

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

---

# SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,  
automatique

M1 systèmes et microsystemes embarqués

---

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

2019 / 2020

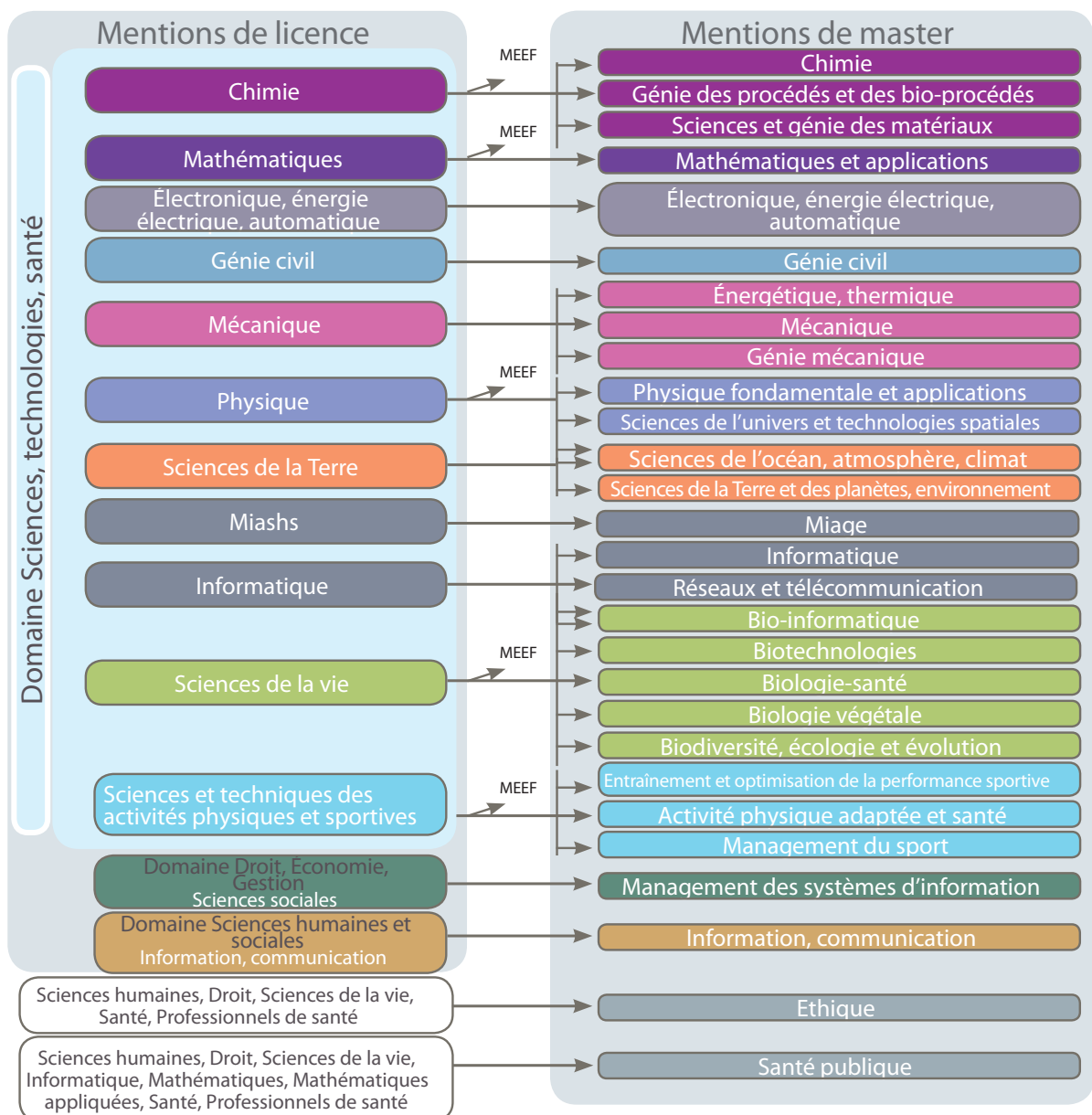
13 DÉCEMBRE 2019

# SOMMAIRE

---

SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER . . . . .	3
PRÉSENTATION . . . . .	4
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS . . . . .	4
Mention Electronique, énergie électrique, automatique . . . . .	4
Parcours . . . . .	4
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 systèmes et microsystèmes embarqués . . . . .	4
RUBRIQUE CONTACTS . . . . .	6
CONTACTS PARCOURS . . . . .	6
CONTACTS MENTION . . . . .	6
CONTACTS DÉPARTEMENT : FSI.EEA . . . . .	6
Tableau Synthétique des UE de la formation . . . . .	7
LISTE DES UE . . . . .	9
GLOSSAIRE . . . . .	32
TERMES GÉNÉRAUX . . . . .	32
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES . . . . .	32
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS . . . . .	32

# SCHÉMA ARTICULATION LICENCE MASTER



# PRÉSENTATION

---

## PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS

### MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

L'objectif du Master, **labélisé CMI**, est de former des cadres spécialistes en Electronique, Energie électrique, Automatique, Informatique industrielle et/ou Traitement du signal, capables d'intégrer les secteurs de l'Aéronautique, de l'Espace, de l'Energie, des Télécommunications et de la Santé. La structure indifférenciée des parcours permet une insertion professionnelle (2 mois de durée moyenne de recherche d'emploi) dans l'industrie ou une poursuite en doctorat.

Cette mention est composée de 8 parcours types :

- Electronique des Systèmes Embarqués et Télécommunications (ESET)
- **Systèmes et Microsystèmes Embarqués** (SME)
- **Ingénierie des Systèmes Temps Réel**(ISTR)
- **Robotique : Décision et Commande**(RODECO)
- Signal Imagerie et Applications Audio-vidéo Médicales et Spatiales (SIA-AMS)
- Radiophysique Médicale et **Génie BioMédical**(RM-GBM)
- **Energie Electrique : Conversion, Matériaux, Développement durable**(E2-CMD) - M2 commun avec l'INP/ENSEEIH de Toulouse
- Sciences et Technologies des Plasmas (STP) *bi-diplomation avec l'université de Montréal (Québec)*

