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 systèmes et microsystèmes embarqués

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

2026 / 2027

28 OCTOBRE 2026

SOMMAIRE

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER 3

PRÉSENTATION 4

PRÉSENTATION DE LA MENTION 4

Mention Electronique, énergie électrique, automatique 4

Compétences de la mention 4

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 systèmes et microsystèmes embarqués 4

RUBRIQUE CONTACTS 5

CONTACTS PARCOURS 5

CONTACTS MENTION 5

CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA 5

Tableau Synthétique des UE de la formation 6

LISTE DES UE 9

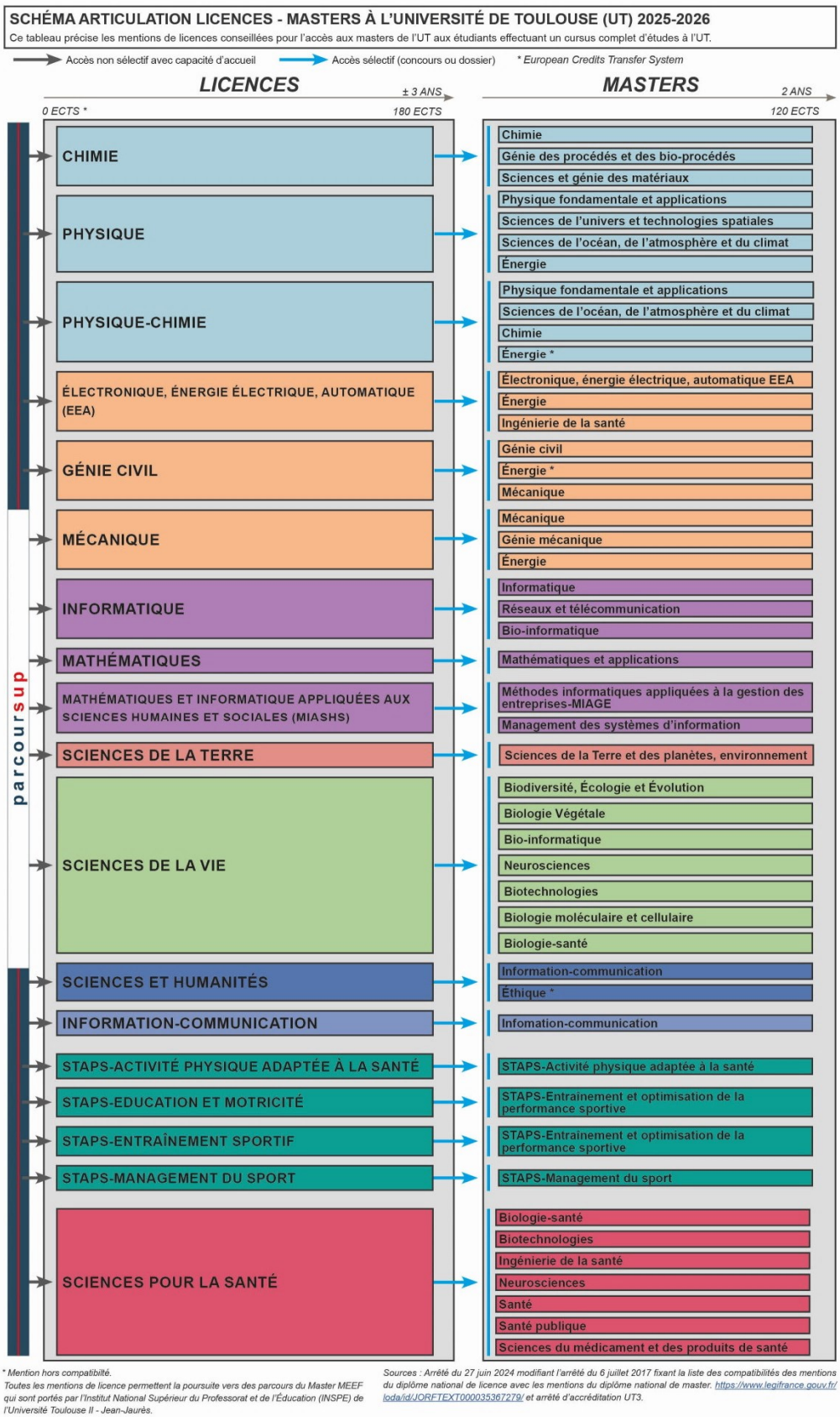
GLOSSAIRE 31

TERMES GÉNÉRAUX 31

TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES 31

TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS 32

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



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 M1 SYSTÈMES ET MICROSYSTÈMES EMBARQUÉS

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M1 SYSTÈMES ET MICROSYSTÈMES EMBARQUÉS

GABORIAU Freddy
Email : gaboriau@laplace.univ-tlse.fr Téléphone : 0561558697

LEYMARIE Hélène
Email : helene.leymarie@utoulouse.fr Téléphone : 8689

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	Stage*
Premier semestre										
13	KEAS7ABU	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	I	3	O	10		22		
21	KEAS7ALU	CONCEPTION DE SYSTÈMES	I	3	O	10	12	8		
	KEAS7ADU	MICROCONTRÔLEUR ET CAPTEURS	I	4	O					
15		KEAS7AD1 Microcontrôleur				4	4	12		
16		KEAS7AD2 Capteurs				6	6		7	
17	KEAS7AEU	MODÈLES POUR LE PARALLÉLISME (Modèles parallélisme)	I	3	O	14	10	12		
