



DOMAINE STS :  
SCIENCES, TECHNOLOGIES, SANTÉ

MASTER MENTION EEA  
ÉLECTRONIQUE, ÉLECTROTECHNIQUE, AUTOMATIQUE

Spécialité EMMOM  
Électronique, Micro-électronique, Micro-systèmes, Optronique, Micro-ondes

**RESPONSABLE DE LA FORMATION**

Jacques GRAFFEUIL  
*Professeur en EEA - électronique*  
E-mail : [graffeui@laas.fr](mailto:graffeui@laas.fr)  
Tél : 0561336200

**SECRETARIAT DE LA FORMATION**

Lucienne CHERBONNEAU  
Bât3TP1 , RDC, porte H11  
118, route de Narbonne < 31062 TOULOUSE CEDEX 4 >  
E\_mail : : [cherbonneau@adm.ups-tlse.fr](mailto:cherbonneau@adm.ups-tlse.fr)  
Tél : 0561556923 et 0561556207

**PRÉSENTATION GÉNÉRALE du PARCOURS EMMOM**  
**(Électronique, Micro-électronique, Micro-systèmes, Optronique, Micro-ondes)**  
**de la PREMIÈRE ANNÉE DU MASTER EEA**  
**(Électronique, Électrotechnique, Automatique)**

L'électronique est aujourd'hui l'un des acteurs essentiels de l'économie mondiale en liaison avec toutes les technologies innovantes et notamment celles des télécommunications. Elle est donc de plus en plus présente dans le monde contemporain sous des formes très diverses. Cette discipline qui allie les sciences physiques, celles de l'analyse et de la synthèse des composants, circuits et systèmes ainsi que le génie logiciel pour la conception et l'utilisation de fonctions complexes s'avère être très vaste et offre, après une poursuite d'études dans le domaine<sup>1</sup>, une grande variété de métiers tant dans l'industrie lourde (Freescale, STMicroelectronics, Alcatel, Philips, Siemens, Thales...) que dans de très nombreuses PME en même temps que dans l'enseignement et la recherche.

Le parcours en électronique EMMOM de la première année du master EEA comporte un premier semestre de tronc commun suivi d'un second semestre proposant un tiers de tronc commun et un choix entre deux options (non panachables) pour les deux tiers restants.

Le tronc commun a pour objectif la formation générale indispensable à tout électronicien dans les domaines de l'informatique, du traitement du signal, de l'électronique analogique et numérique et des composants semi-conducteurs.

Les options du second semestre, intitulées "*Électronique des systèmes*" et "*Électronique des télécommunications*", permettent aux étudiants de privilégier les secteurs qui les attirent le plus tout en conservant un choix identique de continuations d'études.

La première option, intitulée "*Électronique des systèmes*", s'adresse à ceux qui veulent acquérir une formation plus poussée dans les techniques microélectroniques de conception et de fabrication de circuits intégrés et dans le domaine de la conception de systèmes numériques.

La seconde option, intitulée "*Électronique des télécommunications*", s'adresse à ceux qui veulent se former davantage dans les domaines des applications des composants et circuits pour les systèmes de télécommunications fonctionnant à des fréquences plus élevées.

Il doit aussi être noté que l'ouverture, envisagée en 2007, d'un parcours master international (MINACOM), sur des thématiques voisines de celles d'EMMOM, permettra aux étudiants qui le souhaitent de suivre certaines unités dispensées en anglais ce qui leur apportera un complément appréciable de formation.

A l'issue de cette première année, et quelle que soit l'option choisie, un large éventail de possibilités de continuation d'études est offert au sein de l'Université P. Sabatier dans le cadre soit d'une seconde année de master professionnel soit d'une seconde année de master recherche où quatre parcours sont possibles en vue d'une thèse. La préparation des concours de l'enseignement secondaire ou l'admission sur titre en Ecoles d'ingénieurs constituent deux autres catégories de débouchés appréciées des étudiants.

---

<sup>1</sup> Une possibilité de poursuite d'étude est offerte à chaque étudiant qui a fait preuve de ses aptitudes. Les débouchés naturels au sein de l'établissement sont le Master professionnel ICEM (*Intégration de circuits Electroniques et Microélectroniques*), l'un des quatre Masters Recherche conduisant plus particulièrement à l'École Doctorale GEET en Génie Electrique, Electronique et Télécommunications (en particulier MEMO : Micro-ondes Electro-Magnétisme, Opto-électronique ou MNS : *Micro Nano-systèmes*; (voir <http://www.laas.fr/GEET/>), la préparation au concours de l'Agrégation (Génie Électrique et Physique Appliquée) et aux CAPES/CAPET en collaboration avec l'IUFM de Toulouse. L'entrée sur titres en Master seconde année d'autres établissements ou en écoles d'Ingénieurs est aussi possible.

## INTITULÉS DES DIFFÉRENTES UNITES DE 48 HEURES ET DE L'UNITE DE LANGUES

Numéro	Intitulé	Responsable	H C	H TD	H TP	ECTS
2M7EI1M*	<i>Outils pour la conception de systèmes en informatique industrielle</i>	M. Paludetto	18	16	14	5
2M7EI2M	<i>Microcontrôleurs pour les systèmes complexes</i>	G. Mouney	18	16	14	5
2M7EO2M*	<i>Electronique et CAO des CI numériques</i>	N. Nolhier	14	18	16	5
2M7EO3M*	<i>Electronique des fonctions</i>	G. Ablart	20	14	14	5
2M7EO4M*	<i>Electronique des dispositifs</i>	S. Géronimi	20	14	14	5
2M7EO5M*	<i>Signaux et Télécommunications</i>	Y. Deville	20	14	14	5
2M7EO6M	<i>Traitement numérique du signal</i>	Y. Deville	20	14	14	5
2M8VEAM* <sup>2</sup>	<i>Anglais</i>	L. Farjounel		24		3
2M8EO1M*	<i>Physique des composants semi-conducteurs</i>	A. Cazarre	20	16	12	5
2M82EOM*	<i>Systèmes numériques pour les télécommunications</i>	C. Viallon	12	00	36	5
2M8EO3M**	<i>Systèmes numériques</i>	E. Gonneau	16	16	16	5
2M8EO4M	<i>Outils et langages de conceptions évolués appliqués aux systèmes numériques</i>	F. Caignet	16	16	16	5
2M8EO5M**	<i>Optoélectronique, compatibilité électromagnétique, micro-technologies</i>	P. Austin	28	14	6	5
2M86EOM**	<i>Initiation à la recherche et à la gestion de projet en électronique des systèmes</i>	G. Ablart	2	4	42	2
2M8EO7M***	<i>Antennes et propagation</i>	A. Lopes	20	20	8	5
2M8EO8M***	<i>Dispositifs HF pour télécommunications</i>	J. Graffeuil	18	10	20	5
2M89EOM***	<i>Initiation à la recherche et à la gestion de projet en électronique des télécommunications</i>	O. Pascal	8	20	20	2

