

PÉRIODE D'ACCRÉDITATION : 2016 / 2021

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

SYLLABUS MASTER

Mention Electronique, énergie électrique,
automatique

M2 électronique des systèmes embarqués et
télécommunications

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

2019 / 2020

20 JANVIER 2020

SOMMAIRE

PRÉSENTATION	3
PRÉSENTATION DE LA MENTION ET DU PARCOURS	3
Mention Electronique, énergie électrique, automatique	3
Parcours	3
PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 électronique des systèmes embarqués et télécommunications	3
Liste des formations donnant accès de droit :	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	28
TERMES GÉNÉRAUX	28
TERMES ASSOCIÉS AUX DIPLOMES	28
TERMES ASSOCIÉS AUX ENSEIGNEMENTS	28

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

L'objectif du Master EEA-ESET est de former des cadres scientifiques, spécialistes dans l'analyse et la conception de systèmes électroniques dédiés aux applications embarquées et aux télécommunications. Les connaissances acquises permettent la compréhension et le développement des dispositifs sur plusieurs niveaux de description allant de la puce électronique au système. L'interaction avec le logiciel, bien que ce dernier ne constitue pas une priorité de la formation, est aussi abordée car son étude est nécessaire pour s'imprégner de toute la complexité du système.

Cette formation en deux ans aborde ainsi la plupart des secteurs de l'électronique en y associant les contraintes liées aux systèmes embarqués et/ou aux télécommunications. Le domaine couvert s'avère être très vaste et offre une grande variété de métiers tant dans les grands groupes industriels (notamment NXP, Thales Alenia Space, ON Semiconductor, Continental, Alstom, Airbus, Thales, Ommic, ST Microelectronics, United Monolithic Semiconductors...) que dans de très nombreuses PME, ainsi que dans l'enseignement et la recherche.

PRÉSENTATION DE L'ANNÉE DE M2 ÉLECTRONIQUE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

Objectif pédagogique :

Ce parcours de deuxième année de Master s'appuie sur un tronc commun et propose 3 blocs de spécialisation :

- Numérique (Num)
- Optoélectronique et Microondes (Omi)
- Micro/Nano Technologies (Mina)

Ces derniers sont composés de cours spécifiques, séminaires mais surtout de bureau d'études ou ateliers.

La formation repose sur l'acquis des compétences suivantes :

Compétences disciplinaires générales (21 ECTS) :

- Appréhender le fonctionnement et la mise en œuvre des dispositifs actifs à semi-conducteurs dans différents domaines d'applications.
- Maitriser les fonctions complexes des systèmes électroniques analogiques.
- Prendre en compte la fiabilité d'un système lors de sa conception.
- Gérer l'énergie dans un système embarqué
- Comprendre les circuits hyperfréquences et opto-hyperfréquences
- Maitriser les techniques de caractérisations hyperfréquences et optoélectroniques
- Appréhender la technologie des capteurs et concevoir leur chaîne de traitement électronique.

Compétences disciplinaires spécialisées (16 ECTS) :

Selon le bloc de spécialisation :

- Synthétiser des circuits intégrés numériques sur silicium ou FPGA
- Concevoir des systèmes numériques sur puce (SoC)
- Maitriser les systèmes de synthèse de fréquence
- Comprendre les phénomènes de propagation en hyperfréquence et en optoélectronique
- Concevoir des antennes hyperfréquences
- Concevoir des circuits intégrés microondes (MMIC)
- Concevoir des systèmes hyperfréquences
- Maitriser la conception assistée par ordinateur de microsystemes et composants microélectroniques
- Maitriser les étapes de conception de composants microélectroniques
- Appréhender la technologie des composants de puissances et des lasers

Compétences professionnelles (15 ECTS) :

- Intégration dans le milieu professionnel (industrie ou laboratoire) durant le stage

Compétences transversales et linguistiques (8 ECTS) :

- Gestion de projet, Gestion d'une mission nanosatellite (Cubesat), Propriété intellectuelle, Management, Anglais

LISTE DES FORMATIONS DONNANT ACCÈS DE DROIT :

M1 ELECTRONIQUE DES SYSTEMES EMBARQUES ET TELECOMMUNICATIONS (EMEAE)

Pour les étudiants ayant suivi une autre formation que l'année précédente du parcours, l'accès est sur dossier. Il est très fortement conseillé de se rapprocher du responsable de la formation envisagée pour en connaître les modalités d'accès.

RUBRIQUE CONTACTS

CONTACTS PARCOURS

RESPONSABLE M2 ÉLECTRONIQUE DES SYSTÈMES EMBARQUÉS ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

TAKACS Alexandru
Email : atakacs@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 68 57

TARTARIN Jean-Guy
Email : tartarin@laas.fr

SECRÉTAIRE PÉDAGOGIQUE

BERMUDES Catherine
Email : catherine.bermudes@univ-tlse3.fr

Téléphone : +33 561556207

CONTACTS MENTION

RESPONSABLE DE MENTION ELECTRONIQUE, ÉNERGIE ÉLECTRIQUE, AUTOMATIQUE

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

CAMBRONNE Jean-Pascal
Email : 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

SECRETARIAT DU DÉPARTEMENT

LAURENT Marie-Odile
Email : 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