	KEAS7AGU	SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES ET DE PUISSANCE	I	5	O					
19		KEAS7AG2 Systèmes de gestion de la puissance				5	4		9	
20		KEAX7AG1 Systèmes électroniques non linéaires à diodes et AOP				10	8		9	
14	KEAS7ACU	OS POUR LES SYSTÈMES CRITIQUES (OS systèmes critique)	I	5	O	18	10	20		
18	KEAS7AFU	MODÉLISATION DES COMPOSANTS POUR LES CI (Composants actifs)	I	4	O	18	10	10		
	KEAS7AAU	COMMUNICATION ET INTÉGRITÉ SCIENTIFIQUE	I	3	O					
10		KEAX7AA1 Intégrité scientifique (INTEGRE)				6	4			
12		KEAX7AA2 Communication (COM)				6	10			
Second semestre										
	KEAS8AFU	RÉALISATION DES SYSTÈMES ET MICRO-SYSTÈMES (Réalisations système)	II	6	O					
28		KEAS8AF1 Réalisations systèmes et microsystèmes				9	21	34		
29		KEAS8AF2 Réseau KNX : application à la domotique et l'immotique				3	3		8	
	KEAS8ABU	COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE	II	3	O					

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

page	Code	Intitulé UE	semestre*	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage*
24		KEAX8AB1 Compatibilité électromagnétique				8	10	9		
23		KEAS8AB2 Compatibilité électromagnétique II (CEM II)				12				
25	KEAS8ACU	MICROÉLECTRONIQUE (Microélectronique)	II	3	O	18	12		20	
26	KEAS8ADU	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES EMBARQUÉS (Réseaux)	II	3	O	17	15	16		
27	KEAS8AEU	STAGE OBLIGATOIRE (Stage)	II	9	O					1
30	KEAS8AVU	ANGLAIS	II	3	O		24			
22	KEAS8AAU	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	II	3	O				20	

* **AN** :enseignenents annuels, **I** : premier semestre, **II** : second semestre
Stage: en nombre de mois