\*UE obligatoire \*\* UE obligatoire pour l'option Electronique des systèmes \*\*\*UE obligatoire pour l'option Electronique des Télécommunications

### ORGANISATION DU PARCOURS

<p><b>Premier semestre (6 UE + Anglais<sup>2</sup>)</b></p> <p>2M7EI1M <i>Informatique industrielle : méthodologie</i>                      2M7EO2M <i>Electronique et CAO des CI numériques</i>                      2M7EO3M <i>Electronique des fonctions</i>                      2M7EO4M <i>Electronique des dispositifs</i>                      2M7EO5M <i>Signaux et Télécommunications</i>                      2M7EO2M <i>Electronique et CAO des CI numériques</i>                      2M8VEAM <i>Anglais<sup>2</sup></i></p> <p><u>et une unité à choisir</u> entre 2M7EI2M <i>Microcontrôleur</i>, 2M7EO6M <i>Traitement numérique du signal</i> (conseillée) ou une unité quelconque du domaine SMIS ou STME</p>	
<p><b>Second semestre (6 UE)</b></p> <p>2M8EO1M <i>Physique des composants semi-conducteurs</i>                      2M87EOM <i>Systèmes numériques pour les télécommunications</i></p>	
<p><b>Orientation : Électronique des systèmes</b></p> <p>2M8EO3M <i>Systèmes numériques</i></p>	<p><b>Orientation : Électronique des télécommunications</b></p> <p>2M8EO7M <i>Antennes et propagation</i></p>
<p>2M8EO5M <i>Optoélectronique, compatibilité électromagnétique, micro-technologies</i></p>	<p>2M8EO8M <i>Dispositifs HF pour télécommunications</i></p>
<p>2M86EOM <i>Initiation à la recherche et à la gestion de projet orientés électronique des systèmes</i></p>	<p>2M89EOM <i>Initiation à la recherche et à la gestion de projet orientés télécommunications et CAO</i></p>
<p><u>une unité à choisir<sup>3</sup></u> entre 2M8EO4M (fortement conseillée) ou une unité quelconque du domaine STS sous réserve de l'accord du responsable d'EMMOM.</p>	<p><u>une unité à choisir<sup>4</sup></u> entre 2M8EO5M (fortement conseillée) ou une unité quelconque du domaine STS sous réserve de l'accord du responsable d'EMMOM.</p>

<sup>2</sup> La note est comptabilisée au semestre 2 mais les enseignements sont donnés lors du semestre 1

<sup>3</sup> La compatibilité de l'emploi du temps n'est garantie que si le choix se porte sur 2M8EO4M

<sup>4</sup> La compatibilité de l'emploi du temps n'est garantie que si le choix se porte sur 2M8EO5M

## 2M7E11M : OUTILS POUR LA CONCEPTION DE SYSTÈMES EN INFORMATIQUE INDUSTRIELLE

### *Objectifs*

Dans tous les domaines des sciences pour l'ingénieur, et particulièrement celui de l'EEAII (Électronique, Électrotechnique, Automatique et Informatique Industrielle), une des tâches essentielles d'un cadre de l'industrie est la conception de systèmes temps réel. Ces derniers sont de plus en plus complexes et difficiles à maîtriser sans une approche méthodologique. L'objectif principal de ce module est de faire acquérir aux étudiants une méthode rigoureuse de modélisation et de conception des systèmes du domaine de l'EEAII. Les concepts de réalisation de la solution sont étudiés avec du logiciel dans cette unité, et avec du matériel dans le module complémentaire 2M7E12M.

L'objectif pédagogique de cette unité vise à approfondir et améliorer les connaissances sur les deux aspects suivants de la conception d'un système:

- 1) l'approche méthodologique de la conception qui inclut l'analyse du système, sa conception et sa mise en œuvre, que celui-ci soit du domaine électronique, électrotechnique, automatique, informatique, ..., ou mixte. Cette approche méthodologique s'appuie sur des techniques de modélisation orientées objet, supportées par une notation utilisée de facto dans l'industrie, la notation UML étendue à des spécificités temps réel.
- 2) la mise en œuvre des modèles et des concepts élaborés dans la modélisation du système traitée par l'aspect précédent. Elle sera effectuée à l'aide d'un langage cible de type industriel adapté à des entrées/sorties hétérogènes.

### *Contenu*

#### **I - Approche méthodologique (C : 12h, TD : 10h)**

- Approche méthodologique : intérêt, approches industrielles, méthode
- Analyse d'un système à l'aide d'UML
- Conception basée UML et traduction en langage cible temps réel.

#### **II - langage C (C : 6 h, TD : 6h)**

- Rappel et spécificités par rapport aux entrées/sorties hétérogènes
- Modèles d'implémentation et structuration modulaire

#### **III – Travaux Pratiques (TP : 14h)**

Micro-projet sur plate-forme UML :

- Analyse et conception du système
- Implémentation en langage C assistée par l'outil de la plate-forme.

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'un examen final constitué d'une épreuve en *méthodologie* (45 %) et d'une épreuve en *langage C* (20 %) ainsi que d'une épreuve de *travaux pratiques* en contrôle continu (35 %). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec un changement des pourcentages de *méthodologie* (60 %), de langage C (20 %) et report automatique de la note *travaux pratiques* qui compte pour 20%.

## **2M7E12M : MICROCONTROLEURS POUR LES SYSTÈMES COMPLEXES**

### **OBJECTIFS**

L'importance prise par l'informatique industrielle requiert de la part des ingénieurs d'en connaître les techniques principales. Cette unité vise la compréhension de l'architecture des microcontrôleurs, composants de base utilisés dans de larges domaines, tels l'électroménager, la commande, les télécommunications, la robotique...

La maîtrise de ces outils nécessite une bonne connaissance des principes de fonctionnement :

- du matériel, ce qui exige des compétences en architecture des ordinateurs et en interfaçage avec des procédés industriels;
  
- des logiciels de base conçus pour assurer les fonctions essentielles de ce matériel, ce qui exige des connaissances dans les systèmes d'exploitation.

L'objectif pédagogique de ce module est d'aborder, au plan théorique et pratique, les aspects suivants :

1) apprentissage du système d'exploitation UNIX avec pour objectif non pas de former des spécialistes du système UNIX mais des utilisateurs avertis qui l'exploitent efficacement;

2) apprentissage de l'architecture et de la programmation des micro-calculateurs largement utilisés dans la réalisation de systèmes de commande. Le micro-contrôleur étudié servira également à illustrer tous les aspects d'interfaçage avec les procédés industriels.