Les parcours **en gras** peuvent être suivis **en alternance en M2, via des contrats de professionnalisation**, ou de façon classique.

### PARCOURS

La vocation de ce parcours est de former et de certifier des cadres en Ingénierie Systèmes (IS) pour les Systèmes et Microsystèmes Embarqués (SME) capables de formaliser et d'appréhender le développement et la mise en œuvre de systèmes complexes à la conjonction de l'électronique, de l'informatique industrielle et de l'informatique. A l'issue des 2 années et du stage de fin d'études, l'étudiant peut intégrer le milieu professionnel en tant qu'ingénieur ou préparer un doctorat sur une grande variété de domaines (automobile, aéronautique, aérospatial, internet des objets, etc.), tant dans les grands groupes industriels (Continental, Airbus, Thalès, AKKA, Assystem, NXP, SII, Sigfox, etc.) que dans de très nombreuses PME, ainsi que dans l'enseignement et la recherche.

## PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M1 SYSTÈMES ET MICROSYSTÈMES EMBARQUÉS

### — Objectifs de la première année (M1) du Master SME

**& #8203 ;& #8203 ;**Dans la continuité des enseignements généralement dispensés dans une 3ème année de licence EEA (Electronique, Energie électrique, Automatique), la première année du master vise l'acquisition du socle de connaissances et de compétences fondamentales et techniques nécessaire en seconde année (Master 2 ou M2).

### — Organisation

La première année comporte 60 ECTS découpés en deux semestres de 30 ECTS.

42 ECTS sont relatifs à des unités obligatoires scientifiques et techniques, qui développent ou approfondissent :

- L'ingénierie des systèmes avec notamment l'ingénierie des exigences ;
- La modélisation et de la commande des systèmes à événements discrets ;

- L'ingénierie de conception avec UML ;
- La programmation en langages C et C++ ;
- Les microcontrôleurs avec leur application dans un bureau d'études ;
- Les systèmes temps réels ;
- Les réseaux dans les systèmes embarqués ;
- L'électronique non linéaire ;
- Les capteurs ;
- La compatibilité électro-magnétique ;
- Les principes de radio-fréquence ;
- Les composants pour la gestion de l'énergie dans les systèmes embarqués ;
- Les composants pour les circuits intégrés ;
- La microélectronique.