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
KEAS7ABU	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	OS POUR LES SYSTÈMES CRITIQUES (OS systèmes critique)	5 ECTS	1er semestre
KEAS7ACU	Cours : 18h , TD : 10h , TP : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 77 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ESCOURROU Maxime
Email : maxime.escourrou@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les systèmes informatiques critiques sont omniprésents dans notre quotidien. Ils contrôlent nos voitures, pilotent nos avions, distribuent notre électricité,... Ces systèmes sont dits critiques car leur défaillance peut entrainer des conséquences dramatiques que ce soit d'un point de vue financier, matériel ou humain. Les systèmes critiques doivent donc offrir des garanties fortes quant à la correction de leur exécution, et satisfaire certaines exigences de réactivité.
Nous verrons comment un système d'exploitation (OS pour Operating System) peut aider à offrir ces garanties. Nous présenterons des méthodes d'analyse rigoureuses permettant de garantir la réactivité du système. Nous montrerons aussi comment ces résultats peuvent être utilisés pour aider au dimensionnement optimal du système.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Dans une première partie, le module s'intéressera aux méthodes classiques permettant un partage cohérent d'un calculateur entre plusieurs tâches. Cette problématique sera abordées au travers des notions de processus et de thread, et des mécanismes de communication et synchronisation classique : tuyau UNIX, mutex et sémaphore. Ces notions seront illustrées et manipulées en TP sur un système d'exploitation familier : Linux.
Dans une deuxième partie, nous présenterons les spécificités d'un système d'exploitation temps réel destiné aux systèmes embarqués critiques et en particulier les algorithmes d'ordonnancement temps réel. Grâce à ces algorithmes, l'analyse d'ordonnançabilité du système est possible, ce qui permet de prouver la bonne réactivité du système. Un micro-projet permettra de manipuler ces notions.
Dans une troisième partie, nous présenterons le standard OSEK/VDX, beaucoup utilisé dans les OS temps réel du secteur automobile et qui est le fondement du standard AUTOSAR. Les concepts seront manipulés en TP dans un contexte embarqué avec l'OS temps réel Trampoline s'exécutant sur un micro-contrôleur.

PRÉ-REQUIS

Programmation C
Informatique industrielle

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Systèmes d'exploitation : Cours et ex., *A.Tanenbaum (...)* , Ed. Pearson Educ.
Hard Real-Time Computing Systems, *G.Buttazzo* , Springer.
Programming in the OSEK/VDX Environment, *J.Lemieux.*

MOTS-CLÉS

Système d'exploitation, système critique

UE	MICROCONTRÔLEUR ET CAPTEURS	4 ECTS	1er semestre
Sous UE	Microcontrôleur		
KEAS7AD1	Cours : 4h , TD : 4h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 61 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 l'architecture et la programmation des microcontrôleurs, largement utilisés dans la réalisation des systèmes de commande et des systèmes embarqués. Cela inclut la connaissance des techniques de codage des informations, la compréhension de l'architecture d'un micro-calculateur, la maîtrise de sa programmation et l'interfaçage avec le monde extérieur.
Ce sont ces différents points que se propose d'aborder ce module permettant une mise en œuvre dans le cadre de manipulations de TP incluant l'acquisition de données, leur traitement et la commande de procédés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I - Architecture d'un micro-contrôleur
Unité Arithmétique et Logique
Principes de fonctionnement d'un processeur
Interfaçage avec le monde extérieur
II - Fonctionnalités d'un micro-contrôleur
Communication série et parallèle
Conversion analogique-numérique et numérique-analogique
Gestion du temps, fonctions de capture et de comparaison et PWM
Gestion des évènements, interruptions
III - Travaux Pratiques (12 h) - Mise en œuvre d'un micro-contrôleur
voltmètre numérique, séquenceur programmable, génération de signaux, commande d'un servo-moteur.