Ce module s'intéresse à des réalisations matérielles et logicielles. Il est complémentaire du module relatif aux outils de conception de systèmes (2M7E11M).

### **CONTENU**

#### **I- Système d'exploitation UNIX (C : 4 h, TD : 2 h)**

- Approche par grandes fonctions, illustration sur UNIX
- Le système de fichiers
- Les processus
- Le langage de commande

#### **II – Micro-Calculateurs pour la commande (C : 14h, TD : 14h)**

- Notions de base d'architecture des ordinateurs;
- Codage et traitement des informations;
- Principe de fonctionnement d'un processeur;
- Interfaçage avec le monde extérieur;
- Microcontrôleur Siemens C167.

#### **III– Travaux Pratiques (TP : 14h)**

- Environnement de développement sous Linux;
- Système de développement du microcontrôleur Siemens C167;
- Utilisation du microcontrôleur Siemens C167 pour l'acquisition et le traitement de données, la commande.

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'un examen final constitué d'une épreuve en *micro-contrôleurs* (50 %) et d'une épreuve en *système d'exploitation* (15 %) ainsi que d'une épreuve de *travaux pratiques* en contrôle continu (35 %). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec un changement des pourcentages de *micro-contrôleurs* (60 %), de *système d'exploitation* (20 %) et report automatique de la note *travaux pratiques* qui compte pour 20%.

## 2M7EO2M : ÉLECTRONIQUE et CAO DES CIRCUITS INTÉGRÉS NUMÉRIQUES

### OBJECTIFS

Cette unité détaille les bases nécessaires à la conception des éléments des circuits intégrés numériques. Elle se place à la frontière entre l'électronique analogique et numérique. L'approche n'est pas fonctionnelle, les fonctions logiques auront été abordées par ailleurs, mais électrique. Ce cours se concentre sur l'architecture des portes élémentaires décrites au niveau du transistor, les paramètres électriques de ces portes spécifiques aux technologies, et les outils permettant leurs conceptions. Un accent particulier est mis sur les paramètres qui limitent l'intégration de ces composants et leur fréquence d'utilisation. Deux outils de conception sont utilisés à travers des travaux dirigés sur machine et des travaux pratiques. Le premier, basé sur des simulations de circuits électriques, met en évidence les effets de l'architecture, des paramètres physiques et du dimensionnement des transistors sur les performances des circuits intégrés. Le second se focalise plus sur la géométrie et les interconnexions de ces structures à travers la description du circuit au niveau des masques.

Le contenu de cette unité s'adresse aussi bien aux personnes qui feront de l'intégration de différents circuits numériques, qu'aux concepteurs de nouveaux circuits intégrés. C'est une base solide pour l'étudiant qui oriente sa formation vers l'électronique numérique et qui est en cohérence directe avec les unités du second semestre 2M8EO3M et 2M8EO4M. Elle permettra aussi aux étudiants qui préfèrent une option télécommunication de leur apporter les connaissances sur les familles de circuits numériques qui font partie maintenant intégrante de la plupart des systèmes de communications et qui seront abordés dans l'unité 2M82EOM du second semestre.

### CONTENU

#### I- Électronique des circuits numériques (8h cours, 8 hTD)

Paramètres électriques et temporels d'une logique numérique  
Le transistor bipolaire en commutation  
Les circuits numériques bipolaires (TTL, ECL)  
Les circuits numériques MOS (nMOS, CMOS)  
Une famille mixte : Le BiCMOS

#### II- Conception et simulation des portes numériques (6h cours, 10h TD)

Conception de portes logiques CMOS au niveau « layout »  
Règles de dessin  
Impact des interconnexions  
Simulation mixte analogique/numérique de portes numériques

#### I- Travaux pratiques (16 h)

Simulation de circuits à base de portes TTL  
Application à la simulation d'une PLL logique (10MHz)  
Conception de circuits CMOS  
Caractérisations électriques (TTL/CMOS)

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *électronique et CAO* (50 %) et d'autre part d'un examen en *travaux pratiques* (50 % de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec report automatique de la note *travaux pratiques* si elle supérieure à 10/20.

## 2M7EO3M : ÉLECTRONIQUE DES FONCTIONS

### OBJECTIFS

L'unité d'électronique des fonctions a pour objectif l'étude des principes de réalisation et l'analyse des caractéristiques des circuits analogiques dédiés à des fonctions non-linéaires.

Quatre thèmes sont abordés: dans un premier temps, les amplificateurs fonctionnels et l'approximation par segments d'une fonction, la seconde partie concerne principalement les conversions analogique-numérique. Les fonctions à seuil et les multivibrateurs seront ensuite étudiés, enfin, une part importante est consacrée à l'étude de la boucle à verrouillage de phase.

A l'issue de cette unité, l'étudiant doit maîtriser la méthodologie d'étude des circuits assurant des fonctions non-linéaires destinés notamment à la génération de signaux, la synthèse de fréquence, la modulation et la transmission de données.

### CONTENU

#### II- **Électronique des fonctions (20 h C et 14 h TD)**

Montages redresseurs, détecteurs de valeur de crête, échantillonneur-bloqueur

Amplificateurs fonctionnels (log et antilog), synthèse par segments

Convertisseurs (CNA et CAN)

Fonctions à seuil : comparateurs analogiques, bascules de Schmitt

Circuits bistables, monostables et astables

Boucles à verrouillage de phase : principe et équations de fonctionnement, organes constitutifs, plages d'acquisition et de poursuite, exemples d'utilisation

Circuits analogiques échantillonnés

#### II- **Travaux pratiques (14 h)**

Générateurs de signaux à temporisateur (fonctions de base et application au balayage déclenché d'un oscilloscope)

Multivibrateur à amplificateur opérationnel (modélisation au premier ordre)

Boucle à verrouillage de phase (caractérisation, stabilité)

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *électronique des fonctions* (65 %) et d'autre part d'un contrôle continu en *travaux pratiques* (35% de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec un changement des pourcentages de l'examen écrit d'*électronique des fonctions* (80 %) et report automatique de la note *travaux pratiques* pour 20%.

## 2M7EO4M : ÉLECTRONIQUE DES DISPOSITIFS

### OBJECTIFS

Face à une technologie en perpétuelle évolution, ce cours a pour but de décrire les principes de base invariants des circuits analogiques utilisés dans les systèmes électroniques.

