

## Licence mention Sciences pour l'ingénieur

### Parcours Electronique, Signal, Télécommunications, Réseaux

#### Objectifs

L'objectif du parcours Électronique, Signal, Télécommunications, Réseaux (ESTR) est de dispenser une formation scientifique et technique générale dans les domaines de l'électronique, du Signal, des télécommunications et des Réseaux associée à l'acquisition de compétences transversales (maîtrise d'une langue étrangère, des outils de communication et informatiques). La première année d'intégration de la Licence SPI est commune. La seconde année constitue le renforcement et permet une orientation progressive. La troisième année est une année de spécialisation où le parcours ESTR propose trois options :

- option Électronique et Télécoms (ET)
- option Signal et Télécoms (ST)
- option Réseaux et Télécoms (RT)

Ce parcours a pour vocation principale la poursuite d'étude dans l'un des trois Master du département d'Électronique :

- Master « Électronique RadioFréquence et Télécommunication (ET) »
- Master « Signal et Télécommunications (ST) »
- Master « Cybersécurité, Télécoms, Réseaux (CTR) »



#### Compétences acquises

Les enseignements du parcours Électronique, Signal, Télécommunications, Réseaux visent en fonction des options à :

- Comprendre et concevoir les principaux circuits électroniques analogiques et numériques.
- Maîtriser les principes de codage et de traitement de l'information et de fonctionnement des systèmes de télécommunication.
- Maîtriser les outils de base pour la théorie du signal utilisés dans les télécommunications.
- Utiliser les techniques de synthèse et d'analyse dans les domaines de l'électronique, l'électrotechnique et l'automatique.
- Comprendre et manipuler les concepts de l'automatique, de l'électrotechnique de puissance et des systèmes asservis.
- Calculer et dimensionner des systèmes analogiques complets.
- Comprendre les réseaux de Télécommunications, de la gestion de l'architecture jusqu'à la mise en place des services applicatifs.
- Maîtriser la programmation des équipements réseaux (routeur, commutateur, serveurs, stations)
- Analyser le trafic réseaux et identifier les protocoles
- Développer des compétences linguistiques : compréhension et production à l'écrit et à l'oral et capacité à échanger dans une langue étrangère vivante (anglais).
- Développer des compétences transversales telles que l'aptitude à l'analyse et à la synthèse, à l'expression écrite et orale, au travail individuel et collectif, à la conduite de projets, à l'utilisation des ressources documentaires et des outils numériques.

#### Poursuites d'études

A l'issue de la L2 : intégration possible en Licence Professionnelle pour les études courtes (1 an) ou intégration en écoles d'ingénieurs par concours et/ou sur dossier.

A l'issue de la L3 : accès en master ou en école d'ingénieur dans le domaine de l'électronique et des Télécoms.

Poursuite principale en :

- Master « Électronique RadioFréquence et Télécommunication (ET) »

- Master « Signal et Télécommunications (ST) »
- Master « Cybersécurité, Télécoms, Réseaux (CTR) »

#### Insertion professionnelle

Dans la majorité des cas, les étudiants poursuivent en Master. Cependant le diplômé pourra exercer les emplois suivants :

- Technicien supérieur dans les secteurs d'activités des télécommunications et de l'électronique.
- Technicien électronique.

#### Infos pratiques

**Faculté des Sciences et Techniques à Brest**

Ouvert en stage

#### Contacts

##### Responsable pédagogique

Alexis Chevalier

##### Responsable Secrétariat pédagogique

Secrétariat du Département Electronique

secretariat-electronique@univ-brest.fr

Tel. 02 98 01 79 92

## Programme

### Licence 2ème année

#### Semestre 3

<b>Mathématiques</b>	55h
<b>Microcontrôleur et langage C</b>	55h
<b>Electronique analogique</b>	55h
<b>Electrostatique, magnétostatique et introduction à l'électromagnétisme</b>	55h
<b>Bloc transversal S3</b>	
- Anglais	16h
- Culture scientifique	16h
- Compétences numériques	

#### Semestre 4

<b>Outils Mathématiques pour l'Ingénieur 2</b>	55h
<b>Initiation aux Sciences de l'Ingénieur</b>	55h
<b>Intiation aux réseaux</b>	55h
<b>FPGA et VHDL</b>	55h
<b>Bloc transversal S4</b>	
- Anglais	16h
- Option transversale S4	11h
- Culture scientifique	16h
- Sea-EU / Sport, culture, engagement étudiant	
- Expérience professionnelle	6h

### Licence 3ème année

#### Semestre 5

**Programmation orientée objet** 55h

**Signaux déterministes et Circuits** 55h

#### Bloc Transversal S5 ESTR

- Anglais S5	16h
- Communication S5	12h
- Ouverture Master ESTR	20h

#### Options S5 (2 au choix)

- Propagation libre des ondes électromagnétiques (ET & ST)	55h
- Amplification et notions sur les émetteurs/récepteurs (ET)	55h
- Routage IP (RT)	55h
- Programmation DSP et Shell (ST & RT)	55h

#### Semestre 6

**Théorie des lignes de transmission et optoélectronique** 55h

**Outils pour le traitement statistique du signal et applications** 55h

#### Bloc transversal S6 ESTR

- option bloc trans S6	
- Propriétés de la matière (ET)	20h
- Signaux à temps discret (ST & RT)	20h
- Anglais S6	16h
- Communication S6	12h

#### Options S6 (2 au choix)

- Technologies réseaux avancées (RT)	55h
- Services réseaux (RT)	55h
- Dispositifs passifs et systèmes analogiques (ET)	55h
- Systèmes Asservis et Puissance (ET & ST)	55h
- Télécoms du futur : de l'internet des objets aux communications quantiques (ST)	55h

Dernière mise à jour le 02 mars 2022

# Mathématiques

## 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 27h

Travaux Dirigés : 28h

## Compétences visées

Maîtriser les outils mathématiques nécessaire à la formation SPI (intégrale multiple et curviligne, analyse vectorielle et opérateurs, diagonalisation des matrices et application à la résolution des systèmes différentiels).