PRÉ-REQUIS

Notions de programmation C, bases de logique combinatoire et séquentielle, codage des entiers et des réels en virgule fixe et flottante

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Architecture de l'ordinateur : Cours et exercices- A. Tanenbaum, J-A. Hernandez, R. Joly - Ed. Dunod - 4e Édition (12 janvier 2001)
Mathématiques pour informaticiens : Cours et problèmes- Seymour Lipschutz, Ed. Mc Graw Hill

MOTS-CLÉS

micro-contrôleur, acquistion et traitement de l'information

UE	MICROCONTRÔLEUR ET CAPTEURS	4 ECTS	1er semestre
Sous UE	Capteurs		
KEAS7AD2	Cours : 6h , TD : 6h , TP DE : 7h	Enseignement en français	Travail personnel 61 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LEYMARIE Hélène
Email : helene.leymarie@utoulouse.fr

UE	MODÈLES POUR LE PARALLÉLISME (Modèles parallélisme)	3 ECTS	1er semestre
KEAS7AEU	Cours : 14h , TD : 10h , TP : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 39 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BRIAND Cyrille
Email : briand@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module s'intéresse à la commande de systèmes à événements discrets.
L'objectif est de maitriser le formalisme de quelques modèles permettant de décrire explicitement les évolutions parallèles et la synchronisation des états de systèmes séquentiels.
Un autre objectif est de savoir utiliser quelques méthodes de vérification des bonnes propriétés de ces systèmes.
Le dernier objectif est d'initier à des techniques de mise en œuvre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Après une analyse des limites des modèles de machines à états, trois formalismes sont présentés : les Statecharts, le Grafcet et les réseaux de Petri. Les spécificités (synchronisation, partage de ressources, parallélisme) et les propriétés (réinitialisabilité, vivacité, atteignabilité) de chacun de ces modèles sont décrites et illustrées par des applications en automatique et informatique. Les techniques de mise en œuvre matérielle et logicielle de ces modèles sont présentées.
Dans le cas des réseaux de Petri, des méthodes de vérification de propriétés sont également décrites.
Concernant les Travaux Pratiques, ils illustrent le cours par la réalisation de systèmes de commande à évolutions parallèles (mises en œuvre matérielle et logicielle).

PRÉ-REQUIS

Modélisation par machines à états

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

— Le GRAFCET : Conception-Implantation dans les Automates Programmables Industriels. S Moreno
— Statecharts : cf cours UML http://uml.free.fr/cours/i-p20.html
— Les réseaux de Petri. A.Choquet-Geniet, Sciences-Sup, Dunod, 2006.

MOTS-CLÉS

Systèmes à événements discrets, Grafcet, Réseau de Petri, Statecharts

UE	MODÉLISATION DES COMPOSANTS POUR LES CI (Composants actifs)	4 ECTS	1er semestre
KEAS7AFU	Cours : 18h , TD : 10h , TP : 10h	Enseignement en français	Travail personnel 62 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ISOIRD Karine
Email : kisoird@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Recevoir une initiation à la physique des semi-conducteurs et à l'étude des composants actifs élémentaires avec une approche Ingénierie et Conception.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

PARTIE A : Physique des matériaux pour l'électronique
I : Etude des semiconducteurs, connaissances fondamentales pour l'ingénieur
Conductivité et résistivité, Mobilité des porteurs libres, Si et matériaux III/V
PARTIE B : Modèle Physique de la Jonction PN
Jonction PN sous polarisation directe : caractéristique courant-tension, influence des recombinaisons, charge stockée, relation avec la technologie, densités de courant, analyse de la représentation I(V) en semi-logarithmique.
Jonction sous polarisation inverse.
Champ Electrique - Tension de Claquage.
Jonction PN en régime dynamique
Dynamique des charges, admittance, effets capacitifs, fréquence de coupure.
PARTIE C : Technologie
Approche théorique des processus d'élaborations des composants microélectroniques (Elaboration des substrats, oxydations, techniques de dopages, épitaxie, lithographie, métallisations, gravure,...). Ce cours permet d'approcher plus facilement le stage de fabrication en salle blanche à l'AIME-CNFM

PRÉ-REQUIS

Connaissances de base en électrostatique, électrocinétique et électronique.
Connaissances de physique atomique souhaitables, ainsi que des notions de chimie.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Introduction à la physique des matériaux conducteurs et semi-conducteurs, *J.L.Teyssier, H.Brunet* , Dunod Univ., 1992.
Physique des semi-conducteurs et des composants électroniques : Problèmes résolus, *H Mathieu (...)* , Dunod Univ.