Ce socle disciplinaire est complété par 9 ECTS correspondant à la formation générale et aux langues :

- Connaissance de l'entreprise et communication ;
- Anglais ou autres ;
- Initiation à la recherche et à la gestion de projet (IRGP).

Au second semestre dans le cadre de cette dernière UE (IRGP), un projet d'étude et de recherche, en petit groupe encadré par un membre de l'équipe pédagogique, permet de mettre en pratique certaines disciplines enseignées durant l'année. Ce projet peut être réalisé en laboratoire de recherche.

Un stage obligatoire de 9 ECTS en fin de 2ème semestre doit être effectué soit en laboratoire soit en entreprise.

— **Poursuite d'études**

**&#8203 ;&#8203** ; Les étudiants ayant validé la première année du master peuvent poursuivre en Master 2 EEA SME.

L'enjambement sur les 2 années n'est pas possible.

# RUBRIQUE CONTACTS

---

## CONTACTS PARCOURS

### RESPONSABLE M1 SYSTÈMES ET MICROSYSTÈMES EMBARQUÉS

ARGUEL Philippe  
Email : [arguel@laas.fr](mailto:arguel@laas.fr)

Téléphone : 0561336367

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

Téléphone : 05 61 33 78 61

### SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

LOPES D'ANDRADE Marilyne  
Email : [marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr](mailto:marilyne.lopes-dandrade@univ-tlse3.fr)

## CONTACTS MENTION

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

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

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

## CONTACTS DÉPARTEMENT: FSI.EEA

### DIRECTEUR DU DÉPARTEMENT

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

### SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile  
Email : [molaurent@adm.ups-tlse.fr](mailto:molaurent@adm.ups-tlse.fr)

Téléphone : 0561557621

Université Paul Sabatier  
3R1  
118 route de Narbonne  
31062 TOULOUSE cedex 9

# TABLEAU SYNTHÉTIQUE DES UE DE LA FORMATION

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
<b>Premier semestre</b>										
10	EMEAS1AM	CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION	3	O						
11	EMEAT1A1	Connaissance de l'entreprise			6	12				
	EMEAT1A2	Communication			4	12				
12	EMEAS1BM	TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES	3	O	10		24			
13	EMEAS1CM	CONCEPTION DE SYSTÈMES	3	O	10	12	8			
14	EMEAS1EM	INGÉNIERIE SYSTÈME	3	O	12	8	12			
15	EMEAS1FM	MODÈLES POUR LE PARALLÉLISME	3	O	14	12	12			
16	EMEAS1GM	OS POUR LES SYSTÈMES CRITIQUES	3	O	18	12	20			
17	EMEAS1HM	MODÉLISATION DES COMPOSANTS POUR LES CI	3	O	18	10	10			
18	EMEAS1IM	COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE	3	O	18	10	10			
19	EMEAS1JM	SYSTEMES DE PUISSANCE	3	O	12	9	9			
20	EMEAS1KM	CAPTEURS ET SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES NON LINÉAIRES	3	O	16	14	14			
21	EMEAS1TM	STAGE FACULTATIF	3	F						0,5
<b>Second semestre</b>										
25	EMEAS2DM	STAGE	9	O					6	
23	EMEAS2BM	RÉALISATIONS SYSTÈME	6	O	12	24	44			
24	EMEAS2CM	RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES EM-BARQUÉS	3	O	19	15	16			
26	EMEAS2GM	INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET	3	O	4	4		20		
22	EMEAS2AM	MICROÉLECTRONIQUE	6	O	18	12		20		
<b>Choisir 1 UE parmi les 4 UE suivantes :</b>										
28	EMEAS2VM	ANGLAIS	3	O		24				

