	3 ECTS	1er semestre
KEAI7AKU	Cours : 14h , TD : 7h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HERBULOT Ariane
Email : ariane.herbulot@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module décrit les outils de base de traitement d'images, allant de l'amélioration des images acquises à leur traitement en vue de faciliter leur manipulation et leur interprétation. Ce cours permet de comprendre et d'appréhender la chaîne de traitement à effectuer une fois l'image numérique acquise, afin de pouvoir l'analyser au mieux, selon l'application visée. Les méthodes de traitement d'images communes à tous les domaines d'application sont ici présentées sous forme de cours/TD et mises en pratique dans des Travaux Pratiques sous matlab.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours/TD est structuré comme suit :

1. Introduction : notions de colorimétrie, visualisation et applications (2h)
2. Numérisation et pré-traitements (4h)
3. Opérations et transformations 2D (2h)
4. Filtrage linéaire et non-linéaire, restauration (4h)
5. Morphologie mathématique (4h)
6. Compression et formats d'images et vidéos (5h)

Les séances de TP se séquencent comme suit :

1. Utilisation d'histogrammes pour l'amélioration d'images (3h)
2. Filtrage et débruitage d'images (3h)
3. Outils de morphologie mathématique (3h).

PRÉ-REQUIS

Notions de traitement du signal, bases de mathématiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] C.Demant, B.Streicher-Abel, P.Waszkewitz, Industrial Image Processing, SPRINGER, ISBN : 978-3540664109 .
[2] P.Bellaïche, Les secrets de l'image vidéo, EYROLLES.
[3] D. Lingrand, Introduction au traitement d'images, Vuibert.

MOTS-CLÉS

Améliorations d'images, histogrammes, filtrage, morphologie mathématique, compression d'images et de vidéos, transformations 2D

UE	INTRODUCTION À L'EXPLOITATION STATISTIQUE DE DONNÉES	3 ECTS	1er semestre
KEAI7AMU	Cours : 10h , TD : 10h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JAUBERTHIE Carine
Email : cjaubert@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les données expérimentales provenant de mesures effectuées sous différentes formes (mesure ponctuelle, signaux, images) sont considérées comme aléatoires. En effet, si l'on réitère la mesure, les données obtenues sont sensiblement différentes. Cette unité d'enseignement constitue une introduction à l'analyse de ces données. Les outils statistiques étudiés permettent une meilleure compréhension des phénomènes aléatoires et aident à leur analyse. Il s'agit alors de bien comprendre les outils statistiques afin de choisir le plus adapté au problème considéré permettant d'extraire des informations pertinentes des données.
Les travaux pratiques de cette unité visent à mieux appréhender ces outils statistiques et à les appliquer dans des situations pratiques de traitement de données.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1) Rappels et compléments sur les probabilités : variables aléatoires discrètes et continues, fonction de répartition, probabilités et densité de probabilité, espérance mathématique, moments. Principales lois de probabilité. Calcul d'intervalles de confiance. Couples de variables aléatoires, lois jointes, corrélation, indépendance, lois conditionnelles, règle de Bayes, marginalisation, vecteurs aléatoires. Notion de convergence de lois.
2) Statistiques sur un échantillon : fonction de répartition empirique, densité empirique, moments empiriques, loi des moments empiriques.
3) Introduction à l'estimation : propriétés des estimateurs (biais, convergence, efficacité, robustesse), estimateur des moments, estimateur du maximum de vraisemblance, estimation par intervalle.
4) Introduction aux tests d'hypothèse : tests paramétriques (basés sur un intervalle de confiance, test du rapport de vraisemblance), test d'adéquation de loi (Kolmogorov-Smirnov, Chi-deux).
Travaux pratiques : Rappels sur Matlab et utilisation pour l'analyse statistique de données, estimation des paramètres d'une loi et comparaison des estimateurs, mise en oeuvre de tests statistiques sur des applications pratiques.