MOTS-CLÉS

Analogique, Semiconducteur, Jonction PN-Modèle, Caractéristiques électriques- Tension de claquage, Fréquence de coupure

UE	SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES ET DE PUISSANCE	5 ECTS	1er semestre
Sous UE	Systèmes de gestion de la puissance		
KEAS7AG2	Cours : 5h , TD : 4h , TP DE : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 80 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAMBRONNE Jean-Pascal
Email : jean-pascal.cambronne@laplace.univ-tlse.fr

UE	SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES ET DE PUISSANCE	5 ECTS	1er semestre
Sous UE	Systèmes électroniques non linéaires à diodes et AOP		
KEAX7AG1	Cours : 10h , TD : 8h , TP DE : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 80 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LEYMARIE Hélène
Email : helene.leymarie@utoulouse.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Comprendre et maîtriser la synthèse de systèmes non linéaires (amplificateur à gain variable par segment, écrêteur, redressement sans seuil, détecteur de crête, amplificateur logarithmique et exponentiel,...) ainsi que d'une chaîne de digitalisation (échantillonneur-bloqueur, Convertisseur Analogique Numérique (CAN), Convertisseur Numérique Analogique (CNA),...) et de modulation d'un signal (le vérouillage de phase et ses applications).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Dans cette unité les éléments suivants sont abordés :

- Applications non linéaires de l'Amplificateur Opérationnel réel : Amplificateur non linéaire, Redressement sans seuil, Détecteur de crête, Circuits limiteurs, Echantillonneur-bloqueur, Amplificateur logarithmique et exponentiel, Comparateurs, Bascules de Schmitt, Multivibrateurs.
- Différentes architectures des convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique : principes, convertisseurs simple et double rampe, réseau en échelle, convertisseurs parallèles, convertisseur Flash, Pipe line, ...
- La boucle à verrouillage de phase : Principes, éléments constitutifs, stabilité, précision en régime transitoire et permanent, comparateurs de phase à multiplieur, comparateur de phase et de fréquence, oscillateurs commandés en tension, filtre, étude de l'acquisition, plage de capture et de maintien.

PRÉ-REQUIS

Electronique linéaire : Diode PN et diode Zéner, Transistor bipolaire, Transistor à Effet de Champ, Amplificateur opérationnel idéal et réel.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Electronique, J.P. Pérez, *Dunod*
Traité de l'électronique (Vol.2 : élec. numér.), P.Horowitz & W Hill, *Publitronic elektor*

MOTS-CLÉS

Systèmes non linéaires, amplificateurs, convertisseurs, oscillateurs

UE	CONCEPTION DE SYSTÈMES	3 ECTS	1er semestre
KEAS7ALU	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 45 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal
Email : berthou@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Définir l'approche méthodologique de la conception qui inclut l'analyse du système, sa conception et sa mise en œuvre, en s'appuyant sur des techniques de modélisation orientées objet, supportées par la notation UML.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cours

1. Intérêt, approches industrielles
2. Méthode d'analyse d'un système à l'aide d'UML 1.4. Conception basée UML
3. Traduction en langage cible temps réel

Travaux pratiques

1. Micro-projet sur plate-forme UML
2. Analyse et conception du système
3. Implémentation en langage C temps réel assistée par l'outil de la plate-forme.

PRÉ-REQUIS

Langage C

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références fournies par les enseignants en cours

MOTS-CLÉS

Modélisation orientée objet, UML.