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage	Stage ne
29	EMEAS2WM	ALLEMAND	3	O		24				
30	EMEAS2XM	ESPAGNOL	3	O		24				
31	EMEAS2YM	FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS	3	O		24				
27	EMEAS2HM	INITIATION JURIDIQUE	3	F		24				



---

## LISTE DES UE

---

<b>UE</b>	<b>CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Connaissance de l'entreprise		
<b>EMEAT1A1</b>	Cours : 6h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

DOLGOPOLOFF Hélène

Email : [helene.dolgopoloff@univ-tlse3.fr](mailto:helene.dolgopoloff@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 62 03

PASCAL Jean-Claude

Email : [jean-claude.pascal@laas.fr](mailto:jean-claude.pascal@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est de permettre à l'étudiant de connaître et donner du sens aux concepts, méthodologies et outils de gestion et de management utilisés par les équipes dirigeantes. Les étudiants, par équipe, sont mis en situation managériale (et entrepreneuriale sur certains aspects) grâce à un logiciel de simulation de gestion et de management d'entreprise. Appréhender concrètement les finalités, enjeux et contraintes de l'entreprise avec une vision multidimensionnelle, permet à l'étudiant de comprendre ce que les entreprises attendent d'un responsable et la posture de cadre.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les étudiants gèrent, par équipe, leur entreprise, placée sur un marché concurrentiel avec le support d'un logiciel de simulation de gestion et de management d'entreprise. Chaque équipe d'étudiants doit :

- Elaborer un diagnostic stratégique, définir une structure et décider d'une stratégie avec une vision globale : stratégie d'investissement ; stratégie commerciale (cible de clientèle et marketing-mix ) ; stratégie financière (autofinancement et/ou augmentation de capital et/ou endettement) et de gestion de la trésorerie ; stratégie de l'humain (recrutement, systèmes de motivations et de rémunérations, ...)
- Etablir les budgets prévisionnels et les systèmes d'information de suivi et de contrôle de sa performance ;
- Analyser ses performances et se situer par rapport aux concurrents (benchmarking) ;
- Négocier avec les fournisseurs, le banquier, les actionnaires ou associés, ...

### PRÉ-REQUIS

- notions : statut juridique, gouvernance, processus, enjeux et contraintes d'une organisation
- cycle de gestion, notion de système d'information

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Théorie et management des organisations. Plane Jean-Michel, Dunod, collection gestion sud  
La stratégie d'entreprise, Thietard R.A., Mc Graw Hill ed.

L'essentiel de l'analyse financière. Grandguillot Béatrice et Francis, Gualino Editeur.

### MOTS-CLÉS

- diagnostic stratégique, stratégie d'investissement, commerciale, financière, management
- budgets prévisionnels, suivi, contrôle, analyse de la performance

<b>UE</b>	<b>CONNAISSANCE DE L'ENTREPRISE ET COMMUNICATION</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>Sous UE</b>	Communication		
<b>EMEAT1A2</b>	Cours : 4h , TD : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

PASCAL Jean-Claude

Email : [jean-claude.pascal@laas.fr](mailto:jean-claude.pascal@laas.fr)

ROUSSEL Bruno

Email : [bruno.rousseau@univ-tlse3.fr](mailto:bruno.rousseau@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

<b>UE</b>	<b>TECHNIQUES ET IMPLÉMENTATION DE MÉTHODES NUMÉRIQUES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1BM</b>	Cours : 10h , TP : 24h		

## ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

Téléphone : 05 61 33 78 61

## 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 ordinateur 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

<b>UE</b>	<b>CONCEPTION DE SYSTÈMES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1CM</b>	Cours : 10h , TD : 12h , TP : 8h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal

Email : [berthou@laas.fr](mailto: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.

<b>UE</b>	<b>INGÉNIERIE SYSTÈME</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1EM</b>	Cours : 12h , TD : 8h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal

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

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est de maîtriser le processus de conception des systèmes en tenant compte des standards de l'ingénierie système.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Ingénierie des exigences :

- De l'analyse fonctionnelle à l'ingénierie des exigences avec UML.
- Gestion des exigences.
- Capture des exigences et caractérisation.
- Traçabilité des exigences.