9

parcours MINA (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
Premier semestre									
10	EIEAE3AM	DISPOSITIFS ACTIFS À SEMICONDUCTEURS	6	O	30	16	12		
11	EIEAE3BM	CAPTEURS ET SYSTÈMES	5	O	28	8	17		
13	EIEAE3DM	CIRCUITS OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	3	O	15	15			
14	EIEAE3EM	TECHNIQUES DE MESURES OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	4	O	16	18	6		
12	EIEAE3CM	ÉLECTRONIQUE POUR LE SPATIAL / NANOSATELLITE / GESTION DE PROJET	5	O	26	20	10		
15	EIEAE3GM	CAO MICROÉLECTRONIQUE ET MICROSYSTÈMES	4	O	13	5	16		
17	EIEAE3VM	ANGLAIS	3	O		24			
Second semestre									
18	EIEAE4BM	STAGE	15	O					6
22	EIEAE4FM	MICRO ET NANOSYSTÈMES	6	O	29	10	21		
27	EIEAE4MM	ATELIERS MICRO-ÉLECTRONIQUES	6	O	20	4		37	
26	EIEAE4LM	FIABILITÉ, COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE, QUALITÉ	3	O	22	4	6		

parcours num (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
Premier semestre									

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
10	EIEAE3AM	DISPOSITIFS ACTIFS À SEMICONDUCTEURS	6	O	30	16	12		
11	EIEAE3BM	CAPTEURS ET SYSTÈMES	5	O	28	8	17		
13	EIEAE3DM	CIRCUITS OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	3	O	15	15			
14	EIEAE3EM	TECHNIQUES DE MESURES OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	4	O	16	18	6		
12	EIEAE3CM	ÉLECTRONIQUE POUR LE SPATIAL / NANOSATELLITE / GESTION DE PROJET	5	O	26	20	10		
16	EIEAE3HM	BUREAU DE CONCEPTION EN CIRCUITS HYPERFRÉQUENCES	4	O			40		
17	EIEAE3VM	ANGLAIS	3	O		24			
Second semestre									
18	EIEAE4BM	STAGE	15	O					6
19	EIEAE4CM	SYSTÈME DE SYNTHÈSE DE FRÉQUENCE	3	O	14	16			
20	EIEAE4DM	SYNTHÈSE DE CIRCUITS NUMÉRIQUES	3	O	8	8	14		
21	EIEAE4EM	CONCEPTION DE SYSTÈMES NUMÉRIQUES (SOC)	3	O	10	2	18		
24	EIEAE4HM	ATELIERS DE CONCEPTION DE CIRCUITS INTÉGRÉS ANALOGIQUES	3	O			36		
26	EIEAE4LM	FIABILITÉ, COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE, QUALITÉ	3	O	22	4	6		

parcours OMI (60 ECTS)

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
Premier semestre									
10	EIEAE3AM	DISPOSITIFS ACTIFS À SEMICONDUCTEURS	6	O	30	16	12		
11	EIEAE3BM	CAPTEURS ET SYSTÈMES	5	O	28	8	17		

page	Code	Intitulé UE	ECTS	Obligatoire Facultatif	Cours	TD	TP	TP DE	Stage
13	EIEAE3DM	CIRCUITS OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	3	O	15	15			
14	EIEAE3EM	TECHNIQUES DE MESURES OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	4	O	16	18	6		
12	EIEAE3CM	ÉLECTRONIQUE POUR LE SPATIAL / NANOSATELLITE / GESTION DE PROJET	5	O	26	20	10		
17	EIEAE3VM	ANGLAIS	3	O		24			
16	EIEAE3HM	BUREAU DE CONCEPTION EN CIRCUITS HYPERFRÉQUENCES	4	O			40		
Second semestre									
18	EIEAE4BM	STAGE	15	O					6
19	EIEAE4CM	SYSTÈME DE SYNTHÈSE DE FRÉQUENCE	3	O	14	16			
23	EIEAE4GM	PROPAGATION, ANTENNES	5	O	18	12	20		
25	EIEAE4JM	ATELIERS OPTO-HYPERFRÉQUENCES	4	O				36	
26	EIEAE4LM	FIABILITÉ, COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE, QUALITÉ	3	O	22	4	6		

LISTE DES UE

UE	DISPOSITIFS ACTIFS À SEMICONDUCTEURS	6 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3AM	Cours : 30h , TD : 16h , TP : 12h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAZARRE Alain
Email : cazarre@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Dans cette UE les étudiants sont sensibilisés à la CAO des briques de base MOS, à la conception des composants de puissance et leur intégration, à l'étude des dispositifs actuels pour Hautes fréquences, et optoélectronique. L'objectif est d'approfondir des notions de base acquises en L3 et M1. Dans cette UE les étudiants sont sensibilisés à la CAO des briques de base MOS, à la conception des composants de puissance et leur intégration, à l'étude des dispositifs actuels pour hautes fréquences, et optoélectronique. L'objectif est d'approfondir des notions de base acquises en L3 et M1.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

[u]1-Conception des briques de base CMOS[/u] pour circuits intégrés, modèles dans les technologies standards de fonderies, dimensionnement et des réductions de taille, tension de seuil, conduction sous le seuil.

[u]2- Composants de puissance et leurs spécificités[/u]

Physique des structures de puissance à semi-conducteurs (Si, SiC, GaN) afin de comprendre, les principaux compromis que le concepteur de circuit de puissance doit prendre en compte (pertes énergétiques / tenue en tension), d'analyser les formes d'ondes de courant et tension dans des applications réelles. Des interrupteurs innovants « dits intelligents » particulièrement adaptés aux systèmes embarqués seront étudiés.