UE	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3 ECTS	2nd semestre
KEAS8AAU	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	COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Compatibilité électromagnétique II (CEM II)		
KEAS8AB2	Cours : 12h	Enseignement en français	Travail personnel 36 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice
Email : fcaignet@laas.fr

UE	COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE	3 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Compatibilité électromagnétique		
KEAX8AB1	Cours : 8h , TD : 10h , TP : 9h	Enseignement en français	Travail personnel 36 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice
Email : fcaignet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Sensibilisation à la Compatibilité ElectroMagnétique (CEM) et aux risques liés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Avec l'augmentation de la complexité des systèmes électroniques intégrant des composants basés sur des technologies de plus en plus petites, la compatibilité électromagnétique (CEM) devient une composante essentielle de la conception de ces systèmes. Ceci est d'autant plus vrai pour les systèmes embarqués (automobile, aéronautique) pour lesquels les notions de fiabilités sont primordiales. L'objectif de ce cours et d'introduire les étudiants aux notions élémentaires de compatibilité électromagnétique. Celles-ci s'appuient sur les outils de l'électronique analogique et des méthodes de simulations seront introduites pour prédire l'émission et la susceptibilité des équipements électroniques, au niveau système. Les différentes normes et les méthodes de mesures associées seront également présentées. L'ensemble des connaissances sera mis en pratique par une série de travaux pratiques ou seront abordés les notions d'émission des micro-controleurs et de leur susceptibilité face aux décharges ESD.

PRÉ-REQUIS

Électrocinétique, électronique analogique, analyse de fourrier, méthodes d'analyse fréquentielles (Bode), bases d'électromagnétisme

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Alain Charoy, CEM - Parasites et perturbations des électroniques, Collection EEA - Technologie électronique
Alexandre Boyer, Etienne Sicard, Basis of electromagnetic compatibility of integrated circuits, Sciences & Techniques

MOTS-CLÉS

CEM, CEM des systèmes, émission et susceptibilité

UE	MICROÉLECTRONIQUE (Microélectronique)	3 ECTS	2nd semestre
KEAS8ACU	Cours : 18h , TD : 12h , TP DE : 20h	Enseignement en français	Travail personnel 25 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ISOIRD Karine
Email : kisoird@laas.fr

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Etre capable de faire le lien entre la structure des composants actifs et leurs caractéristiques électriques en vue de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) des circuits qui sera abordée en Master 2. C'est un approfondissement dans la continuité du module du Semestre 7 (Modélisation des Composants pour Iles CI).
Recevoir une initiation à la technologie de fabrication (Diode ou photopile) et à la caractérisation sur puce et en boitier, par un stage en environnement salle blanche (Atelier Interuniversitaire de Micro-nano Electronique - Centre National de Formation en Microélectronique / AIME-CNFM).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Partie 1 : Cours et Travaux dirigés
Modélisation physique et électrique du transistor bipolaire : dimensionnement, gain en courant, comportement en haute fréquence (HF) et fortes densités de courant, optimisation des facteurs de mérite en HF, gain en courant et en puissance.
Analyse d'un modèle SPICE.
Transistor MOS en statique et dynamique-intégration (Tension de seuil, charge mobile, effets capacitifs)
Transistor MESFET sur GaAs en statique et dynamique, intérêt des semi-conducteurs III/V en Haute Fréquences.
Partie 2 : Travaux Pratiques
Caractérisation de Diodes et Transistors en statique et dynamique.

PRÉ-REQUIS

Notions de bases sur l'ingénierie des matériaux semi-conducteurs, conductivité, dopage, comportement thermique, jonction PN, claquage, effets capacitifs,...