PRÉ-REQUIS

Notions de bases en statistique et probabilités.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] G. Saporta, Probabilités, analyse des données et statistique, Editions TECHNIP, 1990.
[2] John A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Thomson Brooks/Cole, 2006.

MOTS-CLÉS

Probabilités, estimation paramétrique, estimation non paramétrique, tests d'hypothèses.

UE	INTRODUCTION À L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE -MACHINE LEARNING	4 ECTS	1er semestre
KEAI7ANU	Cours : 12h , TD : 10h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 70 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TROUILHET Jean-François
Email : jean-francois.trouilhet@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'étudiant aura les compétences pour mener à bien un problème de classification automatique. Il sera capable de construire la base de données décrivant les objets à classer et d'analyser celle-ci afin de déterminer voire de calculer les paramètres les mieux adaptés à la classification envisagée. Il connaîtra les méthodes de classification supervisée et non supervisée pour pouvoir choisir la mieux adaptée au problème. Enfin, il sera capable d'évaluer les performances de l'outil de classification mis en œuvre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Une brève introduction présente le domaine de la classification automatique ainsi que quelques applications particulières en guise d'exemple. Après avoir constaté que l'exploration systématique des solutions conduit à une explosion combinatoire, l'intérêt de l'utilisation des méthodes automatiques se présentera comme une alternative intéressante. La première partie présente des exemples d'application et donne les bases permettant de mesurer la ressemblance de deux individus (notion de distance), de juger de la bonne classification obtenue (notion de variance entre les classes et dans les classes) voire d'améliorer la représentation des éléments à classer par une analyse en composantes principales ou une analyse factorielle discriminante. La deuxième partie présente les méthodes de classification supervisée, c'est-à-dire avec l'aide d'un expert. Ce chapitre inclut la classification Bayésienne qui fait référence car elle donne la solution optimale. La troisième partie présente les méthodes de classification non supervisée qui sont potentiellement les plus intéressantes. La dernière partie présente une introduction aux méthodes plus récentes (réseaux neuromimétiques, boosting).

PRÉ-REQUIS

Bases des probabilités, Variables aléatoires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] G. Saporta "Probabilités, analyse des données et statistique" 3ème édition - Éditions Technip.
[2] JP. Nakache "Approche pragmatique de la classification - Arbres hiérarchiques, Partitionnement. » Éditions Technip.

MOTS-CLÉS

Fisher, classification supervisée, Bayes, Classification hiérarchique, plus proches voisins, centres mobiles, réseau neuromimétique, perceptron, boosting.

UE	APPLICATIONS DU TRAITEMENT DU SIGNAL ET D'IMAGES	4 ECTS	1er semestre
KEAI7AOU	Cours : 12h , TD : 6h , TP DE : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 70 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : herve.carfantan@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'utilisation de signaux audio, d'images, de vidéo et de systèmes d'imagerie numériques s'est largement développée dans notre société depuis plusieurs dizaines années. Un tel développement a été possible grâce à l'évolution des technologies permettant l'acquisition et la restitution (lecteurs MP3, appareils photo, caméscopes, satellites, dispositifs d'imagerie médicale...), à l'explosion des moyens de transmission (internet, satellite, TNT...), mais également grâce aux méthodes de traitement associées.
L'objectif de ce module est de découvrir les différents domaines d'application Audio-vidéo, Médical et Spatial et des problématiques associées. Il propose un panorama des problèmes posés et met l'accent sur quelques applications concrètes.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Une introduction générale aux différents problèmes liés à l'acquisition, aux traitements (corrections, compression...) et à l'analyse (segmentation, détection, apprentissage automatique...) des signaux audio-vidéo et des images permettra de mettre l'accent sur les outils communs et les spécificités de ces différents types de données.
Des illustrations des problématiques posées dans les différents domaines d'application audio-vidéo, spatial, médical, etc. permettront d'appréhender la multitude des utilisations possibles des signaux et de l'imagerie numérique et l'intérêt de maîtriser les nombreux outils communs.
Des problèmes spécifiques seront ensuite étudiés dans chacun de ces domaines d'applications, dans différents domaines d'application par exemple :

- reconnaissance du locuteur en audio,
- segmentation d'images multispectrale en imagerie spatiale,
- fusion d'images médicales,
- localisation par GPS...