On s'intéressera, tout d'abord, aux propriétés fondamentales des montages amplificateurs de base, établies à partir de modèles plus ou moins raffinés de composants actifs (transistors bipolaires, JFET, MOST) au sein de différents régimes de fonctionnement. On passera alors progressivement de l'étude de ces circuits de base pour aboutir à la description de circuits plus complexes tels qu'un amplificateur réalisé sous forme intégrée. Cette démarche permet une approche graduelle de l'utilisation des circuits intégrés pour une compréhension de leur fonctionnement interne, de leurs limites et de leurs imperfections. Enfin, quelques circuits spécifiques seront étudiés tels que filtres, oscillateurs ou régulateurs de tension.

Cette unité est complémentaire de l'unité 13 qui traite de l'électronique des fonctions.

### CONTENU

#### III- **Electronique des dispositifs (20 h C et 14 h TD)**

Modèles linéaires et non linéaires de composants  
Introduction à la fonction amplification (caractérisation, réponse en fréquence)  
Etages à plusieurs transistors  
Schémas adaptés à l'intégration : étude de schémas types d'amplificateurs intégrés  
Théorie de la contre-réaction : application à la réalisation de fonctions linéaires  
Synthèse de filtres actifs et passifs  
Oscillateurs  
Régulateurs de tension  
Etages de puissance (classes A, B, AB, C)

#### II- **Travaux pratiques (14 h)**

Amplificateur classe A à contre-réaction (série et parallèle).  
Synthèse de filtres  
Oscillateur sinusoïdal (oscillateur à pont de Wien)

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *électronique des dispositifs* (65 %) et d'autre part d'un contrôle continu en *travaux pratiques* (35% de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec un changement des pourcentages de l'examen écrit d'*électronique des dispositifs* (80 %) et report automatique de la note *travaux pratiques* pour 20%.

## 2M7EO5M : SIGNAUX ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

### **OBJECTIFS :**

La première partie de cette unité est consacrée à la présentation des outils de traitement du signal utilisés dans le contexte des communications. Pour les signaux déterministes, on rappelle ainsi la transformation de Fourier et on détaille les notions de densités spectrales d'énergie ou de puissance. Pour les signaux aléatoires, on présente en particulier la définition de ces signaux, leurs propriétés statistiques et leur filtrage.

Ces notions sont ensuite appliquées à l'étude des sources de bruit dans les systèmes physiques (bruit thermique, bruit de grenaille, paramètres de bruit des quadripôles ...). Enfin, on présente les principaux types de modulations analogiques (amplitude, phase, fréquence) et numériques (OOK, FSK, PSK, QPSK, MDP16).

### **CONTENU (20 h C, 14 h TD, 14 h TP) :**

#### **Enseignements théoriques (20 h C, 14 h TD)**

- *Classification des signaux et systèmes*
- *Signaux déterministes à temps continu :*
  - Rappels : transformations de Fourier et Laplace, filtrage
  - Propriétés spectrales
- *Signaux aléatoires :*
  - Rappels : probabilités, variables aléatoires
  - Propriétés statistiques des signaux aléatoires, stationnarité, ergodicité
  - Systèmes déterministes à entrées aléatoires, capacité de canal, filtrage optimal
- *Bruit dans les dispositifs électroniques :*
  - Origines physiques du bruit de fond, modèles des circuits passifs
  - Bruits des quadripôles actifs
  - Facteur de bruit
- *Transmission des signaux :*
  - Modulations/démodulations d'amplitude, BLU
  - Modulations/démodulations angulaires (phase, fréquence)
  - Modulations/démodulations numériques (OOK, FSK, PSK, QPSK, MDP16)
  - Théorème de Shannon, calcul de la capacité théorique d'un canal

#### **Travaux pratiques (14 h TP en 3 séances)**

- Filtrage à capacités commutées
- Bruit dans les circuits électroniques
- Démodulation FSK

*Contrôle des connaissances :* la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *télécommunications* (65 %) et d'autre part d'un contrôle continu en *travaux pratiques* (35% de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec un changement des pourcentages de l'examen écrit *télécommunications* (80 %) et report automatique de la note *travaux pratiques* pour 20%.

## 2M7EO6M : TRAITEMENT NUMÉRIQUE DU SIGNAL

### **OBJECTIFS :**

Dans cette unité, on introduit tout d'abord les notions de signaux et systèmes à temps discret, ainsi que la numérisation (échantillonnage et quantification) des signaux analogiques.

On présente ensuite les transformations associées aux signaux à temps discret (transformation de Fourier, transformation en  $z$ , transformation de Fourier discrète). Les méthodes de synthèse de filtres numériques (et à capacités commutées) sont ensuite décrites. Le dernier volet de l'unité concerne la mise en oeuvre de ces différents aspects du traitement numérique du signal sur des processeurs spécialisés (DSP).

### **CONTENU (20 h C, 14 h TD, 14 h TP) :**

Enseignements théoriques (20 h C, 14 h TD)

#### **- Numérisation :**

- Echantillonnage
- Quantification

#### **- Signaux déterministes à temps discret :**

- Représentation temporelle
- Transformations : de Fourier, de Fourier discrète, en  $z$
- Structures et conception des filtres numériques récursifs et non récursifs
- Filtres à capacités commutées

#### **- Processeurs de traitement numérique du signal (DSP) :**

- Principales distinctions entre les DSP et les microprocesseurs classiques.
- Critères de sélection de DSP. Principales applications.
- Présentation du processeur ADSP-21065L: architecture, modes d'adressage, assembleur.
- Mise en oeuvre des filtres RIF et RII sur ADSP-21065L.

### **Travaux pratiques (14 h TP en 3 séances)**

- Synthèse de filtres sous Matlab
- Introduction aux DSP (mise en oeuvre d'un écho numérique)
- Mise en oeuvre des filtres RIF sur DSP

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *traitement numérique du signal* (65 %) et d'autre part d'un contrôle continu en *travaux pratiques* (35% de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec un changement des pourcentages de l'examen écrit en *traitement numérique du signal* (80 %) et report automatique de la note *travaux pratiques* pour 20%.

## **2M8VEAM : LANGUE VIVANTE (ANGLAIS)**

### ***OBJECTIFS***

Développer les compétences indispensables aux étudiants en vue de leur intégration dans la vie professionnelle.  
Fournir les outils de communication permettant de s'exprimer dans le contexte international d'aujourd'hui et acquérir l'autonomie linguistique nécessaire à cette intégration.

### ***CONTENU : 24 HEURES***

Préparation à la prise de parole en public.

Recherche d'informations et compréhension de documents portant sur le domaine de spécialité.

Acquisition du vocabulaire propre à une conversation téléphonique, un entretien d'emploi, à la rédaction d'un courrier.

Effectuer une simulation de tâche professionnelle, de sa préparation à son aboutissement. Travail de groupes.