Illustration avec l'outil DOORS / TREK

### PRÉ-REQUIS

Aucun

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

UML 2 par la pratique : Etudes de cas et exercices corrigés. Pascal Roques, Edit.Eyrolles (2008), ISBN-10 :2212123221

### MOTS-CLÉS

Analyse des exigences, traçabilité.

<b>UE</b>	<b>MODÈLES POUR LE PARALLÉLISME</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1FM</b>	Cours : 14h , TD : 12h , TP : 12h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

Téléphone : 0561337818

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Ce module s'intéresse à la commande de systèmes à événements discrets. L'objectif est de maîtriser 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, Cepadues 1997
- 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

<b>UE</b>	<b>OS POUR LES SYSTÈMES CRITIQUES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1GM</b>	Cours : 18h , TD : 12h , TP : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LAUER Michael

Email : [michael.lauer@laas.fr](mailto:michael.lauer@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 entraîner 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 processeur entre plusieurs tâches. Cette problématique sera abordée 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'ordonnabilité 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



<b>UE</b>	<b>MODÉLISATION DES COMPOSANTS POUR LES CI</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1HM</b>	Cours : 18h , TD : 10h , TP : 10h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ISOIRD Karine

Email : [kisoird@laas.fr](mailto: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.

Recevoir une initiation à la technologie de fabrication (Diode ou photopile) et à la caractérisation sur puce et en boîtier, 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 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

<b>UE</b>	<b>COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1IM</b>	Cours : 18h , TD : 10h , TP : 10h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice  
 Email : [fcaignet@laas.fr](mailto:fcaignet@laas.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

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 l'une des parties majeures de la conception des systèmes. Ceci est d'autant plus vrai pour les systèmes embarqués (automobile, aéronautique) pour lesquels les notions de fiabilités sont primordiales.

Dans ce contexte, l'objectif de ce cours est d'introduire les notions élémentaires de compatibilité électromagnétique.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Sur les bases des notions élémentaires de compatibilité électromagnétique, ce cours aborde les méthodes de simulations permettant de prédire, au niveau système, l'émission et la susceptibilité. Les différentes normes et les méthodes de mesures associées seront présentées.

L'ensemble des connaissances sera mis en pratique par une série de TP où seront abordées les notions élémentaires d'émission des Microcontrôleurs, les décharges électrostatiques (ESD) et la susceptibilité aux ESD.

Notions de compatibilité électromagnétique (CEM)

CEM des Circuits Intégrés (CI)

CEM des systèmes

Susceptibilité aux ESD

### PRÉ-REQUIS

Analyse de fourrier. Méthodes d'analyse fréquentielles. Electromagnétisme.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Pas d'ouvrage particulier. Un document spécifique établi par l'enseignant sera fourni.

### MOTS-CLÉS

Compatibilité électromagnétique (CEM), Décharges électrostatiques (ESD)

<b>UE</b>	<b>SYSTEMES DE PUISSANCE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1JM</b>	Cours : 12h , TD : 9h , TP : 9h		

**ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE**

CAMBRONNE Jean-Pascal

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

<b>UE</b>	<b>CAPTEURS ET SYSTÈMES ÉLECTRONIQUES NON LINÉAIRES</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1KM</b>	Cours : 16h , TD : 14h , TP : 14h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LEYMARIE Hélène

Email : [helene.leymarie@univ-tlse3.fr](mailto:helene.leymarie@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 8689

### 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 verrouillage 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, *Publitronelektor*

**Systèmes à verrouillage de phase**, J. Encinas, *Masson*

### MOTS-CLÉS

Systèmes non linéaires, amplificateurs, convertisseurs, oscillateurs

<b>UE</b>	<b>STAGE FACULTATIF</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>1<sup>er</sup> semestre</b>
<b>EMEAS1TM</b>	Stage ne : 0,5h		

<b>UE</b>	<b>MICROÉLECTRONIQUE</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2AM</b>	Cours : 18h , TD : 12h , TP DE : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ISOIRD Karine

Email : [kisoird@laas.fr](mailto:kisoird@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 l'Electronique Analogique).