Une initiation à certains outils informatique utiles en traitement du signal et des images et en apprentissage automatique sera également effectuée.

PRÉ-REQUIS

Bases de traitement du signal et d'images (niveau L3)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Jean-Noël Martin, Débuter en traitement numérique du signal : application au filtrage et au traitement des sons, Technosup, Ellipses, 2005.
[2] Philippe Bellaïche, Les secrets de l'image vidéo, Eyrolles, 2008.

MOTS-CLÉS

Signaux audio, images, vidéo, images spatiales, images médicales, outils informatiques.

UE	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AAU	TP DE : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 55 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal
Email : berthou@laas.fr

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

FERNANDEZ Arnaud
Email : afernand@laas.fr

HERBULOT Ariane
Email : ariane.herbulot@laas.fr

LABIT Yann
Email : ylabit@laas.fr

SEWRAJ Neermalsing
Email : vassant.sewraj@gmail.com

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le but est la réalisation d'un projet de type Travaux d'études et de recherche avec une recherche bibliographique basée sur la thématique du projet, projet pouvant être un projet de recherche ou en lien avec la recherche. Il peut également s'agir de participer à la mise en œuvre de nouvelles manipulations de travaux pratiques. L'évaluation porte sur un rapport et une soutenance orale.
Afin de sensibiliser au domaine de la recherche une série de conférences est également mise en place.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le projet est réalisé en binôme (voire trinôme) tuteuré par un enseignant-chercheur ou un chercheur. Il se déroule entre janvier et mai.
Série de conférences :
- présentation du LAAS et du LAPLACE (par les directeurs et directeurs adjoints du LAAS et du LAPLACE),
- présentation du métier de chercheur (par un chercheur du LAAS ou du LAPLACE) et du métier d'enseignant-chercheur (par un enseignant-chercheur du LAAS ou du LAPLACE)
- présentation du doctorat (par un membre de l'association Bernard Gregory et 3 doctorants).

Les étudiants en CMI doivent faire un projet obligatoirement en lien avec la recherche pour s'approprier les bases d'une thématique de recherche. En effet, ce projet est suivi d'un stage en laboratoire de recherche de minimum 6 semaines dans cette même thématique.

PRÉ-REQUIS

Connaissances acquises dans la discipline au cours de la licence et du master 1.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ils seront fournis par le tuteur en fonction de la thématique du projet

MOTS-CLÉS

projet recherche, autonomie, implication, esprit d'initiative

UE	IMAGERIES MÉDICALES-1 (Imageries médicales1)	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8ACU	Cours : 10h , TD : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ARRIBARAT Germain
Email : germain.arribarat@inserm.fr

FRANCERIES Xavier
Email : xavier.franceries@inserm.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Maîtriser les bases de la résonance magnétique nucléaire (RMN), des rayonnements X et gamma.
- Comprendre l'interaction capteur/milieu biologique/ondes.
- Appréhender les méthodes les plus utilisées, appliquées à l'imagerie et à la thérapie médicale.
- Mettre en œuvre les techniques de traitement du signal et de l'image dédiées à l'imagerie par RMN, et à l'imagerie X et gamma.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Introduction et présentation des principales techniques d'imageries médicales
- Fonctionnement des dispositifs d'imagerie et de thérapie médicale : principes physiques, les différents modes d'imagerie et le traitement des signaux associés.
- Résonance Magnétique Nucléaire : moment cinétique de spin, rapport gyromagnétique, fréquence de Larmor, codage de phase et en fréquence, gradient de champ magnétique.
- Images des tissus en T1, T2, T2*, diffusion et tenseur de diffusion : quantification et application à des pathologies.
- Rayonnements X et &#947 ; : production de rayons X, génération de photons de haute énergie, physique des capteurs en radiologie, scanner et tomographie de positron.