### ***EVALUATION***

Constitution d'un dossier répondant à une tâche déterminée en début de semestre, adoptant une démarche cohérente et contextualisant les compétences énoncées ci-dessus.

Présentation orale de la même tâche par le groupe.

Epreuve écrite individuelle.

### ***Contrôle des connaissances :***

Première session : la note obtenue est le résultat des notes obtenues au dossier et à l'examen écrit (40 %) et de la note obtenue à la présentation orale (60%).

Seconde session : examen consistant en une épreuve d'expression orale portant sur un document fourni par l'enseignant avant l'épreuve. La note globale est constituée pour 30 % par celle reportée de la première session et pour 70 % par celle obtenue lors de l'examen de septembre.

## 2M8EO1M : PHYSIQUE ET MODÈLES DES COMPOSANTS SEMICONDUCTEURS

### OBJECTIFS

Savoir faire le lien entre la structure des composants actifs et leurs caractéristiques électriques en vue de la CAO des circuits et fonctions.

**CONTENU : COURS ( 20 heures) et TRAVAUX DIRIGES (16 heures)**

### I : Etude des semiconducteurs

#### **Rappels de physique des semiconducteurs.**

- Semiconducteur intrinsèque et semiconducteur extrinsèque: notion de dopage.
- Formalisme de la statistique de Maxwell Boltzmann
- Equation de neutralité électrique.

#### **Principales caractéristiques des semiconducteurs.**

- Conductivité et résistivité
- Mobilité des porteurs libres
- Influence des fortes températures
- Taux de génération recombinaisons, durée de vie, courant de diffusion.

### II : La jonction PN

#### **Jonction PN non polarisée**

- Structure de bande, zone de charge d'espace, champ électrique à la jonction - influence des dopages.
- Jonction PN sous polarisation directe: caractéristique courant tension, influence des recombinaisons, charge stockée, relation avec la technologie, résistance série. Limitations en densités de courant et en température.

#### **Jonction sous polarisation inverse.**

- Calcul du champ électrique maximum – tension de claquage.

#### **Jonction PN en régime dynamique**

- Effets capacitifs, dynamique des charges, admittance

#### **Schéma équivalent, fréquence de coupure.**

### III : Le transistor bipolaire

- Structure, modèle d'Ebers et Moll.
- Régime statique :
  - Calcul du gain statique en fonction des niveaux de polarisation, influence des paramètres technologiques.
- Régime fréquentiel : Schéma équivalent émetteur commun, conductances et transconductances, gain dynamique, -Facteur de mérite.
- Approche HF et gain en puissance.
- Evolution vers d'autres semiconducteurs, le SiGe.

### III : Composants à effet de champ

#### **Le transistor à effet de champ sur GaAs**

- Structure, caractéristiques statiques et dynamiques influence des paramètres physiques sur les performances.

#### **Le transistor à effet de champ à grille isolée( MOST)**

- Structure MOS, tension de seuil.
- Caractéristiques statiques : Régimes ohmique et saturé.
- Caractéristiques dynamiques : effets capacitifs, schéma équivalent HF, facteur de mérite.
- Evolution des technologies MOS et problématiques.

### TRAVAUX PRATIQUES (12 heures)

#### **Caractérisation électrique et modélisation de composants à semi-conducteurs.**

- Caractérisations électriques de semi-conducteurs pour la microélectronique
- Caractérisations électriques et modèle physique d'une diode PN silicium
- Caractérisation d'un transistor bipolaire silicium en vue de la modélisation sous PSPICE
- Caractérisations électriques de structures NMOS.

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un contrôle continu (20%) et d'un examen final (60%) en *physique et modèles* et d'autre part d'un examen en *travaux pratiques* (20% de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec report automatique des notes de contrôle continu en *physique et modèles* et de *travaux pratiques*.

## **2M82EOM : SYSTÈMES NUMÉRIQUES POUR LES TÉLÉCOMMUNICATIONS**

### **OBJECTIFS**

Les systèmes de transmission de l'information mettent en œuvre des circuits numériques de plus en plus complexes, souvent commandés par un système numérique à base de microcontrôleurs dialoguant au travers de bus spécifiques. L'objectif de ce module est d'aborder l'étude, sous forme de système, d'un ensemble de transmission HF, piloté par un système numérique. Les aspects de transmission sous forme de liaisons multicanaux y seront aussi présentés. L'accent sera mis sur l'approche et l'étude expérimentale d'un système réel simplifié

### **CONTENU**

**12h cours :** présentation d'un système numérique à base de microcontrôleur pour des applications de contrôle et commande numérique d'un système de télécommunications (architecture du microcontrôleur, lignes d'entrées-sorties, bus de communication). Des exemples seront présentés notamment le contrôle numérique d'une PLL analogique qui sera ensuite réalisé en travaux pratiques.

**3 séances de 4h de TP :** mise en œuvre de l'environnement de développement des systèmes numériques, la mise en place d'un bus de communication, le montage et le test d'un circuit de synthèse de fréquence.

**6 séances de 4h de TP :** communications entre deux systèmes numériques

Le système devra faire communiquer deux systèmes numériques en utilisant une liaison RF multicanaux autour de 2 GHz. Un protocole de communication sera défini. Le système numérique émetteur devra gérer l'envoi de messages en spécifiant l'adresse du système destinataire, le contrôle du trafic sur le canal utilisé et effectuer, éventuellement un changement de fréquence d'émission. Un contrôle sur l'intégrité de la transmission sera aussi effectué. Au cours des séances seront abordées :

- la conception du système (analyse des documentations des circuits de communication) + simulation du système numérique avec protocole
- la conception d'un circuit imprimé (antenne patch ou autre +)
- l'assemblage de ce circuit imprimé avec l'interface numérique/carte RF et le microcontrôleur (fournis pré-câblés)
- la programmation et le test
- les mesures RF

Dans la mesure du possible, les binômes seront constitués en associant un étudiant ayant choisi l'orientation ES (*électronique des systèmes*) à un étudiant ayant choisi l'orientation ET (*électronique des télécommunications*).

*Contrôle des connaissances :* la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final théorique (50 %) et d'autre part d'un examen en *travaux pratiques* (50 % de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec report automatique de la note *travaux pratiques* si elle supérieure à 10/20.

## **2M8E03M : SYSTÈMES NUMERIQUES**

### **OBJECTIFS**

L'évolution très rapide, ces dernières années, de l'électronique numérique rend la tâche du concepteur de système de plus en plus complexe et variée. En effet, parallèlement aux circuits intégrés classiques : portes, registres, compteurs etc., sont apparus d'une part, des réseaux logiques programmables avec un nombre considérable de portes élémentaires, intégrant des fonctionnalités de type cœur processeurs génériques ou de processeurs spécialisé de traitement numérique du signal (DSP) de plus en plus performants et rapides intégrant aussi des circuits annexes évolués (mémoires reconfigurable, circuits temporisateurs, circuits périphériques, convertisseurs ...).