### 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.

Simulation sur PSPICE et extraction de paramètres physiques.

### 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

<b>UE</b>	<b>RÉALISATIONS SYSTÈME</b>	<b>6 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2BM</b>	Cours : 12h , TD : 24h , TP : 44h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

Téléphone : 05 61 33 78 61

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est d'aborder l'étude et la mise en œuvre de systèmes et microsystèmes élémentaires adaptés aux exigences des systèmes embarqués.

Nous aborderons 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 TP et de mini-projets incluant l'acquisition de données, leur traitement, la commande de procédés ainsi que la communication inter-calculateurs.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Codage des informations
- Architecture d'un microcontrôleur
- Fonctionnalités d'un microcontrôleur (Communication série et parallèle, Conversion analogique-numérique et numérique-analogique, Gestion du temps, Fonctions de capture et de comparaison, Gestion des événements, Interruptions, Bus spécifiques)
- Réseaux industriels (bus CAN, FIP, I2C, SPI)
- Bureaux d'études divers avec une partie analyse du cahier des charges, une partie d'analyse fonctionnelle, une implémentation sur microcontrôleur, le test et la validation : commande d'un caméscope à distance, réalisation d'un générateur de fonction haute fréquence, analyse de son audio, télémètre US, convertisseur sigma-delta, traitement d'image, capteur et afficheur I<sup>2</sup>C, etc.

### PRÉ-REQUIS

Notions de programmation d'un ordinateur, bases de logique combinatoire et séquentielle.

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Architecture de l'ordinateur : Cours et exercices - Andrew Tanenbaum, Jean-Alain Hernandez, René Joly - 656 pages - Ed. Dunod - 4<sup>e</sup> édition (12 janvier 2001)

### MOTS-CLÉS

Temps réel, programmation en langage C, interface, microcontrôleur

<b>UE</b>	<b>RÉSEAUX POUR LA COMMANDE DE SYSTÈMES EMBARQUÉS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2CM</b>	Cours : 19h , TD : 15h , TP : 16h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

BERTHOU Pascal  
 Email : [berthou@laas.fr](mailto:berthou@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 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 chaîne 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, 'Satellite communication systems : systems, techniques and technology', third edition, J. Wiley publisher, 733 p.
- Initiation aux réseaux (cours et exercices). Guy Pujolle (Ed. Eyrolles). ISBN-10 : 2212091559

### MOTS-CLÉS

Transmission, protocoles, internet.



<b>UE</b>	<b>STAGE</b>	<b>9 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2DM</b>	Stage : 6 mois		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

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

Téléphone : 05 61 33 78 61

### 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).

<b>UE</b>	<b>INITIATION À LA RECHERCHE ET PROJET</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2GM</b>	Cours : 4h , TD : 4h , TP DE : 20h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FERNANDEZ Arnaud  
Email : [afernand@laas.fr](mailto:afernand@laas.fr)

HERBULOT Ariane  
Email : [ariane.herbulot@laas.fr](mailto:ariane.herbulot@laas.fr)

Téléphone : 05 61 33 69 12

LE CORRONC Euriell  
Email : [uriell.le.corronc@laas.fr](mailto:uriell.le.corronc@laas.fr)

Téléphone : 0561336953

PASCAL Jean-Claude  
Email : [jean-claude.pascal@laas.fr](mailto:jean-claude.pascal@laas.fr)

SEWRAJ Neermalsing  
Email : [sewraj@laplace.univ-tlse.fr](mailto:sewraj@laplace.univ-tlse.fr)

Téléphone : 6237

### 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'appropriier 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

<b>UE</b>	<b>INITIATION JURIDIQUE</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2HM</b>	TD : 24h		

<b>UE</b>	<b>ANGLAIS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2VM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CONNERADE Florent

Email : [florent.connerade@univ-tlse3.fr](mailto:florent.connerade@univ-tlse3.fr)

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Développer les compétences linguistiques indispensables à l'intégration dans la vie professionnelle.
- S'exprimer en anglais dans leur domaine de compétence scientifique et technique.
- acquérir une certaine autonomie en anglais adaptée au niveau initial de chacun.