[u]3-Optoélectronique[/u]

L'amplification optique, les dispositifs optoélectroniques à semiconducteurs (LED, Laser et photodétecteurs), nouvelles structures et leurs performances, nanophotonique, technologie actuelles des lasers -Applications.

[u]4 Dispositifs avancés pour Hautes Fréquences[/u]

Montée en fréquence des composants actifs bipolaires et à effet de champ, diagrammes de bandes, schémas électriques petit et fort-signal, performances des transistors, technologies pour fonctions HF.

PRÉ-REQUIS

Semiconducteurs et leurs propriétés, structures MOS, technologie micro-électronique, caractérisation et simulation, notions d'optique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Optoélectronique - R. Maciejko - Presses Internationales Polytechniques 2002

Conception des circuits VLSI : Du composant au système, François Anceau

Composants à semi-conducteur pour l'électronique de puissance, Stéphane Lefebvre

MOTS-CLÉS

Semiconducteurs-composants, Technologies, HF, optoelectronique, puissance, tension

UE	CAPTEURS ET SYSTÈMES	5 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3BM	Cours : 28h , TD : 8h , TP : 17h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VIALLON Christophe
 Email : cviallon@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 68 40

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le programme associé à cet UE propose à l'étudiant d'acquérir une vision globale des différents domaines applicatifs de l'électronique moderne. Toute la chaîne de traitement analogique de l'information y est abordée, depuis le capteur jusqu'aux organes permettant une transmission RF du signal, sans oublier les aspects de gestion d'alimentation et de l'énergie, indissociable des contraintes inhérentes aux systèmes embarqués

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Systèmes électroniques analogiques intégrés

Techniques de conception avancée en technologie bipolaire et CMOS.
 Analyse détaillée des principales fonctions analogiques intégrées.

II Technologies des capteurs

Présentation de l'évolution technologique depuis l'apparition des Microsystèmes à nos jours avec le contexte international actuel.

III Micro-sources et gestion de l'énergie

L'alimentation est assurée à partir de sources renouvelables ou non, un stockage additionnel est parfois nécessaire pour apporter l'autonomie. Une électronique associée adaptée est nécessaire pour gérer l'alimentation.

IV VHDL AMS

L'objectif de cet enseignement est de montrer que le langage VHDL-AMS permet le prototypage virtuel de l'élément numérique d'un système multi-physique. A partir de l'exemple d'un système de freinage automobile, l'étudiant simulera un système complet et écrira ensuite des modèles simples des composants de la fonction d'antiblocage.

V Systèmes communicants

Architectures de réseaux communicants, modulations analogique et numérique et systèmes de codage et de partition de l'information.

PRÉ-REQUIS

Maîtrise des méthodes de calcul des circuits linéaires, notions sur la stabilité des circuits linéaires et fonctionnement des transistors

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Design of analog CMOS Integrated Circuits, B. Razavi, McGraw-Hill, 2001

Microsystème, Observatoire Français des Techniques Avancées, Lavoisier

Understanding Smart Sensors, 2nd edition, Randy Frank, Artech House Publishers

UE	ÉLECTRONIQUE POUR LE SPATIAL / NANO-SATELLITE / GESTION DE PROJET	5 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3CM	Cours : 26h , TD : 20h , TP : 10h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

FERNANDEZ Arnaud
Email : afernand@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Au travers d'une mission nanosatellite concrète, cette formation propose aux étudiants des méthodes et outils utilisés pour la réalisation des PHASE 0 (analyse de mission), A (étude de faisabilité) et B (étude de mission), de systèmes orbitaux. De par l'intervention de spécialistes, les différentes approches et outils d'ingénierie concourant à la conception d'une mission nanosatellite seront apportées. En complément, des interventions de spécialistes liées à la fiabilité des composants optiques, optoélectroniques, hyper fréquence et microélectronique en milieu spatial enrichiront cette formation. Enfin, des cours de gestion de projet, protection industrielle et innovation et management viendront parfaire cette unité d'enseignement.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Projet nanosatellite (introduction et management)

II Etude de mission nanosatellite

- Modèle structure thermique du satellite
- Simulateur satellite (orbitologie)
- Gestion de l'énergie
- Définition du segment sol (télémesure RF)

III Fiabilité et milieu spatial

- Fiabilité des composants optiques et optoélectroniques en milieu spatial.
- Effets thermiques et radiations sur les diodes laser.
- Fiabilité des composants hyperfréquence en milieu spatial.
- Microélectronique hyperfréquence pour applications spatiales.