Le but de cette unité, est de donner au futur concepteur de système, donc à l'utilisateur de ces circuits numériques, toutes les connaissances nécessaires pour la mise en œuvre de ces circuits numériques.

A partir des notions de bases acquises dans l'unité d'informatique industrielle, on s'attachera dans un premier temps, à obtenir une vision globale du système numérique sur une application de type robot mobile autonome, à identifier et évaluer les ressources nécessaires à son fonctionnement, ensuite à définir sa structure complète.

Après l'étude détaillée du microcontrôleur qui gèrera le système, les interfaces standards d'entrées-sorties seront traités. Les concepts de bus de communication seront développés, tant sous leurs aspects logiques qu'électriques. Cette unité, tout en faisant appel à la connaissance des paramètres électriques des différentes familles technologiques étudiés dans l'unité 2M78E0M, pourra être avantageusement complétée par les enseignements sur les outils et langages de conception de l'unité 2M8E04M tandis que certaines applications seront vues dans l'unité 2M82E0M.

### **CONTENU**

#### **I- Systèmes numériques (16h cours, 16h TD)**

Présentation d'un système numérique de type robot avec ses capteurs et actionneurs

Stratégie de conception d'un système numérique (critère de choix du cœur du système : ASIC, FPGA, microcontrôleur, microprocesseur, DSP)

Présentation du circuit logique programmable. Définition, étude et implantation d'un cœur de microcontrôleur dans le FPGA. Etude des circuits d'entrée-sortie numériques, d'un circuit temporisateur, application à la détection d'un événement, à la mesure de durée, fonctionnement en interruption. Présentation et étude des bus communication : USB, CAN, I2C, LVDS ... Application : interfaçage d'un capteur de température intelligent. Etude de la commande des moteurs du robot par PWM. Commande d'un système d'émission-réception infra-rouge.

#### **II- Travaux Pratiques (16h)**

Introduction à la programmation du système numérique

Etude des entrées/sorties numériques, fonctionnement en interruption : capteurs de déplacement

Etude d'un bus de communication : dialogue avec le système hôte

Etude du circuit temporisateur, commande du moteur, mesure de vitesse

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *systèmes numériques* (50 %) et d'autre part d'un examen final en *travaux pratiques* (50 % de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec report automatique de la note *travaux pratiques* si elle supérieure à 10/20.

# 2M8EO4M : OUTILS ET LANGAGES DE CONCEPTION ÉVOLUÉS APPLIQUÉS AUX SYSTÈMES NUMÉRIQUES

## **OBJECTIFS**

L'évolution des composants lors de cette dernière décennie a permis aux systèmes numériques de s'implanter dans des domaines très variés allant des ordinateurs aux communications en passant par le multimédia, la robotique, le spatial, etc. Ces systèmes acceptent aujourd'hui une grosse partie numérique comme base de traitement de l'information. Face à leur complexité de conception, des outils et des nouvelles techniques sont incontournables.

La base de ce cours s'appuie sur la mise en œuvre de réseaux logiques programmables (Programmable Logic Devices : PLD) largement utilisés aujourd'hui, dont l'avantage majeur est de pouvoir programmer à la demande un nombre considérable de portes élémentaires.

Dans le cadre de ce cours, on présentera les différentes structures existantes des PLD, leurs avantages et leurs inconvénients. Les principes de programmations seront aussi exposés (fusibles, EPROMS, SRAM). Cette partie du cours traitera également de la mise en œuvre de ces composants à travers les outils proposés sur le marché.

Une partie sera consacrée à l'étude du langage VHDL devenu aujourd'hui un standard incontournable de la conception des systèmes.

Enfin la dernière partie du cours traitera de l'évolution des techniques de développement vers les « Systèmes On Chip » (SoC).

Ce cours vient en renforcement de l'unité 2M8EO3M à l'attention des futurs concepteurs de circuits numériques.

Il s'adresse aussi aux étudiants désireux d'acquérir des compétences dans la mise en œuvre de systèmes de télécommunication, dont le traitement des messages, l'interfaçage et le contrôle est effectué par des systèmes numériques.

## **CONTENU**

### **I- Outils et langage (16h cours, 16h TD)**

Les réseaux logiques programmables : les FPGA pour le contrôle d'une application de type robot autonome

Un langage de description des systèmes numériques : VHDL

Introduction aux System On Chip

### **II- Travaux pratiques (16h)**

Les travaux pratiques auront pour cible le contrôle et la gestion des tâches d'un robot. Grâce à celui-ci, plusieurs thèmes pourront être abordés :

- Réception d'un message de position du robot
- Mise en place de protocole de communication pour la gestion de priorité de commande du robot
- contrôle et mise en forme de capteurs (capteur de vitesse)
- Vision général : la gestion du robot par l'implémentation de SoC

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'une part d'un examen final en *outils et langage* (50 %) et d'autre part d'un examen final en *travaux pratiques* (50 % de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec report automatique de la note *travaux pratiques* si elle supérieure à 10/20.

## 2M8EO5M : OPTOÉLECTRONIQUE, CEM, MICROTECHNOLOGIES

### OBJECTIFS

Les enseignements de cette unité sont destinés à apporter des compléments sur la technologie associée à la microélectronique, sur les techniques de transmission de l'information par supports optiques et à analyser l'influence des perturbations électromagnétiques sur les fonctions électroniques.

I- L'enseignement sur la technologie des semi-conducteurs consiste à présenter toutes les étapes qui conduisent du semi-conducteur, le silicium, au composant à travers les aspects physiques, obtention d'un monocristal, l'oxydation, l'implantation, les aspects simulation du processus, les notions de caractérisation. Une application à la fabrication de microsystèmes est proposée.

II- De nos jours, de nombreux éléments ou fonctions optoélectroniques sont mis en œuvre dans des systèmes aux applications variées : métrologie, lecture ou stockage de données, communications,...

Après un rappel des notions fondamentales d'optique (réfraction, diffraction, interférence) et des principales propriétés des semi-conducteurs (bandes d'énergie, porteurs, dopage), l'accent est mis sur les interactions rayonnement-matière dans un solide. Les semi-conducteurs utilisés en optoélectronique sont alors présentés et la jonction PN, structure de base des éléments actifs, est ensuite étudiée. De même, les principaux effets physiques exploités dans les éléments passifs sont décrits et illustrés. Enfin, les principales propriétés des liaisons par fibre optique sont analysées.