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

- Effectuer une simulation de tâche professionnelle (projet), de sa préparation à son aboutissement ; concevoir et mener le travail de A à Z.
- le projet (essentiellement réalisé en dehors des cours), est travaillé en monômes, binômes ou trinômes
- le choix du projet est fait par les étudiants : le type d'intervention, le contexte et le sujet.
- l'apprentissage se fait en autonomie

### PRÉ-REQUIS

Pas d'anglais débutant

### MOTS-CLÉS

anglais scientifique - Langue professionnelle - projet - travail de groupe

<b>UE</b>	<b>ALLEMAND</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2WM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

<b>UE</b>	<b>ESPAGNOL</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2XM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SANTAMARINA Diego

Email : [diego.santamarina@univ-tlse3.fr](mailto:diego.santamarina@univ-tlse3.fr)

Téléphone : 05 61 55 64 27

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Etre capable de travailler en milieu hispanophone ou avec des partenaires hispanophones

### DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Activités langagières permettant la maîtrise de l'espagnol général et de la langue de spécialité

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais - Pas de pré-requis particulier en espagnolEspagnol professionnel, le cours prend en compte les différents niveaux

### MOTS-CLÉS

Espagnol professionnel

<b>UE</b>	<b>FRANÇAIS GRANDS DÉBUTANTS</b>	<b>3 ECTS</b>	<b>2<sup>nd</sup> semestre</b>
<b>EMEAS2YM</b>	TD : 24h		

### ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

JASANI Isabelle

Email : [leena.jasani@wanadoo.fr](mailto:leena.jasani@wanadoo.fr)

Téléphone : 65.29

### OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette UE est conseillée aux étudiants ayant un niveau très faible en français

### PRÉ-REQUIS

Niveau B2 en anglais

### MOTS-CLÉS

français scientifique

# GLOSSAIRE

---

## TERMES GÉNÉRAUX

### DÉPARTEMENT

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

### UE : UNITÉ D'ENSEIGNEMENT

Unité d'Enseignement. Un semestre est découpé en unités d'enseignement qui peuvent être obligatoire, optionnelle (choix à faire) ou facultative (UE en plus). Une UE représente un ensemble cohérent d'enseignements auquel est associé des ECTS.

### ECTS : EUROPEAN CREDITS TRANSFER SYSTEM

Les ECTS sont destinés à constituer l'unité de mesure commune des formations universitaires de Licence et de Master dans l'espace européen depuis sa création en 1989. Chaque UE obtenue est ainsi affectée d'un certain nombre d'ECTS (en général 30 par semestre d'enseignement). Le nombre d'ECTS est 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 de nos formations relèvent du domaine Sciences, Technologies, Santé.

### MENTION

La mention correspond à un champ disciplinaire. Elle comprend, en général, plusieurs parcours.

### PARCOURS

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

## TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS

### CM : COURS MAGISTRAL(AUX)

Cours dispensé en général devant un grand nombre d'étudiants (par exemple, une promotion entière), dans de grandes salles ou des amphis. Au-delà de l'importance du nombre d'étudiants, ce qui caractérise le cours magistral, est qu'il est le fait d'un enseignant qui en définit lui-même les structures et les modalités. Même si ses contenus font l'objet de concertations entre l'enseignant, l'équipe pédagogique, chaque cours magistral porte la marque de l'enseignant qui le dispense.



## TD : TRAVAUX DIRIGÉS

Ce sont des séances de travail en groupes restreints (de 25 à 40 étudiants selon les composantes), animés par des enseignants. Ils 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. En règle générale, les groupes de TP sont constitués des 16 à 20 étudiants. Certains travaux pratiques peuvent être partiellement encadrés voire pas du tout. A contrario, certains TP, du fait de leur dangerosité, sont très encadrés (jusqu'à 1 enseignant pour quatre 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 des 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.