IV Gestion de projet, protection industrielle et innovation, management

Dispensé principalement par des professionnels, cet enseignement essentiellement pratique va permettre aux étudiants d'appréhender la culture de cette discipline, afin d'acquérir le vocabulaire et les concepts essentiels pour dialoguer avec des professionnels.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

«DIY sat. platform : building a space-ready general base picosatellite for any mission », S. Antunes
« Surviving orbit the DIY way : Testing the limits your satellite can and must match », S. Antunes

MOTS-CLÉS

fiabilité, spatial, électronique, optoélectronique, nanosatellite, gestion de projet, innovation, management

UE	CIRCUITS OPTOÉLECTRONIQUES ET HYPERFRÉQUENCES	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3DM	Cours : 15h , TD : 15h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

LLOPIS Olivier
 Email : llopis@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Acquérir les bases nécessaires à l'évaluation théorique d'un circuit hyperfréquence et d'un système optique-micro-onde. Plus précisément, dans le cas des circuits hyperfréquences, il s'agit d'être capable de concevoir une fonction intégrée linéaire ou non-linéaire. Pour les systèmes optiques-micro-ondes, le travail portera sur la description des composants optoélectroniques rapides, la propagation sur fibre et le calcul du bilan de liaison. Il sera illustré par différents cas concrets d'applications.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I - Circuits actifs et passifs micro-ondes

Composants actifs microondes à état solide et leur modélisation électrique. Méthodes de conception de fonctions linéaires (amplification bas niveaux et faible bruit) et de fonctions non-linéaires (amplification de puissance, multiplication et mélange de fréquences, oscillation). Technologies d'intégration hybride (Microwave Integrated Circuits) et monolithique (Microwave Monolithic Integrated Circuits), et leurs principales conséquences pour la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) en hyperfréquences.

II - Propagation dans les fibres optiques

Principe de la propagation optique guidée. Différents types de fibre, atténuation, dispersion, limitations. Les systèmes multiplexés. Performances et intérêt de la liaison par fibre.

III - Optoélectronique micro-onde

Liaisons optiques fibrées aux fréquences micro-ondes. Composants de ce type de liaison : laser, modulateur rapide, photodiode rapide, amplificateur optique, fibre. Rapport signal à bruit d'une liaison optique. Etude de différents systèmes optiques micro-ondes, en particulier pour applications embarquées. Génération d'ondes centimétriques et millimétriques par l'optique. Radio sur fibre.

PRÉ-REQUIS

Bases sur la propagation des ondes optiques et hyperfréquences. Bases de l'étude des circuits électroniques analogiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

JL. Gautier, « Conception des dispositifs actifs hyperfréquences », Hermes, Lavoisier, 2014.
 C. Rumelhard, C. Algani, A.L. Billabert, « Composants et circuits pour liaisons photoniques en micro-ondes », Hermes, Lavoisier, 2010.

MOTS-CLÉS

Circuits microondes, linéaire, non-linéaire, intégration, MIC, MMIC, CAO.
 Systèmes optiques micro-ondes, fibre optique, laser, modulateur, photodiode, bruit.

UE	TECHNIQUES DE MESURES OPTOÉLECTRONIQUES ET HY- PERFRÉQUENCES	4 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3EM	Cours : 16h , TD : 18h , TP : 6h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ARGUEL Philippe
Email : arguel@laas.fr

Téléphone : 0561336367

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Maîtriser et appliquer les techniques élémentaires de mesures en optoélectronique et en hyperfréquences.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Après une approche théorique, les techniques de mesure sont appliquées, à part égale, sur des montages optoélectroniques et hyperfréquences.

I. Traitement du signal et bruit de fond

- Signaux déterministes et stochastiques, densités spectrales de puissance
- Échantillonnages
- Notions de bruit du composant au circuit et à l'antenne
- Les différents types de bruit dans les composants, circuits et systèmes. Rapport S/N.

II. Optoélectronique

- Rappels fondamentaux d'optique.
- Éléments constitutifs des appareils de mesure.
- Spectroscopie, interférométrie, imagerie.
- Photométrie / radiométrie

III. Hyperfréquences

- Analyseur de réseau vectoriel : technique de calibrage, instrumentation
- Analyseur de spectre : métrologie dans le domaine fréquentiel et passage au domaine temporel

PRÉ-REQUIS

Bases de théorie du signal, de la propagation et de l'analyse de signaux.
Notions fondamentales d'optique. Techniques d'analyse de l'électronique linéaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Fibre optic communication devices - N. Grote et al - Springer 2000
Optoélectronique - R. Maciejko - Presses Internationales Polytechniques 2002
Théorie et traitement des signaux - Coulon (Dunod)
Bruits et signaux parasites - Vasilescu (Dunod)

UE	CAO MICROÉLECTRONIQUE ET MICRO-SYSTÈMES	4 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3GM	Cours : 13h , TD : 5h , TP : 16h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAMPS Thierry

Email : camps@laas.fr

VILLENEUVE-FAURE Christina

Email : christina.villeneuve@laplace.univ-tlse.fr

Téléphone : 05-61-55-84-10

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Manier les outils de la simulation multi-physiques, de la modélisation électrique et de la réalisation des micro-systèmes.

Développer une analyse critique des résultats obtenus aussi bien expérimentalement que par la simulation.

Maîtriser la modélisation électrique-physique des composants, pour proposer des motifs de tests électriques judicieux à insérés dans la conception des composants et capteurs

L'enseignement des familles logiques bipolaires permet d'illustrer l'analyse de circuit de moyenne complexité, faisant appel au différent modèle du transistor bipolaire (Giaccoletto, Ebers et Moll, ...) en fonction de son état de conduction (passant, saturé et bloqué).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Simulations multi-physique à l'AIME

- La partie simulation multi-physique initie les étudiants à l'utilisation de codes numériques pour la résolution dans le domaine des micro et nanosystèmes de problèmes électrique, thermique et mécanique, ces modes étant souvent fortement couplés.
- L'objectif, quel soit le type de simulation entreprise, est d'amener l'étudiant à développer un regard critique sur les résultats numériques obtenus. Cela passe par la validation par des bilans électrique ou énergétique et confrontation avec les résultats expérimentaux.
-

Modélisation et caractérisation électrique des composants

- Approfondissements des modèles électriques des composants.
- Méthodes et dimensionnement de motifs de tests électrique et technologique pour l'optimisation des composants. On intègrera des considérations thermiques, haute-fréquence, sensibilité des capteurs, ...