PRÉ-REQUIS

bases de physique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A. Séret et coll., Imagerie Médicale, Deuxième édition, Ed. de l'Université de Liège
M. Bruneau et coll., Matériaux et Acoustique, volume 3, éd. Hermès.
M.-F. Bellin et coll., Traité d'imagerie médicale Tome 1 et 2, éd. Flammarion.

MOTS-CLÉS

imagerie médicale, tomodensitométrie, imagerie par résonance magnétique nucléaire, tomographie d'emission mono-photonique, tomographie de positrons

UE	ANALYSE ET INTERPRÉTATION DES IMAGES	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8ADU	Cours : 14h , TD : 7h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HERBULOT Ariane
Email : ariane.herbulot@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module décrit les méthodes d'analyse d'images, permettant de faciliter leur interprétation. Seront abordées les méthodes d'extraction de caractéristiques et de segmentation d'images en vue d'applications variées. Les méthodes de classification seront ici appliquées à l'imagerie afin d'effectuer de la reconnaissance de formes et de motifs. Les méthodes d'analyse d'images communes à tous les domaines d'application sont ici présentées sous forme de cours/TD et implémentées dans les Travaux Pratiques.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les séances de C/TD/TP sont structurées comme suit :
1. Segmentation contours / régions
2. Analyse de texture
3. Extraction et sélection d'attributs
4. Méthodes de classification supervisée et non-supervisée pour l'image
5. Applications à la vision industrielle : exemples de métrologie, contrôle conformité, vérification de présence
6. Introduction aux techniques d'analyse vidéo

Les séances de TP sous MATLAB se séquencent comme suit :
1. Classification par k-means en image
2. Estimation de mouvement dans des séquences d'images
3. Segmentation d'images et reconnaissance de formes

PRÉ-REQUIS

Traitement du signal et des images, bases de mathématiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Industrial Image Processing - C.Demant, B.Streicher-Abel, P.Waszkewitz - Editeur Springer - ISBN : 978-3540664109.
[2] Digital Image Processing - R.C.Gonzalez, R.E.Woods - Editeur Prentice Hall - ISBN : 978-0131687288

MOTS-CLÉS

segmentation d'images, calcul de descripteurs visuels, classification appliquée à l'image, notions d'analyse vidéo.

UE	SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS 1	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AEU	Cours : 12h , TD : 10h , TP DE : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DEVILLE Yannick
Email : yannick.deville@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La première partie de cette UE a pour objectif de permettre aux étudiants de savoir déterminer les propriétés des signaux en termes d'énergie ou de puissance en représentations temporelle ou fréquentielle, et de maîtriser les notions fondamentales de théorie de l'information. La deuxième partie de l'UE est focalisée sur le domaine des transmission**s.** Elle permettra aux étudiants de savoir caractériser les lignes de communication métalliques,d'analyser les chaînes de transmission analogiques, pour les divers types de modulations analogiques, etainside maîtriser les structures fondamentales des chaînes de transmission numériques qui seront abordées dans l'UE Signaux et Télécommunications no. II.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Après quelques rappels de base sur les signaux et systèmes, on présente des compléments pour les télécommunications sur les signaux déterministes et aléatoires : énergie, puissance, corrélation, densités spectrales d'énergie et de puissance. On introduit ensuite les bases de théorie de l'information : entropie, information, capacité de canal. Puis on détaille les principes mis en jeu dans les transmissions analogiques : canal de communication, signal modulant, signal modulé, représentation spectrale des modulations, modulation d'amplitude, modulation d'argument (fréquence ou phase), modulations hybrides (BLU).