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	33%	Note finale= $\max(\text{CC} \cdot 1/3 + \text{CT} \cdot 2/3)$
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	67%	Note finale= $\max(\text{CC} \cdot 1/3 + \text{CT} \cdot 2/3)$

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	1	

# Microcontrôleur et langage C

## Objectifs

Se familiariser au fonctionnement et à l'utilisation de microprocesseurs/microcontrôleurs.

Renforcer sa maîtrise de la programmation.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 7h

Travaux Pratiques : 30h

## Pré-requis nécessaires

- > Algorithmie et langage de programmation (langage C).
- > Système de numération, circuits combinatoires.
- > Notion d'électricité.

## Compétences visées

- > Comprendre l'architecture d'un microcontrôleur.
- > Maîtriser la programmation en langage C pour le développement d'application sur microcontrôleur.
- > Savoir programmer, tester, déboguer une application.
- > Comprendre le fonctionnement de périphériques standards (port d'entrée-sortie, temporisateur, convertisseur analogique numérique et convertisseur numérique analogique, interface de communication série, ...).
- > Savoir interfacer un périphérique, gérer des entrées-sorties.
- > Maîtriser la gestion des traitements d'exception.

## Descriptif

L'architecture des systèmes à processeur (Von Neumann, Harvard), les entrées-sorties à usage général, les interruptions, les temporisateurs, le convertisseur analogique numérique. La programmation est réalisée en langage C. De nombreux cas d'applications sont étudiés autour d'une carte cible MSP430.

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques		33%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	67%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	100%	

# Electronique analogique

## Objectifs

Études théoriques en statique et dynamique des montages, études par la pratique sous forme de TP

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 13h

Travaux Dirigés : 14h

Travaux Pratiques : 28h

## Pré-requis nécessaires

- > initiation à l'électronique (L1 ISI)
- > Électronique analogique (L1 ISI)

## Compétences visées

Appréhender les montages simples à base de transistors bipolaires et à effet de champ. Etude de la réponse fréquentiel par la représentation de Bode. Mise en travaux pratiques.

## Descriptif

Étude statique et dynamique de montages à base de transistors bipolaires et à effet de champ. Étude de la réponse fréquentiel par la représentation de Bode. Amplificateur opérationnel. Mise en travaux pratiques.

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques	90	33%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	67%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

# Electrostatique, magnétostatique et introduction à l'électromagnétisme

## Présentation

Mise en évidence des relations champs/sources et du couplage champ électrique/champ magnétique.

L'origine physique du phénomène d'induction et d'auto induction. Le champ électromoteur. Les interactions magnétiques entre circuits. Établissement du caractère propagatif d'un champ électromagnétique dans le vide.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 24h

Travaux Dirigés : 23h

Travaux Pratiques : 8h

## Pré-requis nécessaires

En mathématiques: L'analyse vectorielle, le calcul différentiel, le calcul intégral.

- > Être capable de résoudre une intégrale simple, double et triple de fonctions de plusieurs variables.
- > Être capable de maîtriser les opérations élémentaires sur les vecteurs.
- > Maîtriser le calcul en coordonnées cartésiennes, cylindriques et sphériques.

## Compétences visées

### Partie Electrostatique :

Savoir définir la notion de charge électrique. Énoncer la loi de Coulomb et l'utiliser dans le cas de charges ponctuelles. Connaître le principe de superposition.

Utiliser la loi de Coulomb pour calculer un champ créé par un ensemble (une distribution) de charges ponctuelles en utilisant les coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.

Savoir trouver par des considérations de symétrie sur la distribution de charges, les symétries du champ électrique.

Connaître le lien entre la force électrique et le champ électrique.

Savoir dessiner et orienter des lignes de champ électrique pour un champ électrique donné.

Connaître l'élément différentiel de longueur, de surface ou de volume en coordonnées cartésiennes, polaires, cylindriques ou sphériques.

Savoir calculer la circulation du champ électrique entre deux points quand le champ est connu en tout point en utilisant les coordonnées adaptées au chemin.

Connaître l'expression du gradient en coordonnées cartésiennes, polaires et cylindriques.

Connaître le lien entre le champ électrique et le potentiel électrostatique. Savoir calculer une circulation du champ électrique quand le potentiel est connu. Savoir retrouver le champ électrique quand le potentiel est connu.

Savoir définir une surface équipotentielle. Savoir retrouver le potentiel quand le champ électrique est connu, par intégration.

Connaître l'expression de l'énergie potentielle électrostatique.

Connaître la définition du moment dipolaire, le champ généré par un dipôle électrostatique à grande distance, le potentiel du dipôle électrostatique, la force subie par le dipôle placé dans un champ électrique.

Savoir calculer la charge totale d'une distribution de charge linéique, surfacique ou volumique, particulièrement dans le cas d'une distribution homogène.

Connaître l'expression générale du champ électrique et du potentiel dans le cas d'une distribution de charges linéique, surfacique et volumique.

Savoir trouver par des considérations de symétrie sur la distribution de charges, les symétries du champ électrique.

Exemples fondamentaux : Fil fini uniformément chargé

Savoir calculer le flux d'un champ dans le cas d'une intégrale séparable. Savoir calculer le flux d'un champ radial et isotrope à travers une surface sphérique.