III- La compatibilité électromagnétique traduit la capacité d'un système à fonctionner sans erreur dans un environnement électromagnétique donné. Elle étudie les méthodes et les techniques à mettre en œuvre pour que des dispositifs électroniques destinés à être connectés puissent fonctionner ensemble et que des systèmes qui ne sont pas destinés à être reliés puissent fonctionner correctement l'un à côté de l'autre.

### CONTENU

#### I- Technologie pour la microélectronique (10C, 2TD)

- Le silicium monocristallin
- Le polysilicium
- La microlithographie
- La diffusion thermique
- L'implantation ionique
- Caractérisation électrique
- Applications à la réalisation de microsystèmes

#### II- Optoélectronique (12C, 8TD, 6TP)

- Matériaux pour l'optoélectronique
- Les photorécepteurs (diodes PIN et APD)
- Les photoémetteurs (LED et diodes laser)
- La modulation optique
- L'amplification optique
- Les principaux éléments passifs (isolateur, coupleur, multiplexeur)
- Les liaisons par fibre optique (modes de propagation, atténuation, dispersion, bilan de liaison)

#### III- Compatibilité Electromagnétique (6C, 4TD)

- Couplage par rayonnement : champ proche et champ
- Couplage par conduction
- Câbles
- Décharges électrostatiques

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'un examen final portant à égalité d'une part sur une épreuve écrite finale en *technologie + CEM* et d'autre part sur une épreuve constituée d'un examen écrit final en *optoélectronique* (70 % de la note) et d'un contrôle continu de travaux pratique (30% de la note). Les modalités sont les mêmes en session 2 avec report automatique de la note TP.

## **2M86EOM : Initiation à la recherche et à la gestion de projet en électronique des systèmes**

### **OBJECTIFS**

Cette unité se décompose en trois parties essentiellement pratiques, mais s'appuyant sur des unités déjà suivies par les étudiants.

Tout d'abord, en liaison avec les unités 2M8EO1M et 2M8EO5M sont prévus des enseignements de conception assistée par ordinateur sur l'environnement SILVACO ( ATHENA / ATLAS), de simulation de processus technologiques de fabrication, de simulation électrique 1D et 2D et de simulation électrique des dispositifs (bibliothèques de modèles électriques de composants).

Un deuxième volet est constitué d'un stage pratique dans une salle blanche à l'Atelier Interuniversitaire de Micro – Electronique (AIME) pendant lequel les étudiants participent à la réalisation, au montage et à la caractérisation d'une diode à jonction PN. Ils peuvent ainsi relier les résultats théoriques établis dans les unités 2M8EO1M et 2M8EO5M aux données expérimentales fournies par la réalisation du composant à l'AIME. Les étudiants mettent ainsi en évidence toute l'aide que peut apporter la simulation tout en faisant une analyse critique de cette simulation et en relevant les limites.

Dans la dernière partie, plus personnelle, les étudiants sont confrontés à un Travail d'Etude et de Recherche (TER), qui se conclut par la rédaction d'un mémoire et une soutenance orale. Les étudiants répartis par binôme sont accueillis par un enseignant ou un chercheur d'un laboratoire. Ce travail pourra être basé soit sur une étude bibliographique de synthèse dans un domaine lié à l'électronique, soit sur l'analyse du fonctionnement d'un système complet faisant intervenir diverses fonctions de l'Electronique, soit sur la participation à des travaux de laboratoire, d'étudiants déjà en thèse, par exemple. Les commentaires, recueillis auprès des étudiants ayant déjà effectué ces TER, sont tout à fait positifs et montrent qu'un stage, même de courte durée, fait prendre conscience aux étudiants de l'univers des laboratoires et peut leur ouvrir des perspectives vers un master recherche en 5<sup>ème</sup> année et peut-être une poursuite en thèse.

### **CONTENU**

- I- CAO (Atelier interuniversitaire de microélectronique) 4h TD et 7h TP**
- II- Stage salle blanche (Atelier interuniversitaire de microélectronique) 15h TP**
- III- TER 2h C et 20h TP**

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat pour 40 % d'une note obtenue lors de la formation AIME (15 % contrôle continu et 25 % examen final) et pour 60 % d'une note attribuée suite à une soutenance orale du TER. Les pourcentages sont inchangés pour session 2 avec report automatique de la note AIME.

## **2M8EO7M : ANTENNES ET PROPAGATION**

### **OBJECTIFS**

L'objectif de cette unité est l'étude des dispositifs passifs présents dans les émetteurs et récepteurs des systèmes de télécommunication. On étudiera les antennes ainsi que les dispositifs réciproques ou non réciproques. Afin de caractériser le bilan d'une liaison, on complétera l'étude précédente par celle de la propagation des ondes électromagnétiques au voisinage du sol et dans l'atmosphère. Ce bilan est à la base de l'architecture et de la conception des systèmes de télécommunication. L'unité est ainsi complémentaire de l'unité 2M8EO8M et les deux servent de base à l'unité 2M89EOM pour les enseignements de CAO des systèmes et d'études de systèmes réels.

L'étude des antennes portera sur les propriétés fondamentales de tout type d'antenne, en particulier :

- diagramme de rayonnement et paramètres associés : angle d'ouverture à 3 dB, lobes secondaires etc.
- gain, directivité, polarisation
- température de bruit

On étudiera plus précisément les antennes suivantes :

- antennes résonnantes à éléments rayonnants linéaires (dipôles et antennes à dipôles)
- antennes résonnantes à éléments imprimés
- ouvertures rayonnantes (cornets) et antennes à réflecteurs (paraboles)
- réseaux d'antennes (alignement de sources équidistantes et gradient de phase)

Les circuits passifs étudiés sont :

- les circuits réciproques : guides, cavités résonnantes
- les circuits non réciproques à ferrite: isolateurs, circulateurs, déphaseurs.

L'étude de la propagation des ondes concernera :

- les effets de l'atmosphère : réfraction, atténuation
- les effets du sol : réflexion, diffraction

et leurs conséquences sur le champ reçu.

On montrera comment ces notions et grandeurs interviennent dans le rapport signal sur bruit qui caractérise la qualité d'une liaison, rapport faisant en outre intervenir des caractéristiques des circuits actifs comme la puissance de l'émetteur et le facteur de bruit du récepteur.

### **CONTENU**

#### **IV- Antennes, propagation et bilan de liaison (20 h C et 20 h TD)**

Cavités, résonateurs et dispositifs non réciproques  
Antennes et réseaux d'antennes  
Propagation atmosphère et sol  
Bilan de liaison

#### **II- Travaux pratiques (8 h)**

Mesure du gain et du diagramme de rayonnement d'une antenne  
Propagation

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'un contrôle continu écrit (25 % de la note), d'un examen écrit final (50 % de la note) et d'un contrôle continu en travaux pratique (25% de la note répartie en 10% pour le contrôle continu et 15% pour l'examen final). Pour la seconde session, l'examen écrit compte pour 80% et un examen de travaux pratiques compte pour 20% de la note. L'examen TP peut être remplacé par un report de la note de contrôle continu obtenue durant l'année si cette dernière est supérieure à 10/20.