PRÉ-REQUIS

Cette UE s'appuie sur les bases théoriques concernant les signaux déterministes et aléatoires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] Y. Deville, "Traitement du signal : signaux temporels et spatiotemporels » Ellipses Editions Marketing, Paris, 2011.
[2] H. P. Hsu, « Communications analogiques et numériques », Série Schaum.

MOTS-CLÉS

Énergie et puissance (en temporel ou fréquentiel),Théorie de l'information, Lignes métalliques, Chaînes de transmission analogiques, Modulations analogiques.

UE	SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS 2	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AFU	Cours : 12h , TD : 10h , TP DE : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TROUILHET Jean-François
Email : jean-francois.trouilhet@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'étudiant pourra aborder le domaine des transmissions numériques en maîtrisant les principales notions relatives au domaine :
- Évaluation de la quantité d'information d'un message
- Compression de l'information
- Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs
- Chiffrement de l'information
- Transmissions numériques en bande de base
- Modulations numériques

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

L'UE comporte quatre parties portant sur le domaine des transmissions numériques. La première partie porte sur l'estimation de la quantité d'information et la compression avec ou sans perte d'un message afin de diminuer le volume de données à transmettre. La deuxième partie traite des codes détecteurs et correcteurs d'erreur afin de protéger l'intégrité des messages transmis. La troisième partie traite du chiffrement symétrique ou asymétrique de l'information en vue de protéger la confidentialité du message transmis. Enfin la quatrième et dernière partie présente les transmissions numériques en bande de base puis le modulations numériques. L'occupation spectrale, la probabilité d'erreur de transmission de ces dernières sera abordée en détail pour chacune des modulations envisagées.

PRÉ-REQUIS

UE Signaux et Télécommunications 1

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] A. Khireddine « Introduction aux transmissions numériques » Éditions DUNOD.
[2] JG. Proakis « Digital communications » Mc GrawHill International Éditions.

MOTS-CLÉS

entropie, compression, code correcteur erreur, chiffrement, clef publique, clef privée, signature électronique, modulation numérique, constellation, ASK, PSK

UE	INTRODUCTION À LA ROBOTIQUE (Introduction à la Robotique)	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AGU	Cours : 12h , TD : 6h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CADENAT Viviane
Email : cadenat@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE vise à permettre aux étudiants de :

- Comprendre la problématique de la robotique industrielle
- Utiliser et programmer un robot industriel pour réaliser une tâche industrielle
- Comprendre les bases de la navigation des AGV (Automatic Ground Vehicles) dans un atelier

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le contenu du cours est organisé en trois grandes parties :

I. Introduction, notions de base et problématique de la robotique

II. Modélisation des robots industriels

1. Outils pour la robotique industrielle
2. Modélisation géométrique directe

III. Planification et Génération de mouvement

1. Génération de mouvement dans l'espace des configurations sur les robots industriels
2. Navigation d'un robot mobile dans un atelier

Organisation des TP

Les étudiants réaliseront leurs TP sur de vrais robots industriels situés à l'AIP PRIMECA. Ces TP mettront en évidence la problématique de la robotique industrielle et leur permettront de programmer des tâches classiques dans ce domaine (prise/dépose d'objets, etc.).

PRÉ-REQUIS

Bases mathématiques de l'ingénieur (algèbre linéaire, ...)

SPÉCIFICITÉS

Cette UE est fortement conseillée pour poursuivre en M2 EEA-AURO.

COMPÉTENCES VISÉES

Les compétences visées à l'issue de l'UE sont les suivantes :

- Etablir le modèle géométrique d'un bras manipulateur
- Générer une trajectoire permettant de réaliser une tâche industrielle donnée
- Programmer une tâche robotique sur un vrai robot industriel
- Faire naviguer une plateforme mobile dans un atelier

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

W Khalil, E Dombre. Robot manipulators :modeling, performance analysis & control, ISTE Ed, 2007
M Spong, S Hutchinson, M Vidyasagar. Robot modeling & control, Ed Wiley, 2005
Craig, Introduction to robotics : mechanics & control. Pearson, 2017

MOTS-CLÉS

Robotique industrielle, robots manipulateurs, robots mobiles, modélisation, navigation, génération de mouvement.