Savoir énoncer le théorème de Gauss. Savoir utiliser le théorème de Gauss dans le cas du fil infini uniformément chargé, du plan infini uniformément chargé, de la sphère uniformément chargée, de l'épaisseur uniformément chargée, du cylindre uniformément chargé, de la boule uniformément chargée.

Propriétés fondamentales des conducteurs électriques (potentiel donné et champ nul).

Théorème de Coulomb : champ à la surface d'un métal. Définition de la capacité. Exemple fondamental : sphère conductrice.

Définition de la capacité d'un condensateur comme lien entre tension et charge.

Exemples fondamentaux: capacité d'un condensateur plan, d'un condensateur cylindrique et sphérique en négligeant les effets de bord.

## **Partie Magnétostatique**

Énoncer la loi de Biot et Savart et l'utiliser pour calculer un champ créé par une distribution de courant en utilisant les coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques.

Savoir dessiner et orienter des lignes de champ magnétique pour un champ magnétique donné.

Savoir définir la force de Laplace et la calculer pour différents systèmes.

Connaître l'expression générale du champ magnétique dans le cas d'une distribution de courant filiforme.

Savoir trouver par des considérations de symétrie sur la distribution de courants, les symétries du champ magnétique.

Exemples fondamentaux : Fil fini, spire circulaire plane, bobine de Helmholtz

Pouvoir identifier rapidement les chemins d'intérêts pour calculer la circulation.

Savoir calculer la circulation du champ magnétique entre deux points quand le champ est connu en tout point en utilisant les coordonnées adaptées au chemin.

Savoir exprimer le lien entre l'intensité et le vecteur densité de courant.

Savoir calculer l'intensité résultante d'une distribution de courant, surfacique ou volumique, particulièrement dans le cas d'une distribution homogène.

Savoir énoncer le théorème d'Ampère

Savoir utiliser le théorème d'Ampère dans le cas de la distribution cylindrique de courants parallèles, d'un ensemble de spire circulaire plane, du solénoïde.

## **Partie Introduction à l'électromagnétisme**

Savoir définir les hypothèses du modèle de Drude.

Savoir relier le vecteur densité de courant et le champ électrique.

Connaître la définition de la conductivité d'un métal, et savoir calculer la conductivité d'un métal en fonction de ces paramètres géométriques.

Savoir définir et calculer la résistance d'un conducteur

Savoir énoncer la force de Lorentz

Connaître la loi de Lenz- Faraday et savoir l'appliquer dans des cas simple (cas du solénoïde). Savoir définir la notion d'inductances propres. Savoir déterminer des coefficients d'inductance propre et mutuelle dans des cas simples.

Connaître le principe de l'induction et de l'auto induction.

Savoir déterminer le sens du courant induit.

## **Descriptif**

---

### **Électrostatique :**

Notions générales et phénomènes électrostatiques, forces et champs électrostatiques, relation entre le champ électrique et les charges au repos, propriétés de symétries.

Lois fondamentales : Flux du champ électrostatique, lignes de champ, angle solide, théorème de Gauss, Circulation du champ, potentiel électrostatique.

Conducteurs en équilibre : Conducteurs isolés, conducteurs en équilibre, notions de capacités, condensateurs.

Dipôle électrique et énergie électrostatique.

## Magnétostatique

Relation entre le champ magnétique et les charges en déplacement (courants), Champs magnétiques, Expression intégrale de la loi de Biot et Savart.

Lois fondamentales : Flux du champ magnétique, circulation du champ magnétique, Théorème d'Ampère.

## Introduction à l'électromagnétisme

Mouvement de charge dans un conducteur : Loi d'Ohm local, résistance électrique d'un conducteur, Effet Hall, Force de Laplace

Notion d'induction : lois, auto induction.

Quelques notions fondamentales de l'électromagnétisme

## Bibliographie

---

- > Électromagnétisme - JP Pérez, R. Carles, R. Flekinger, Ed. Masson.
- > Physique sup. MPSI et PTSI – P. GRECIAS ; J-P MIGEON
- > HPrépa Electromagnetisme 1ère année Ed Hachette
- > Methodix Physique 1 Ed Ellipse

## Modalités de contrôle des connaissances

---

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	33%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	67%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	20	100%	



## Bloc transversal S3

**6 crédits ECTS**

# Anglais

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

## Modalités de contrôle des connaissances

---

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		100/100	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100/100	

## Culture scientifique

### 2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 6h

Travaux Dirigés : 10h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		50/100	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	180	50/100	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100/100	

## Compétences numériques

2 crédits ECTS

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	Autre modalité	Pratique - examen en ligne		1	Validation conditionnée par passage de la certification PIX.

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	Autre modalité	Pratique - examen en ligne			Idem 1ère session.

# Outils Mathématiques pour l'Ingénieur 2

## Présentation

Maîtriser les outils mathématiques nécessaire à la formation SPI et savoir les appliquer dans des cas simples propre à la formation.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 15h

Travaux Pratiques : 24h

## Pré-requis nécessaires

Les bases mathématiques de L1 : Décomposition en éléments simples, Équations différentielles, complexes, Systèmes de coordonnées (cartésien, cylindriques, sphériques), Fonctions de plusieurs variables, logique et raisonnement, Intégrale multiple et curviligne, Analyse vectorielle et opérateurs, Système matricielle

## Compétences visées

- > Connaître et savoir utiliser des séries de Fourier.
- > Savoir appliquer le théorème de Dirichlet.
- > Connaître et savoir appliquer dans différents cas les différents théorèmes fondamentaux des probabilités.
- > Savoir appliquer un certains nombres de notions mathématiques sous forme numérique.
- > Connaître les principes de base de la programmation sous MATLAB.
- > Savoir utiliser et/ou développer un programme complet pour illustrer les fonctions mathématiques en signal, image et mécatronique.