Familles logiques bipolaires

- Rappels sur le fonctionnement du transistor bipolaire, et ses modélisations en fonction de son état de conduction
- En abordant successivement les familles RTL, DTL, I2L, TTL et enfin ECL, nous montrons leurs limites respective et les solutions pour les repousser.

PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique, connaissances élémentaires en physique pour aborder la thermique, mécanique, ...

UE	BUREAU DE CONCEPTION EN CIRCUITS HYPERFRÉQUENCES	4 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3HM	TP : 40h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

VIALLOON Christophe
 Email : cviallon@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 68 40

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cet UE propose une ouverture sur les techniques de conception depuis le cahier des charges jusqu'à la réalisation de circuits dans le domaine des hyperfréquences. Cet enseignement est dispensé sous la forme d'un projet à mener tout au long du semestre en petits groupes

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Le projet vise la conception d'un radio-télescope chargé de capter le rayonnement solaire émis autour de 1420 MHz. L'atelier est plus spécifiquement consacré à la conception du récepteur pour lequel chaque fonction (mélangeur, oscillateur, amplificateur faible bruit, amplificateur transimpédance) doit être conçue en exploitant des outils de CAO RF (AWR Microwave Office) couramment employés dans l'industrie. Une fois les circuits réalisés, les étudiants ont la possibilité de les caractériser pour vérifier l'accord entre les résultats expérimentaux obtenus et les simulations électriques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Électronique radiofréquence, André Pacaud, Ellipses, 2000

UE	ANGLAIS	3 ECTS	1^{er} semestre
EIEAE3VM	TD : 24h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

AVRIL Henri

Email : h-avril@live.com

UE	STAGE	15 ECTS	2nd semestre
EIEAE4BM	Stage : 6 mois		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

NOLHIER Nicolas
 Email : nolhier@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 64 58

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cette UE est de préparer les étudiants à leur future insertion sur le marché de l'emploi. Plus précisément, il s'agit de :

- les préparer à leur recherche d'emploi à travers leur recherche de stage (rédaction de CV, lettre de motivation, entretiens, ...),
- leur permettre d'acquérir une première expérience professionnelle valorisable par la suite sur leur CV,
- les mettre en situation en leur confiant des missions scientifiques et techniques au sein d'une entreprise (grand groupe, PME, startup) ou d'un laboratoire, selon qu'ils se destinent à une carrière dans l'industrie ou dans la recherche.

Ce stage peut être réalisé en France ou à l'étranger.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Les sujets de stages doivent être en cohérence avec les thématiques du master afin que l'expérience professionnelle ainsi acquise soit valorisable pour leur future recherche d'emploi. Pendant son stage, l'étudiant travaillera au sein d'une entreprise ou d'un laboratoire sous la direction d'un responsable. Un référent parmi l'équipe pédagogique sera désigné pour faire l'interface entre le stagiaire et son responsable, et l'université. A l'issue du stage, un rapport devra être rédigé à destination de l'entreprise et des enseignants et une soutenance sera organisée.

PRÉ-REQUIS

UE de formation générale, UE scientifiques du master.

MOTS-CLÉS

Expérience professionnelle, mise en situation.

UE	SYSTÈME DE SYNTHÈSE DE FRÉQUENCE	3 ECTS	2nd semestre
EIEAE4CM	Cours : 14h , TD : 16h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TOURNIER Eric
 Email : tournier@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 69 17

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Les synthèses de fréquences sont essentielles dans les systèmes de télécommunication, car elles permettent aux différents standards de communication (WiFi, Bluetooth, ZigBee, WiMax, WiHD, ...) d'exister et de cohabiter sur le même spectre fréquentiel. La connaissance des principes de fonctionnement de ces synthèses est primordiale dès lors que l'on souhaite en optimiser des paramètres aussi divers que la résolution, la précision, l'agilité, la pureté spectrale, afin d'assurer de hautes performances à un faible coût (accès grand public) et avec une faible consommation (bonne autonomie).

Cette unité donnera les outils nécessaires à la conception et à l'analyse des différents types de synthèses de fréquence existantes (*directe, indirecte, analogique, numérique et mixte*).

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I. Synthèse de fréquence indirecte (PLL)

Tour d'horizon, rôle de la synthèse de fréquence dans un émetteur/récepteur, caractéristiques fondamentales, oscillateurs contrôlés en tension (VCO), bruit de phase, division de fréquence entière et fractionnaire, détecteur phase/fréquence, pompe de charges, calcul du filtre de boucle.

II. Synthèse de fréquence numérique directe (DDS)

Principe des DDS, accumulateur de phase, additionneurs rapides, convertisseur phase/amplitude, implémentations matérielles et logicielles, convertisseur numérique/analogique, logiques rapides (CML/ECL), spectre, rapport signal/bruit.

PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique analogique et numérique. Transformées (Fourier, Laplace, en Z, FFT).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

"Synthèse de fréquence", E. Rubiola et V. Giordano, Techniques de l'ingénieur

MOTS-CLÉS

PLL, DDS, pompe de charges, PFD, VCO, accumulateur, additionneur, pipeline, CNA, spectre

UE	SYNTHÈSE DE CIRCUITS NUMÉRIQUES	3 ECTS	2nd semestre
EIEAE4DM	Cours : 8h , TD : 8h , TP : 14h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice
 Email : fcaignet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est d'introduire les notions de conception de systèmes numériques. Cette unité s'appuie sur l'utilisation intensive du langage de conception VHDL en approfondissant les connaissances acquises en 1ère année. La deuxième partie présente les techniques permettant de réaliser un système physique à partir des codes développés en VHDL.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Face à l'augmentation des complexités des systèmes numériques, les méthodes de conception doivent s'adapter. De nos jours, il est demandé à un ingénieur d'être capable de réaliser des systèmes à hauteur de 1 million de portes par an, voir beaucoup plus dans les années à venir. Ceci ne peut se faire sans l'utilisation de méthodes hiérarchisées et d'outils de conception évolués.

Dans cette optique, des langages de conception de type HDL (Hardware Description Language), ou en français outils de description comportementale, ont été développés. Le langage VHDL est étudié et mis en pratique dans une série de TP dont le but est de développer des systèmes numériques. Dans une première partie cette implémentation est effectuée sur des circuits numériques programmables (FPGA) dans l'environnement Quartus (Altera). La deuxième partie se concentre sur la synthèse de circuits logiques sur circuit intégré (full custom). En utilisant l'environnement Cadence des modèles VHDL développés dans la première partie sont portés sur puce dans une technologie de circuits numériques du monde professionnel.

PRÉ-REQUIS

Bases de l'électronique numérique. Notions de VHDL

MOTS-CLÉS

VHDL, Synthèse logique, FPGA, Cadence, Quartus

UE	CONCEPTION DE SYSTÈMES NUMÉRIQUES (SOC)	3 ECTS	2nd semestre
EIEAE4EM	Cours : 10h , TD : 2h , TP : 18h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice
 Email : fcaignet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif est d'introduire les notions de conception de systèmes programmable ou reprogrammables sur puce : SoPC (System on Programmable Chip). Le partitionnement « hardware » et « software » sont présentés au travers d'applications concrètes mettant en œuvre des systèmes numériques simples et plus complexes visant le contrôle de processus tels que du traitement de données de capteurs, d'images, ou autre.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

SoPC, acronyme de « **S**ystem on **P**rogrammable**C**hip » (système sur puce reprogrammable en français), désigne un système complet embarqué sur une puce reprogrammable de type FPGA, pouvant comprendre de la mémoire (data / code), un ou plusieurs processeurs, des périphériques d'interface, ou tout autre composant nécessaire à la réalisation de la fonction attendue. L'objectif de cet enseignement est d'introduire aux étudiants des notions de conception hiérarchiques mixant une partie matérielle (Hardware) et une partie logicielle (Software). Au travers d'une application qui est le contrôle et le traitement de flux de données, les étudiants verront comment, dans une même application, intégrer un microprocesseur, PLL, des fonctions complexes comme des filtres RIF, ou des FFT, la difficulté étant de choisir si les différentes fonctions seront implémentées matériellement ou par logiciel. Les aspects reprogrammables du système seront abordés en fin d'enseignement dans les travaux pratiques

PRÉ-REQUIS

Electronique numérique, VHDL, Langage C

UE	MICRO ET NANOSYSTÈMES	6 ECTS	2nd semestre
EIEAE4FM	Cours : 29h , TD : 10h , TP : 21h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

ISOIRD Karine

Email : kisoird@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Le programme associé à cet UE propose à l'étudiant d'acquérir une vision globale de la conception à la réalisation des micro et nano-systèmes. Des ouvertures vers des thématiques de recherche développées au plan local, national et international y sont introduites telles que les BioMems, les matériaux semiconducteurs nouvellement développés ou encore des notions de nanoélectronique CMOS.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Physique et technologie des LASERS

- Principes communs de la LED au Laser, évolution des structures et des performances, introduction à la nanophotonique, éléments de technologie des lasers à semiconducteur.

II Nano électronique

- Présentation les enjeux et perspectives de la nanoélectronique, en décrivant les technologies des CMOS ultimes et leurs limitations physiques et technologiques inhérente aux réductions d'échelles des dispositifs.

III TCAD microélectronique

- Présentation des outils de simulation à éléments finis SILVACO. Simulations physiques pour mettre en évidence l'impact des paramètres géométriques et technologiques sur les performances de composants

IV Composants à Hétérojonctions, Technologies III-V et Matériaux à Grand Gap

- Intérêt de l'hétérojonction pour l'amélioration des performances des composants HF, Présentation des technologies mises en œuvres dans les filières III, Propriétés des matériaux à grand Gap et champs applicatifs

V BioMEMs

- Intérêt des micro/nanotechnologies sur la biologie dans les domaines de la santé et de l'environnement. Présentation de la fabrication, la fonctionnalisation et l'intégration d'un biocapteur basé sur un micro-système résonant.

PRÉ-REQUIS

Physique et chimie générale, physique des semiconducteurs et composants électronique, microtechnologie, optoélectronique.