UE	RESEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTEMES DISTRIBUES (Réseaux pour la commande de systèmes distribués)	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AHU	Cours : 9h , TD : 9h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal
Email : berthou@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les systèmes distribués sont devenus incontournables dans notre vie quotidienne. Citons comme exemple, toutes les applications clients-serveurs, ou encore tous les systèmes de contrôle/commande : calculateurs, capteurs et actionneurs en grand nombres, « répartis » dans les voitures, les avions, les usines, mais aussi nos maisons. Les différents composants d'un système distribué ne sont pas localisés dans un seul et même endroit et sont donc nécessairement reliés par des réseaux de communications. Ce cours permet d'acquérir les bases des architectures et des réseaux de communication et doit permettre de comprendre le rôle de chacune des couches d'une architecture réseau complexe, connaître les principes des réseaux locaux, maîtriser les principes de l'échange d'information sur l'Internet.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Cours et travaux dirigés
1.1. Principes des architectures de communication en couches
Couche physique
Couche liaison de donnée en général, et plus spécifiquement dans les réseaux locaux et exemple des réseaux Ethernet
Couche réseau et exemple de l'Internet
Couche transport et programmation d'applications de commande distribuées
2. Travaux Pratiques
2.1. Configuration et déploiement de services dans un réseau IP
2.2. Développement d'une application distribuée de contrôle/commande

PRÉ-REQUIS

un minimum de connaissance sur les systèmes d'exploitations (commandes de bases)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bibliographie proposée par les enseignants lors de leurs interventions.

MOTS-CLÉS

Réseaux de communications numériques, Internet, temps-réel

UE	CAPTEURS OPTIQUES ET FORMATION DES IMAGES	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AIU	Cours : 8h , TD : 4h , TP DE : 18h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h
URL	http://userpages.irap.omp.eu/~{}ogodet/		

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

GODET Olivier
Email : olivier.godet@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module décrit les aspects matériels d'un système de vision : les techniques d'éclairage de la scène, les optiques et les technologies de capteurs numérique, le processus de formation des images associé et les techniques d'amélioration des images. Le module se focalise sur les prétraitements pour corriger/atténuer les artefacts lors de la formation des images. Il permet de guider dans la caractérisation et la mise en oeuvre d'un système de prises d'images et de comprendre le processus de formation des images pour améliorer le rendu des images acquises.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le cours/TD est structuré comme suit :

1. Introduction : notions de colorimétrie, oeil et vision, standards de TV.
2. Techniques d'éclairage : types et stratégies d'éclairage en vision industrielle.
3. Optique de caméra vidéo : modélisation, réglages, caractéristiques, aberrations optiques, exercices.
4. Capteurs numériques : mise en forme du signal vidéo (électronique de lecture et conversion numérique), technologie de caméras (CCD et CMOS), aberrations numériques.
5. Formation et amélioration des images : calibrage radiométrique, calibrage chromatique, correction des aberrations, exercices.

Les séances de TP se séquencent comme suit :

1. Mesures des chronogrammes d'une chaîne électronique en sortie d'un capteur CCD.
2. Corrections élémentaires du signal thermique et de la non uniformité de réponse d'un capteur CCD.
3. Modification d'un chronogramme de lecture pour une application industrielle.
4. Acquisition des images et éclairage.
5. Amélioration des images à travers ses applications.

PRÉ-REQUIS

Notions de traitement du signal, notions d'optique, notions d'électronique et de physique générale.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Industrial Image Processing - C.Demant, B.Streicher-Abel, P.Waszkewitz - Editeur : SPRINGER - ISBN : 978-3540664109.