## Descriptif

Série de Fourier - Théorème de Dirichlet, Notation complexe.

Probabilités pour l'ingénieur

- > Théorèmes fondamentaux des probabilités
- > Probabilités conditionnelles et indépendance : formule de Bayes, théorème des hypothèses
- > Variables aléatoires discrètes et continues
- > Fonction de répartition et densité de probabilité
- > Caractéristiques numériques des variables aléatoires : moyenne, variance et autres moments d'ordre 2
- > Illustrations en signal, image et mécatronique (TP)

Série de TP :

- > Initiation au logiciel Matlab
- > Programmation de notions de base en mathématiques
- > Programmation de fonctions mathématiques pour illustrer des notions de la formation

## Bibliographie

- > Méthodes mathématiques pour l'ingénieur (presses polytechniques et universitaires romandes)
- > Mathématiques (IUT) (Thuillier et Belloc chez Masson)

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	90	30%	
UE	CC	Ecrit - rapport		10%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	60%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100%	

# Initiation aux Sciences de l'Ingénieur

## Présentation

Initiation aux sciences de l'ingénieur par l'approche "pratique". Développer et approfondir ses connaissances à l'aide de TP sous différentes formes dans le domaine de la mécanique, de l'électronique et du traitement des signaux et des images.

**6 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Pratiques : 55h

## Pré-requis nécessaires

- > Notion d'électronique analogique et Numérique (L1)
- > Outils Mathématiques pour l'Ingénieur (L1 - L2)

## Compétences visées

- > Développer le lien entre expérimentation et théorie sur un sujet au cœur de la formation.
- > Être capable d'utiliser des pré requis et des nouvelles notions théoriques pour la bonne réalisation d'un TP.
- > Prendre du recul sur l'ensemble de ses connaissances pour les combiner au travers d'un TP multidisciplinaire.
- > Développer ses notions de base et sa culture scientifique autour des domaines de la mécanique, des télécommunications, du signal, des images et de l'électronique.
- > Apprendre à collaborer, travailler en équipe et prendre confiance en soi.

## Descriptif

Travaux Pratiques guidés et évolutifs autour des domaines des Télécommunications : introduction à la conception de dispositifs pour les Télécommunications, élaboration et conception de différents capteurs basiques (capteur de lumière, de présence...), application de codage à une chaîne de transmission (code morse, code de Hamming, ...), mise en œuvre d'une chaîne de transmission analogique et numérique, introduction à la détection d'objets sur une image et à l'amélioration d'une photographie et introduction aux techniques de traitement du signal.

Travaux Pratiques guidés et évolutifs autour des domaines de la mécanique : application du triptyque PMP (Produit/Matériau/Procédé) sur un système mécanique. La partie "Produit" concernera l'étude cinématique (modélisation 3D, nomenclature, schéma cinématique...), la partie "Matériau" portera sur une pièce extraite du mécanisme et aura pour but de légitimer un choix matériau, la partie "Procédé" se concentrera sur les différents procédés d'obtention des pièces du mécanisme.

## Bibliographie

311 circuits Solutions créatives pour tous les domaines de l'électronique

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Autre nature		100%	Le contenu et l'évaluation de l'UE sont différentes selon le parcours choisi. - Parcours GM : L'évaluation est en contrôle continu sous forme de soutenances effectuées à chaque partie importante (3 soutenances). - Parcours ESTR : L'évaluation est en contrôle continu régulier sous forme de contrôles de travaux pratiques.

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	Report de notes	Ecrit et/ou Oral			

# Initiation aux réseaux

## Objectifs

Initiation aux réseaux informatiques : réseaux locaux et Internet (principes et applications)

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 27h

Travaux Pratiques : 28h

## Pré-requis nécessaires

Aucun

## Compétences visées

Maîtriser les principes généraux de fonctionnement des réseaux locaux TCP/IP et savoir les mettre en œuvre : déployer des réseaux de faibles envergures, isoler et dépanner les problèmes réseaux, utiliser des outils d'accès à l'information et d'analyse réseau.

## Descriptif

Enseignements théoriques :

- Notions générales (modèle OSI, modèle TCP/IP)
- Couche Physique (codage de l'information, débit de transmission, capacité d'un support, multiplexage...)
- Couche Liaison de données (adressage MAC, Ethernet, fonctionnement d'un commutateur)
- Couche Réseau (adressage IP, déploiement réseau, table de routage...)

Enseignements pratiques :

1. Architecture matérielle des équipements réseaux :

- Etude de la connectique (type de câblage, type de port de communication...)
- Etude des composants d'un ordinateur (carte mère, carte Ethernet...)
- Etude des commutateurs Cisco
- Mise en place de réseaux locaux :
- Configuration IP d'un ordinateur (adresse IP, masque réseau, passerelle...)
- Utilitaires d'analyse réseau (ping, tracert, wireshark...)

2. Notions de base sur l'environnement logiciel standard utilisé pour le Web:

- Envoie de courriel (prise en main d'un utilitaire mail)
- Transfert de fichier (utilisation de FTP et SFTP)
- Connexion à distance (utilisation de Telnet et SSH)
- Consultation de pages Web (configuration du navigateur web, utilisation de plugins et d'applets...)