## **2M8EO8M : DISPOSITIFS HAUTES FRÉQUENCES POUR TÉLÉCOMMUNICATIONS**

### ***OBJECTIFS***

Cette unité traite de l'électronique et de la microélectronique hyperfréquence que l'on doit mettre en œuvre dans tout dispositif de radiocommunications pour générer la porteuse hyperfréquence, la moduler, la transmettre et la démoduler au moyen des dispositifs passifs et actifs appropriés.

On abordera d'abord la manière dont on peut rendre compte des propriétés HF d'un dispositif quelconque au moyen de ses paramètres S de dispersion. On étudiera alors les milieux de transmission à base de lignes à bandes et les dispositifs passifs qu'ils permettent de réaliser (filtres, coupleurs, combineurs). On détaillera ensuite les architectures des fonctions élémentaires actives dont on a besoin dans tout système pour télécommunications hertziennes: oscillateur, modulateur et circuit de transposition de fréquence Enfin on décrira comment associer ces diverses fonctions passives et actives pour réaliser un émetteur-récepteur complet.

Cette unité est ainsi complémentaire des unités 2M82EOM et 2M8EO7M et les deux servent de base à l'unité 2M89EOM concernant les enseignements de CAO des systèmes de radiocommunications et les études de leurs propriétés en fonctionnement réel.

### ***CONTENU***

#### **DISPOSITIFS HAUTES FRÉQUENCES POUR TÉLÉCOMMUNICATIONS (18h C et 10h TD)**

- Paramètres S d'un dispositif HF et applications
- Lignes à bandes et circuits passifs planaires associés (coupleurs, diviseurs, combineurs)
- Oscillateurs HF
- Convertisseurs de fréquence et autres circuits actifs (commutateur, atténuateur, modulateur, détecteur de fréquence et de phase).
- Applications : architecture(s) d'un émetteur-récepteur radio, d'un radar à effet Döppler, etc....

#### **TRAVAUX PRATIQUES (20h TP, 5 séances de 4 heures)**

- Paramètres S
- Amplificateur
- Oscillateur
- Convertisseur de fréquence
- Modulateur

*Contrôle des connaissances* : la note obtenue à la première session est le résultat d'un examen écrit final (55 % de la note) et d'un contrôle en travaux pratique (20% en contrôle continu et 25 % en examen final). Pour la seconde session, l'examen écrit compte pour 60% et l'examen de travaux pratiques compte pour 40% de la note. L'examen TP peut être remplacé par un report de la note de contrôle continu obtenue durant l'année si cette dernière est supérieure à 10/20.

## **2M89EOM : Initiation à la recherche et à la gestion de projet en électronique des télécommunications, optoélectronique et CAO**

### **OBJECTIFS**

Après avoir étudié dans le courant de l'année les divers éléments constitutifs des systèmes de télécommunication actuels, cette unité doit permettre aux étudiants de faire une synthèse en considérant leur intégration au sein de systèmes de télécommunication complets. Cet enseignement s'articule en deux volets.

Le premier volet détaillera comment les règles de conception d'un système complet de communications (optique ou hertzien) s'appuient sur la modélisation de ses éléments constitutifs. Dans ce cadre sera conduite une formation à l'utilisation des moyens modernes assistés par ordinateur pour la conception de systèmes de transmissions.

Un second volet traitera très concrètement des systèmes de téléphonie mobile (GSM) et de télévision par satellite (TV Sat), des systèmes hertziens de radiolocalisation (GPS), des systèmes de transmission de données sans fil (Bluetooth, WiFi), du système CPL (Courant Porteur en Ligne) et de divers systèmes radar qui, sans appartenir à la classe des télécommunications, exploitent la même technologie.

La présentation des enseignements sous forme de Bureau d'Etude, de simulations sur ordinateur, de Travaux d'Etude et de Recherche et de conférences industrielles invitées, en plus des formes classiques de cours, travaux dirigés et travaux pratiques, favorisera l'autonomie et le travail de groupe des étudiants. De plus l'évaluation sous forme d'exposés et de rapports, entre autres, complètera ce dispositif.

Enfin cette unité intègre l'utilisation de documents en anglais afin de signifier aux étudiants qu'un excellent niveau en anglais est requis pour l'ensemble des carrières de cette filière.

### **CONTENU**

#### **Systèmes de Télécommunications (8h C, 20h TD, 20h TP)**

##### **CAO (2h TD, 15h TP)**

Modélisation et simulation des divers éléments d'un système de transmission en vue de déterminer ses performances.

##### **Systèmes (8h C, 18h TD, 5h TP)**

Projets sur la conception et l'utilisation optimale de systèmes GSM, GPS, TV Sat, Radar, Bluetooth-WiFi et CPL basés sur la synthèse de documents, la rédaction d'un rapport et une présentation orale.

Bureaux d'études sur les bilans de liaison et les différents types de multiplexages : temporel, fréquentiel et par codage.

Conférences industrielles invitées.

*Contrôle des connaissances :*

#### **Première session**

CAO: 30% (comptes rendus notés); projet système : 35% (rapport 50%+oral 50%); bureau d'études : 35% (écrit)

#### **Seconde session**

CAO : 30% (report des notes) ; projet système : 35% (report des notes) ; bureau d'études : 35% (écrit)

## **GENERALITES SUR LE CONTROLE DES CONNAISSANCES**

Les modalités générales sont celles en vigueur dans l'université concernant notamment les règles de compensation.

La note obtenue à chaque unité pour la première session est le résultat d'un examen écrit final (en général 50 à 75 % de la note) et d'un contrôle continu et d'un examen final en travaux pratique (en général 50 à 25% de la note). Pour la seconde session, l'examen écrit compte pour 60 à 80% et un examen de travaux pratiques compte pour 20% à 30% de la note. L'examen TP, lorsqu'il est organisé en session 2, peut être remplacé par un report de la note de contrôle continu obtenue durant l'année si cette dernière est supérieure à 10/20. Sinon le report de note TP est automatique.

Les langues sont jugées sur la base d'un examen oral (60% de la note) et d'un examen écrit (40%) qui seront pris en compte avec les notes du second semestre pour l'attribution des ECTS correspondants en fin d'année.

Les modalités spécifiques à chaque unité sont précisées sur la page où elle est décrite, sous réserve de modifications ultérieures qui seront portées à la connaissance des étudiants.