MOTS-CLÉS

détecteurs numériques, image ; optique ; aberrations ; éclairage ; chaine électronique

UE	BUREAU D'ÉTUDES APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE (MACHINE LEARNING)	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AJU	Cours : 8h , TD : 6h , TP DE : 16h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOSSEINI Shahram
Email : shahram.hosseini@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE vise à familiariser les étudiants avec :
- les méthodes récentes de l'apprentissage automatique (machine learning), et notamment l'apprentissage profond (deep learning) basé sur les réseaux de neurones convolutifs,
- les outils logiciels et les bibliothèques Python utilisés en apprentissage automatique : NumPy, Pandas, Matplotlib, Scikit-learn, ...
- les outils utilisés pour réaliser l'apprentissage profond avec les processeurs graphiques (GPU) : Cuda, TensorFlow, Keras, ...

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cours :
- Rappel des techniques classiques de régression et classification (régression linéaire, régression logistique, SVM, KNN, K-means, ...)
- Réseaux de neurones convolutifs : exemples d'architectures et algorithmes d'apprentissage
- Bibliothèques Python pour l'apprentissage automatique
- GPU et les outils logiciels associés

Projet encadré : Les étudiants, répartis en plusieurs équipes, réaliseront des projets qui leur permettent de mieux connaître les méthodes et les outils logiciels présentés en cours.

PRÉ-REQUIS

Les UE "Introduction à l'apprentissage automatique" et "Applications du traitement du signal et d'images" du premier semestre

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

[1] W.-M. Lee, Python® Machine Learning, Wiley, 2019.
[2] S. W. Knox, Machine Learning : a Concise Introduction, Wiley, 2018.
[3] I. Goodfellow, Deep learning, MIT, 2016.

MOTS-CLÉS

Apprentissage automatique, Apprentissage profond, Classification, Réseaux de neurones, Python, GPU

UE	ANALYSE SPECTRALE DES SIGNAUX ET SYSTÈMES	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AKU	Cours : 10h , TD : 8h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

HOSSEINI Shahram
Email : shahram.hosseini@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

A partir des outils mathématiques pour la représentation fréquentielle des signaux et systèmes acquis au 1er semestre, l'objectif est de présenter aux étudiants les méthodes d'analyse spectrale permettant d'estimer et d'analyser le contenu fréquentiel des signaux. Les méthodes utilisées dépendent de la nature du signal considéré (déterministe ou aléatoire, stationnaire ou non) et doivent tenir compte de l'échantillonnage et la troncature des signaux, le compromis entre les résolutions temporelle et fréquentielle, le nombre limité des réalisations disponibles d'un signal aléatoire, etc. Par ailleurs, lorsque le contenu fréquentiel d'un signal varie au cours du temps, l'utilisation des outils d'analyse temps-fréquence tels que la TF à court terme ou la transformée en ondelettes s'impose.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Rappels sur les outils pour la représentation fréquentielle des signaux et systèmes.
Analyse spectrale des signaux déterministes par Transformée de Fourier Discrète (TFD) : effet de l'échantillonnage spectral, zero-padding, effet de fenêtrage, différents types de fenêtre.
Rappels sur les signaux aléatoires : notions de corrélation, densité spectrale de puissance, filtrage des signaux aléatoires.
Analyse spectrale non paramétrique (estimation de l'autocorrélation, corrélogramme, périodogramme et dérivés) et application de l'analyse spectrale non paramétrique à l'identification des systèmes et au débruitage des signaux. Introduction à l'analyse spectrale paramétrique : modèles AR et MA.
Introduction à l'analyse temps-fréquence : décomposition en atomes temps-fréquence, relation d'incertitude de Gabor, transformée de Fourier à court terme, transformée en ondelettes continues.
Travaux Pratiques sous Matlab :

- Analyse spectrale par Transformée de Fourier Discrète
- Analyse spectrale de signaux aléatoires et application de l'analyse spectrale au débruitage
- Analyse temps-fréquence

PRÉ-REQUIS

Les UE « Signaux et systèmes » et « Traitement numérique du signal » du M1 SIA2

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. F. Castanié et al., Digital spectral analysis, Wiley, 2011.
2. S. M. Kay, Modern Spectral Estimation : Theory and Application, Prentice Hall, 1999.
3. S. A. Broughton & K. Bryan, Discrete Fourier Analysis and Wavelets, Wiley, 2018.