## Bibliographie

Andrew Tanenbaum , Réseaux

Guy Pujolle , Les réseaux

Laurent Toutain , Réseaux locaux et Internet: Des protocoles à l'interconnexion

## Modalités de contrôle des connaissances

---

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	2/3	
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		1/3	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120		



## FPGA et VHDL

### Objectifs

Se familiariser au fonctionnement et à l'utilisation de circuits numériques programmables (CPLD, FPGA). Maîtriser un langage de description matérielle (VHDL).

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 17h

Travaux Pratiques : 26h

### Pré-requis nécessaires

Électronique numérique : système de numération, algèbre de Boole, circuits combinatoires et séquentiels, machines à états finis.

### Compétences visées

- > Savoir décrire une fonction numérique en langage de description matérielle (VHDL), la simuler et de la déboguer.
- > Être capable de synthétiser des circuits numériques complexes à différents niveaux d'abstraction, d'implémenter une fonction numérique sur circuit numérique programmable (CPLD, FPGA), de la tester.
- > Comprendre les aspects technologiques des CPLD et des FPGA.

### Descriptif

Aspects technologiques des circuits numériques programmables (CPLD et FPGA). Rappels sur l'algèbre de Boole et les circuits combinatoires. Introduction au langage de description matérielle VHDL. Description VHDL de circuits combinatoires. Rappels sur les circuits séquentiels. Description VHDL de circuits séquentiels. Machines à états finis. De nombreux cas d'applications sont étudiés autour d'une carte cible DE10.

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques		33%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	67%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	100%	

## Bloc transversal S4

**6 crédits ECTS**

# Anglais

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	80/100	
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		20/100	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100/100	

## Option transversale S4

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 11h

## Culture scientifique

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Oral	15	100%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	15	100%	

## Sea-EU / Sport, culture, engagement étudiant

**2 crédits ECTS**

## Expérience professionnelle

### Présentation

Expérience professionnelle de 2 semaines minimum, validée par un rapport et une soutenance.  
 Cette expérience professionnelle est précédée ou suivie d'un enseignement en travaux dirigés sur la recherche et candidature de stages, et la réflexion sur l'orientation professionnelle.

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 6h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	CT	Ecrit - rapport		1/2	Si possible carnet de stage renseigné dans e-portfolio.
Travaux Dirigés	CT	Oral - soutenance	15	1/2	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	Report de notes	Rapport écrit et soutenance orale			

# Programmation orientée objet

## Objectifs

Assimiler l'approche objet afin de pouvoir suivre la généralisation des langages objet ou langages évoluant vers l'objet dans leurs versions les plus récentes (Java, Android, C++, Python, PHP, VB, VBA, Arduino ...)

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Pratiques : 37h

## Pré-requis nécessaires

Notions d'algorithmique

## Compétences visées

Être en mesure de concevoir l'architecture d'applications complexes grâce à l'approche UML par la pratique :

- > des diagrammes de classe illustrant les "design patterns" usuelles (Singleton, Modèle-Vue-Contrôleur ...)
- > des diagrammes d'états pour l'implémentation de la "design pattern machine d'états"
- > des diagrammes de séquences pour la création d'applications réparties

## Descriptif

Introduction à la Programmation Orientée Objet :

- Appréhender la déclaration, la définition et l'utilisation de fonctions
- Notions d'objet de classe (état, méthodes), encapsulation, constructeurs, accesseurs.
- Variables d'instance vs static, mot clef this

Mise en pratique dans Eclipse

Les containers de données (tableaux, listes, maps ...)

Réalisation d'une IHM avec Swing :

- Utilisation de composants Swing basiques
- Mise en application de Pattern modèle-vue-contrôleur

Retro-engineering d'une application d'enchères en réseau (machine d'états,sockets et multi-threading)

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques		17%	
UE	Contrôle ponctuel	Ecrit - devoir surveillé	60	17%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	66%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	100%	



# Signaux déterministes et Circuits

## Objectifs

- > Maîtriser les bases de la théorie du signal déterministe à temps continu.
- > Appliquer ces outils à l'analyse de circuits électriques passifs.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 0h

Travaux Dirigés : 47h

Travaux Pratiques : 8h

## Pré-requis nécessaires

Outils mathématiques (intégration, dérivation, équations différentielles, fractions rationnelles, analyse vectorielle et opérateurs, matrices, nombres complexes, ...). Théorie des circuits.

## Compétences visées

- > Acquérir et maîtriser les bases de la théorie du signal déterministe.
- > Savoir analyser des signaux à temps continu.
- > Savoir donner une expression mathématique de signaux simples et déterminer leur transformée de Fourier.
- > Savoir interpréter les effets fréquentiels de transformations temporelles (décalage, changement d'échelle, modulation, convolution, corrélation, échantillonnage, ...).
- > Connaître les effets de l'échantillonnage et savoir utiliser la transformée de Fourier discrète pour l'analyse fréquentielle de signaux.
- > Savoir analyser des systèmes linéaires et invariants en utilisant la transformée de Laplace.
- > Savoir calculer la réponse de systèmes linéaires à des signaux simples.
- > Savoir déterminer le régime permanent et le régime transitoire.
- > Être capable d'appliquer ces outils à l'analyse de circuits électriques passifs, de mettre en équations des circuits (fonctions de transfert, représentation d'état) et de tenir compte de conditions initiales.

## Bibliographie

Frédéric de Coulon, Traité d'Electricité : théorie et traitement des signaux, vol. VI Presses polytechniques et universitaires romandes.