UE	PROPAGATION, ANTENNES	5 ECTS	2nd semestre
EIEAE4GM	Cours : 18h , TD : 12h , TP : 20h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

SOKOLOFF Jérôme

Email : jerome.sokoloff@iut-tlse3.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Cette unité d'enseignement s'appuie sur l'exemple concret d'une liaison de télémesure entre un satellite et une station terrestre en abordant des aspects. D'une part l'établissement du bilan de liaison en prenant en compte les paramètres d'orbite et en focalisant sur la propagation Espace-Terre. D'autre part, l'analyse et la conception de l'antenne d'émission à bord du satellite. Dans le cadre d'activités de bureaux d'études en fin de séquence, les étudiants proposeront une solution technique répondant au cahier des charges de l'antenne bord et dresseront le bilan et la disponibilité de la liaison. Pour atteindre les enjeux de la recherche dans les thèmes plus généraux de la propagation dans les milieux complexes et des antennes miniatures des compléments ciblés seront apportés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Propagation

- Rappels et approfondissements sur les ondes planes (homogène et inhomogène) et sphériques.
- Utilisation du spectre angulaire d'ondes planes pour les ondes complexes
- Classification de la propagation dans différents milieux (conventionnel, plasma, métamatériau,...)
- Problématiques liées à la propagation Terre - espace : ionosphère, précipitations ou turbulences atmosphériques et modèles associés
- Ouverture sur la propagation Terre - Terre (gradient indice, relief).
- Bilan de liaison télécom.
- Normes ITU sommairement présentées

II Antennes

- Rappels et approfondissements sur les antennes planaires.
- Antennes miniatures.
- Antennes ULB (spirales).
- Spectre d'Ondes Planes et ouvertures rayonnantes.
- Antennes spatiales pour charge utile télécom (Focal Array Fed Reflector).
- Antennes pour liaison télémesure nanosatellite.

PRÉ-REQUIS

ondes planes, équations de Maxwell, équation d'onde, dispersion, Transformées de Fourier, Propriétés de base des antennes, architecture des systèmes de télécom

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- « Micro - ondes », P.F. Combes, volume 2, Dunod, 1997.
- « Antenna theory and design », C.A. Balanis, Wiley, 2005

UE	ATELIERS DE CONCEPTION DE CIRCUITS INTÉGRÉS ANALOGIQUES	3 ECTS	2nd semestre
EIEAE4HM	TP : 36h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TOURNIER Eric
 Email : tournier@laas.fr

Téléphone : 05 61 33 69 17

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

La mise au point de circuits intégrés est aujourd'hui indissociable d'outils de conception assistée par ordinateur (CAO) qui permettent la description fonctionnelle par langage de haut-niveau (ex VHDL-AMS), le partitionnement logiciel/matériel (Codesign), la synthèse automatisée ou bien la saisie manuelle de composants, les simulations variées (électriques, électromagnétiques, temporelles, fréquentielles, ...), le placement/routage automatisé ou bien la saisie manuelle d'un dessin des masques, la vérification des règles de dessin (DRC), la validation par rapport à la schématique initiale (LVS), l'extraction de parasites pour la rétro-simulation, etc. Cette unité a pour objectif d'initier les étudiants à ces étapes de conception, en manipulant l'environnement CAO professionnel Cadence.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

Cet atelier exploite l'environnement Cadence à travers l'étude d'un prédiviseur haute fréquence à double rapport de division $N / N+ 1$, en logique ECL, destiné à être utilisé dans un diviseur de fréquence complet programmable à double module. Après une présentation du principe de division et un rappel sur les étages différentiels, une porte élémentaire inverseuse ECL est d'abord conçue, simulée et optimisée. Elle est ensuite déclinée en une porte OU/NON-OU, puis en bascule D. L'assemblage de deux portes OU/NON-OU et de trois bascules D sert au final à former un diviseur $4 / 5$. Les étudiants peuvent choisir d'optimiser la puissance consommée PDC ou la fréquence de fonctionnement maximale f_{max} de leur diviseur, et comparer leur résultat au travers du facteur de mérite f_{max} / PDC .

PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique analogique et numérique. Amplificateurs opérationnels. Électronique HF. Simulation circuits.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

M. Alioto and G. Palumbo, *Model and design of bipolar and MOS current-mode logic : CML, ECL and SCL digital circuits*. Dordrecht : Springer, 2005.

MOTS-CLÉS

Verrou, Bascule D, diviseur de fréquence, étage différentiel, ECL, CML.

UE	ATELIERS OPTO-HYPERFRÉQUENCES	4 ECTS	2nd semestre
EIEAE4JM	TP DE : 36h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

TARTARIN Jean-Guy
Email : tartarin@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

- Maîtriser les règles de conception de circuits et systèmes optiques et RF en approches singulières (conception RF) et mixtes (transmissions de signaux micro-ondes sur porteuse optique).
- Concevoir des circuits actifs intégrés MMIC du cahier des charges (dimensionnement et polarisation du HEMT, choix de topologie) jusqu'à la réalisation des masques (layout) et assemblage des circuits actifs pour tête de réception 10-12 GHz.
- Etude de dispositifs de génération et de transport de signaux microonde au travers de composants optiques actifs et passifs. Caractérisation de différentes topologies par l'étude du gain, du facteur de bruit et des différentes sources de bruit.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