MOTS-CLÉS

Analyse spectrale, TFD, Densité Spectrale de Puissance, Périodogramme, Modèles AR et MA, Analyse temps-fréquence, Transformée en ondelettes

UE	MODÉLISATION ET ESTIMATION POUR LES SIGNAUX ET SYSTÈMES	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8ALU	Cours : 12h , TD : 8h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CARFANTAN Hervé
Email : herve.carfantan@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comment estimer la position d'un objet dans une image ? Comment estimer la réponse impulsionnelle d'un instrument ? Voici des exemples de questions d'estimation auxquelles on peut être confronté en traitement du signal et des images. Il faut pour y répondre 1) établir un modèle entre les observations et les paramètres d'intérêt, prenant en compte le phénomène physique entrant en jeu et les perturbations sur les données ; 2) choisir un estimateur, c'est-à-dire une façon de définir la valeur des paramètres à partir d'un jeu de données ; 3) mettre en œuvre un algorithme pour calculer la valeur estimée des paramètres à partir des données ; 4) caractériser la qualité des paramètres ainsi estimés.
L'objectif de cette UE est d'introduire les outils permettant de répondre à ces différentes étapes.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Introduction à la modélisation et à l'estimation pour les signaux et systèmes
Exemples de cadres de travail en "identification," "estimation" et "détection", quelques exemples de problèmes de modélisation/estimation en signal/image et système.
II. Notion de modèles et classification
Modèles de connaissance/représentation, temps-continu/discret, modèles déterministes/stochastiques, Linéarité en les paramètres, prise en compte des perturbations... Propriétés structurelles des modèles (complexité, identifiabilité, discernabilité).
III. Définition et propriétés des estimateurs
Biais, matrice de covariance et erreur quadratique moyenne d'un estimateur, compromis biais/variance, propriétés asymptotiques, borne de Kramer-Rao...
IV. Construction d'un estimateur
Méthodes des moments, critère des moindres carrés, maximum de vraisemblance, estimateurs bayésiens.
V. Calcul des estimateurs pour les modèles linéaires
Moindres carrés, moindres carrés récursifs, filtrage de Kalman. Les TPs insisteront sur la mise en œuvre pratique de l'estimation et l'analyse des résultats obtenus sur des problèmes pratiques de traitement du signal, d'images et d'analyse de systèmes physiques.

PRÉ-REQUIS

Bases de probabilités introduites dans l'UE « Introduction à l'exploitation statistique de données ». Bases d'algèbre linéaire (opérations sur les matrices)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— Identification de Modèles Paramétriques à Partir de Données Expérimentales, E. Walter et L. Pronzato. Masson, 1994.
— Introduction à la théorie du signal et de l'information, Cours et exercices, F. Auger, Éditions Technip, 1999

MOTS-CLÉS

Modèle, perturbations, estimateur, probabilités, vraisemblance, moindres carrés, filtre de Kalman.

UE	ANGLAIS	3 ECTS	2nd semestre
KEAI8AVU	TD : 24h	Enseignement en français	Travail personnel 51 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CONNERADE Florent
Email : florent.connerade@univ-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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 professionne

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les étudiants développeront :
- 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, (ex. rhétorique, éléments linguistiques, prononciation...) .
- 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 - Communications - esprit critique scientifique - interculturel

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
de Toulouse