Y. Thomas, Signaux et systèmes linéaires, Masson.

Francis Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données, Dunod

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé		100%	CC = 3 écrits de 45mn à 1h

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90		

## Bloc Transversal S5 ESTR

**6 crédits ECTS**

## Anglais S5

### 2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	CC	Ecrit et/ou Oral		30/100	
Travaux Dirigés	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	70/100	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100/100	

## Communication S5

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		100/100	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100/100	

## Ouverture Master ESTR

### Objectifs

Se préparer au Master en ayant une bonne connaissance des disciplines proposées localement et en apprenant à travailler en autonomie. L'étudiant devra également être capable d'utiliser avec aisance les outils mathématiques et physiques nécessaires à l'étude des ondes électromagnétiques.

#### 2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h

Travaux Pratiques : 10h

### Pré-requis nécessaires

Programmation en Matlab. Connaître les dérivées et primitives des fonctions usuelles.

### Compétences visées

Appréhender des notions simples de traitement de l'image et du signal à travers le développement d'une application concrète telle que le traitement d'images bio-médicales. Maîtriser les opérateurs mathématiques usuels.

Maîtriser la pratique des outils mathématiques et physiques pour l'étude des ondes.

Connaître les Masters de la discipline.

Être capable de travailler en autonomie pour mieux appréhender le Master.

### Descriptif

Présentation d'une application concrète mettant en œuvre du traitement de l'image et du signal.

L'étudiant doit programmer et évaluer une solution au problème présenté.

Cette application peut varier d'une année à l'autre. Exemple: détection automatique et comptage de structures sur des images biomédicales.

L'application sert de point de départ pour illustrer le domaine, permettre à l'étudiant d'appréhender le travail en autonomie et lui donner un premier aperçu de la recherche.

Bilan et renforcement, avant le niveau Master, concernant la pratique des outils mathématiques et physiques pour l'étude des ondes.

UE particulièrement nécessaire aux étudiants issus d'IUT et BTS intégrant la Licence CMI en 3ème année. Ces étudiants ont besoin d'une remise à niveau en Electromagnétisme et en Optique pour intégrer le cursus et aborder avec plus d'aisance la problématique de la propagation des ondes.

- Analyse vectorielle : systèmes de coordonnées, produits de vecteurs, notions de circulation et de flux de vecteurs, opérateurs vectoriels.
- Application des calculs différentiel et intégral à la détermination de champs électrique et magnétiques.
- Rappel des lois de l'électrostatique et de la magnétostatique. Passage du régime statique au régime variable.

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques		100%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	10	100%	

## Options S5 (2 au choix)

**12 crédits ECTS**

# Propagation libre des ondes électromagnétiques (ET & ST)

## Présentation

Électrostatique et Magnétostatique du vide et de la matière et introduction à l'Électromagnétisme (Électronique, Signal, Télécommunications, Réseaux (ESTR) en L2).

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 19h

Travaux Pratiques : 18h

## Pré-requis nécessaires

L'étudiant devra savoir utiliser les opérateurs différentiels vectoriels pour résoudre les équations de Maxwell et comprendre la propagation libre en ondes planes dans un milieu matériel linéaire, homogène et isotrope. L'étudiant devra également savoir traiter les problèmes de réflexion et réfraction d'une onde électromagnétique plane à l'interface entre deux milieux matériels différents.

## Compétences visées

L'étudiant doit découvrir les différentes formes d'ondes : progressive, évanescence, progressive avec atténuation, homogène et inhomogène.

## Descriptif

Équations de Maxwell dans le vide et dans la matière. Ondes planes monochromatiques. Propagation dans un milieu infini. Nombre d'onde, relation de dispersion, vitesse de phase, impédance et vecteur de Poynting. Polarisation des ondes. Réflexion et réfraction sur une interface et dans le cas d'interfaces multiples. Interaction ondes/matière. Réflexion sur un métal, onde stationnaire, courants induits. Propagation dans un milieu conducteur, épaisseur de peau, fréquence plasma. Travaux Pratiques: Expériences avec les micro-ondes, Interférences des micro-ondes, Phénomène d'induction électromagnétique, Interaction onde/matière, Propriétés électriques et magnétiques de la matière.

## Bibliographie

"Electromagnétisme. Fondements et applications", J.-P. Pérez - Masson.

" Ondes électromagnétiques" Christian Garing éd. Ellipses.

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	2/3	
UE	CC	Travaux Pratiques		1/3	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1	

# Amplification et notions sur les émetteurs/récepteurs (ET)

## Objectifs

Connaitre le fonctionnement des amplificateurs fondamentaux à base de transistors.

Connaitre les principales structures des émetteurs / récepteurs.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 19h

Travaux Pratiques : 18h

## Pré-requis nécessaires

Maîtriser les différentes lois d'électrocinétiques utilisées en électronique analogique (loi d'ohms, lois de kirchoff, ponts de diviseur de courant ou de tension, théorème de superposition, ...).

Maîtriser en mathématique le calcul de dérivées et d'intégrales, les relations trigonométriques.

## Compétences visées

Maîtriser le fonctionnement et la mise en œuvre des amplificateurs fondamentaux à base de transistors (expérimentation et simulation).

Maîtriser les différentes techniques de modulation analogique et les circuits et architectures associés.

## Descriptif

Maîtriser le fonctionnement des amplificateurs fondamentaux à base de transistors (amplification linéaire, différentielle, circuits spécifiques pour les circuits intégrés (polarisation par diode, sources de courant, charges actives,...), formation de la bande passante, rétroaction).

Structures des émetteurs / récepteurs (chaîne de transmission, modulation et démodulations analogiques).

Applications dans l'étude de montages amplificateur réalisés par des structures de base utilisant des transistors (expérimentation et simulation).