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Problèmes résolus de physique : A.CAZARRE, G.ABLART, JP.ULMET (DUNOD Université)
- Physique des semiconducteurs et des composants électroniques, Cours et exercices : H.MATHIEU, H.FANET (Collection Sciences Sup, Dunod 2009, 6ème édition)

MOTS-CLÉS

Analogique, Semi-conducteur, Composants Bipolaires et à effet de champ, Modèle, Caractéristiques électriques, Fréquence de coupure

UE	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES EMBARQUÉS (Réseaux)	3 ECTS	2nd semestre
KEAS8ADU	Cours : 17h , TD : 15h , TP : 16h	Enseignement en français	Travail personnel 27 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FERNANDEZ Arnaud
Email : afernand@laas.fr

TARTARIN Jean-Guy
Email : tartarin@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les réseaux de communications sont incontournable dans les systèmes embarqués. Ce cours permet d'acquérir les bases des architectures et des réseaux de communication.
La première partie aborde la conception de la nappe physique des systèmes télécoms hautes fréquences, et les contraintes de conception associées. Les aspects métrologiques des systèmes hautes-fréquences permettent d'appréhender la spécificité de mesure des circuits et systèmes permettant de concevoir des modules hautes-fréquences et fort débit.
La seconde partie permettra de comprendre la structuration d'une architecture protocolaire, de savoir identifier et définir les besoins en qualité&#769 ; de service pour la commande dans les réseaux embarqués. Maîtriser les grands principes de l'échange d'information sur l'Internet.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I - Transmission
La première partie du cours décline les études de bilan de liaison en espace libre et en communication par fibre. Les notions de modulation et de codage sont abordées, puis les cahiers des charges sont détaillés pour chaque module constitutif de la chaine d'émission et de réception (Amplificateurs PA et LNA, oscillateurs et PLL, mélangeurs).
Travaux Pratiques : Emetteur/Récepteur et codage BPSK/QPSK
II - Réseau
La seconde partie traite des couches supérieures, en mettant en avant l'importance de la couche liaison sur le futur service rendu. Les réseaux locaux, la problématique de l'interconnexion et les concepts de l'Internet sont ensuite abordés pour finir par l'étude de la couche transport et la programmation d'applications de commande distribuées.

PRÉ-REQUIS

Bases sur les Technologies des hautes fréquences (transistors et passifs L,C, propagation sur lignes), Abaque de Smith, approches localisées et distribuées.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- G. Maral, M. Bousquet, ØSatellite communication systems : systems, techniques and technology', third edition, J. Wiley publisher, 733 p.
- Initiation aux re&#769 ;seaux (cours et exercices). Guy Pujolle (Ed. Eyrolles). ISBN-10 : 2212091559

MOTS-CLÉS

Transmission, protocoles, internet.

UE	STAGE OBLIGATOIRE (Stage)	9 ECTS	2nd semestre
KEAS8AEU	Stage : 1 mois minimum	Enseignement en français	Travail personnel 225 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Découverte du monde de l'entreprise et de ses contraintes par la réalisation d'un projet (ou la contribution à la réalisation d'un projet) en conditions réelles d'exécution.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Stage d'une durée de 12 semaines dont le contenu est à définir avec le responsable de stage.

PRÉ-REQUIS

Aucun.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Indiqué par le responsable de stage (si besoin).

UE	RÉALISATION DES SYSTÈMES ET MICRO-SYSTÈMES (Réalisations système)	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Réalisations systèmes et microsystèmes		
KEAS8AF1	Cours : 9h , TD : 21h , TP : 34h	Enseignement en français	Travail personnel 72 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

RIVIERE Nicolas
Email : nriviere@laas.fr

UE	RÉALISATION DES SYSTÈMES ET MICRO-SYSTÈMES (Réalisations système)	6 ECTS	2nd semestre
Sous UE	Réseau KNX : application à la domotique et l'immotique		
KEAS8AF2	Cours : 3h , TD : 3h , TP DE : 8h	Enseignement en français	Travail personnel 72 h

[Retour liste des UE]

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LEYMARIE Hélène
Email : helene.leymarie@utoulouse.fr

UE	ANGLAIS	3 ECTS	2nd semestre
KEAS8AVU	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