1. Intégration de circuits analogiques haute-fréquence - ADS

- 1.1 Approche spécifique haute-fréquence et passerelles basse fréquence,
- 1.2 Complémentarité des simulations temporelles et fréquentielles,
- 1.3 Composants à constantes réparties et à constantes localisées (adaptation, layout),
- 1.4 Dimensionnement des composants actifs pour applications linéaires faible bruit (amplificateurs) et non-linéaires (oscillateurs et mélangeurs de fréquence).
- 1.5 Conception d'un récepteur MMIC en bande X (10 GHz) : *LNA, VCO, mixer*

2. Dispositifs de génération et de transmission opto-microonde

- 2.1 Etude d'une liaison optique à base d'un laser VCSEL modulé en direct
- 2.2 Etude d'une liaison optique à base d'un laser DFB et d'un modulateur externe
- 2.3 Synthèse microonde (10 GHz) par rétrodiffusion Brillouin
- 2.4 Caractérisation tout optique d'un amplificateur à fibre dopée erbium
- 2.5 Caractérisation optoélectronique d'un amplificateur à fibre dopée erbium

PRÉ-REQUIS

Bases d'électronique analogique et numérique. Électronique HF. Transformées (Fourier, Laplace, en Z). Adaptation d'impédance (Smith).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Mathématiques du signal, D. Ghorbanzadeh et al., Éd. Dunod, 2008
Électronique appliquée aux hautes fréquences, F. de Dieuleveult et al., Éd. Dunod, 2008
Télécommunications par fibres optiques, M. Joindot, Éd. Dunod, 1996

MOTS-CLÉS

CAD MMIC, LNA, VCO, mixer, bande X, liaison opto-RF

UE	FIABILITÉ, ÉLECTROMAGNÉTIQUE, QUALITÉ	COMPATIBILITÉ	3 ECTS	2nd semestre
EIEAE4LM	Cours : 22h , TD : 4h , TP : 6h			

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAIGNET Fabrice
Email : fcaignet@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

L'objectif de cet enseignement est d'apporter aux étudiants des notions sur l'importance de la fiabilité et de la qualité intervenant lors des phases de conception de tout système électronique, des circuits intégrés, des dispositifs optiques

Les principaux thèmes abordés sont les effets du vieillissement, la robustesse vis à vis des phénomènes radiatifs et la sensibilité à la CEM et les risques liés.

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

La fiabilité des systèmes électroniques est abordée au travers de deux grandes parties qui seront présentés par des intervenant industriels et académiques.

- CEM : 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. Le but du cours est de présenter les méthodes de prédiction, de caractérisation et de normalisation des systèmes soumis à des environnement CEM pouvant mettre en danger la sureté de fonctionnement du système.

- La fiabilité des composants : De nos jour, les normes de qualité font partie intégrante des processus de conception, de fabrication et de mise en œuvre de tout dispositif. Savoir prendre en compte cet aspect dès les premières phases de développement d'un système est devenue une nécessité. La fiabilité des circuits intégrés est présentée au travers de thématiques comme le vieillissement, les effets radiatifs, la fiabilité des composants optoélectroniques, ou encore la robustesse vis à vis des décharges électrostatiques (ESD)

PRÉ-REQUIS

Electronique Analogique Standard. Systèmes Micro-électroniques.
Transformation de Fourier, Phénomène de Propagation : TEM, lignes de transmission

MOTS-CLÉS

Qualité, CEM, ESD

UE	ATELIERS MICRO-ÉLECTRONIQUES	6 ECTS	2nd semestre
EIEAE4MM	Cours : 20h , TD : 4h , TP DE : 37h		

ENSEIGNANT(E) RESPONSABLE

CAMPS Thierry

Email : camps@laas.fr

OBJECTIFS D'APPRENTISSAGE

Maîtriser les règles de conception et la réalisation technologique de circuits intégrés microélectronique, micro-systèmes et circuits micro-fluidique.

Maîtriser la réalisation de capteurs multi-physique à l'AIME, la théorie et la réalisation de composant organique et enfin la théorie de la microfluidique et la réalisation de circuits microfluidique

DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DES ENSEIGNEMENTS

I Réalisation de capteurs multi-physique à l'AIME

- Présentation du process Polysens employé lors du stage en salle blanche, avec l'illustration de l'emploi des dispositifs réalisés dans de nombreux projets de recherche.
- Réalisation de Capteur Multi-physique depuis le wafer vierge au capteur monté en boîtier
- Test électrique sous pointes pour illustrer le sensibilité à la température, à la déformation et à la lumière.

II Réalisation de composant Organique (OLED) au laboratoire Laplace

- Présentation de la technologie d'élaboration des composants organique et leur fonctionnement Etude d'une liaison optique à base d'un laser VCSEL modulé en direct
- Réalisation de diode électroluminescente organique (OLED)
- Caractérisations électrique et optique d'OLED via l'utilisation d'un spectromètre

III Théorie et la réalisation de circuits micro-fluidiques

- Développer des aspects théoriques et pratiques centrés sur la miniaturisation des dispositifs fluidiques. Introduire les filières technologiques de fabrication de MEMS dédiés à la manipulation de faibles volumes de fluides (nl, pl, fl). Focaliser sur les aspects multidisciplinaires alliant ingénierie, physique, chimie, biotechnologie.

PRÉ-REQUIS

Bases de l'électronique analogique, des capteurs et de leurs technologies d'élaboration. Connaissances élémentaires en mécanique du solide et des fluides

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

P. Tabeling, Introduction à la microfluidique, Belin, 2006 ; 2003

John G. Webster, Measurement, Instrumentation and Sensors, 1999

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.