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	22%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	44%	
UE	CT	Travaux Pratiques	60	34%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	



## Routage IP (RT)

### Présentation

Le routage dans des réseaux d'envergure doit être dynamique et s'adapter automatiquement à tout changement de topologie (ex: ajout ou suppression d'élément). En fonction du service à fournir, le type de protocole de routage sera différent. Pour permettre, deux utilisateurs d'échanger à distance entre eux, un protocole de routage unicast sera utilisé. Par contre, pour diffuser du contenu à plusieurs utilisateurs, un protocole de routage Multicast sera privilégié.

Pour être suffisamment dynamique et minimiser les temps de coupure, un regard particulier sera consacré à la minimisation du temps de convergence des protocoles de routage. Différentes techniques seront abordées pour ne pas impacter la qualité de service requise par les flux multimédia.

L'objectif principal de l'UE Routage IP est donc de développer des compétences pour une mise en œuvre optimale des protocoles de routage utilisés en entreprise ou dans un réseau d'opérateur.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 11h

Travaux Pratiques : 28h

### Pré-requis nécessaires

UE d'initiation aux réseaux en L2 SPI (Bonne connaissance des 4 premières couches du modèle OSI)

### Compétences visées

Les compétences desservies par l'UE sont :

- Choisir et configurer un protocole de routage unicast interne et externe à un système autonome
- Pouvoir minimiser la taille des tables de routage
- Choisir et mettre en oeuvre un protocole de routage multicast
- Améliorer l'ingénierie réseau en utilisant la commutation

### Descriptif

Cet enseignement sera composé d'enseignements théoriques et pratiques. Le détail de ce contenu est le suivant :

- Rappels de routage (Adressage IP, Masque réseau, VLSM, Protocoles à état de liens et vecteur de distance...)
- Routage Unicast interne (ISIS) et externe (BGP)
- Routage Multicast (PIM-DM, PIM-SM)
- Commutation (MPLS)

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

## Programmation DSP et Shell (ST & RT)

### Objectifs

- > Initiation à la programmation de processeur spécialisé de type DSP.
- > Initiation à la programmation Shell

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 19h

Travaux Pratiques : 36h

### Pré-requis nécessaires

Bases de la programmation en C et notions d'algorithmique

Représentation binaire naturel/hexadécimal des nombres entiers.

Représentation en complément à 2 sur n bits et opérations arithmétiques associées.

Représentation d'un nombre réel en virgule fixe (format Qn) et en virgule flottante, précisions associées.

### Compétences visées

Partie DSP :

- > Connaître et exploiter les avantages d'une architecture de type DSP (Digital Signal Processor).
- > Comprendre l'organisation de la mémoire, le jeu d'instruction, l'arithmétique à virgule fixe ou flottante, les modes d'adressage, les registres, les appels de sous-programmes, etc.
- > Optimiser le code assembleur en utilisant le parallélisme et en remplissant le pipeline d'un processeur.
- > Programmer en C et en assembleur une application de filtrage numérique en temps réel.

Partie Shell :

- > Manipuler les commandes de base d'un shell Linux.
- > Réaliser des scripts shell Linux en utilisant des opérateurs de comparaison, des opérations de boucle, les redirections d'entrées/sorties et les expressions régulières.

### Descriptif

Partie DSP :

Architecture Von-Neumann vs Harvard, focus sur un exemple d'architecture de la famille C6x de Texas Instrument : organisation du CPU et de la mémoire. Rappels et compléments sur les bases du langage C : les différents types de données, les tableaux, les pointeurs et les fonctions avec passage des paramètres par valeur ou par adresse. Introduction au langage assembleur : jeu d'instructions, opcode, décodage, exécution et délais d'instruction, manipulation sur les pointeurs pour les chargements et les écritures en mémoire. Développement de programmes en assembleur tel que le produit scalaire de 2 tableaux avec optimisation progressive du code en jouant sur l'ordre des instructions et le parallélisme, puis en optimisant le pipeline. Réalisation d'un filtre RIF (Réponse Impulsionnelle Finie) à l'aide d'un simulateur « C6713 Device Cycle Accurate Simulator » via CCS (Code Composer Studio) et en utilisant une carte de développement C6713 DSP starter Kit.

Partie Shell :

Pour permettre l'acquisition des compétences visées, la partie shell se compose d'une partie théorique (10h) et d'une partie pratique (12h).

Contenu de la partie théorique :

- 1) Écriture d'un programme shell basique (manipulation de variables, d'opérateurs conditionnels et arithmétiques, de comparaison, de boucles...)
- 2) Compréhension des concepts pour manipuler les entrées/sorties dans un script
- 3) Concepts principaux pour utiliser des expressions régulières dans un script
- 4) Mise en situation sur l'écriture avancée de scripts shell

Contenu de la partie pratique :

La partie pratique sera composée de 3 TPs pour mettre en situation l'étudiant sur la réalisation de scripts de configuration d'un système. Les exercices proposés concernent les manipulations quotidiennes d'un administrateur réseau qui souhaite automatiser certaines tâches du quotidien

(création d'un utilisateur et de son profil, rechercher l'ensemble des fichiers d'un utilisateur sur les systèmes de fichier locaux ou distants, automatiser la configuration de services réseaux tels qu'un serveur Ldap ou Apache...).

Un projet sera également donné aux étudiants qu'ils devront réaliser sur leur temps personnel."

## Bibliographie

---

DSP Applications Using C and the TMS320C6x DSK », Topics in Digital Signal Processing, Rulph CHASSAING, John Wiley & Sons, Inc.

## Modalités de contrôle des connaissances

---

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Travaux Pratiques	120	60%	partie DSP
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	40%	partie Shell

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Travaux Pratiques	120	60%	partie DSP
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	40%	partie Shell

# Théorie des lignes de transmission et optoélectronique

## Objectifs

Connaissance générale des phénomènes de propagations sur des lignes de transmission

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 22h

Travaux Dirigés : 21h

Travaux Pratiques : 12h

## Pré-requis nécessaires

propagation libre, optique géométrique, théorie des circuits & lois de kirchoff, géométrie complexe.

## Descriptif

Introduction sur les phénomènes d'interaction onde/matière

Tension et de courant sur une ligne de transmission.

Notions d'onde progressive, quasi-stationnaire et stationnaire

Utilisation de l'abaque de Smith.

Introduction aux systèmes optoélectronique,

Présentation des principaux composants (émetteur, amplificateur, récepteur) optoélectronique

Bilan de liaison dans les réseaux de fibres optiques.

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	67%	
UE	CC	Travaux Pratiques		33%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

# Outils pour le traitement statistique du signal et applications

## Objectifs

Acquérir et développer des outils d'analyse des phénomènes aléatoires et exploitation pour des applications en situations réelles (détection, médecine, navigation, etc...).

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 22h

Travaux Dirigés : 18h

Travaux Pratiques : 15h

## Pré-requis nécessaires

Notions de probabilités.

Calcul intégral, calcul des dérivées.

## Compétences visées

Maîtriser les principales lois de probabilités et leurs caractéristiques.

Savoir distinguer les variables aléatoires (discrètes, continues) des grandeurs déterministes.

Savoir déterminer et interpréter les moments des variables aléatoires.

Savoir utiliser la table de la loi Normale et applications aux calculs de probabilités.

Calcul des probabilités d'erreur (Fausse Alarme, détection manquée, détection des faux positifs en cybersécurité, mesure de QoS en transmission numérique, etc...).

Savoir appliquer les outils statistique à l'analyse des données de mesure.

## Descriptif

Partie 1:

Calcul des probabilités.

Principales lois de probabilité et variables aléatoires (VA).

Notion de statistiques

Partie 2 :

Caractérisation des variables aléatoires (Fonction de Répartition (FdR), densité de probabilité (ddp). Fonctions génératrices des moments.

Loi Gaussienne et fonctions particulières (Queue de Gaussienne  $Q(x)$ , fonction

Erreur Complémentaire  $\text{erfc}(x)$ ).

Couple de VA (loi conjointes, moments conjoints, variance et covariance, indépendance, corrélation).

Systèmes de VA (matrice de variances-covariances, vecteurs aléatoires).

Variables aléatoires complexes.

Caractérisation d'une fonction d'une VA : Méthode de la FdR, méthode du théorème de la pente.

Notion de signaux et processus aléatoires.

Partie TP (mini-projet) :

détection d'un signal noyé dans le bruit, test d'hypothèses, probabilités d'erreur de détection, de fausse alarme...

## Bibliographie

[1] A. Papoulis et S. U. Pillai, "Probability, Random Variables and Stochastic

Processes", McGraw-Hill, 2002.

[2] Scott L. Miller et Donald G. Childers, " Probability and Random Processes with

Applications to Signal Processing and Communications ", Elsevier Academic Press, 2004.

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	75	34%	ecrit1 Ecrit1 = Max(Ecrit1 ; 1/3*CC1+2/3*Ecrit1)
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		16%	CC1 Règle du maximum pour moduler la note d'écrit 1
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	45	25%	ecrit2
UE	CC	Travaux Pratiques		25%	Rapport de TP

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	75	75%	ecrit1
	CT	Ecrit - devoir surveillé	45	25%	ecrit2

## Bloc transversal S6 ESTR

**6 crédits ECTS**

**option bloc trans S6****2 crédits ECTS**



## Propriétés de la matière (ET)

### Objectifs

Connaissance générale des propriétés (magnétiques et diélectriques) fondamentales des matériaux largement employés dans le domaine des hyperfréquences.

#### 2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h

Travaux Dirigés : 10h

### Pré-requis nécessaires

Les principes de la l'électrostatique et de la magnétostatique. Le calcul intégral.

### Compétences visées

Manipulation de concepts nouveaux pour l'étudiant, relatifs aux propriétés de la matière en régime continu et en régime variable: le lien entre les charges électriques portées par la matière et les propriétés qu'elles déterminent (diamagnétisme, paramagnétisme, ferromagnétisme, perméabilité; polarisation diélectrique, permittivité, résistivité,...). Liens avec les équations de Maxwell.

### Descriptif

Les charges de polarisation, la relation entre la polarisation microscopique et la polarisation électrique, le calcul du champ électrique interne, la réponse de la matière diélectrique à un champ appliqué: l'origine de la permittivité, son évolution avec la fréquence de l'onde interagissant avec le matériau, l'origine des pertes diélectriques. Le modèle de Debye. Représentation dipolaire de la matière magnétique - Notion de moment magnétique. Le paramagnétisme de Langevin. Les matériaux magnétiques à aimantation uniforme: approche qualitative du ferromagnétisme par la théorie du champ moléculaire, la température de Curie. La réponse de la matière magnétique à un champ appliqué: la perméabilité. L'origine des pertes magnétiques dans l'interaction onde électromagnétique-matière. Le modèle de Lorentz de la perméabilité.

### Bibliographie

Electromagnétisme-JP Pérez, R. Carles,R. Flekinger, Ed. Masson.

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	33%	Note finale=max(CC*1/3+CT*2/3)
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	67%	Note finale=max(CC*1/3+CT*2/3)

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	Report de notes	Autre nature		33%	report de note du CC de la session 1 (si favorable)
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	67%	Note finale=max(CC*1/3+CT*2/3)

## Signaux à temps discret (ST & RT)

### Objectifs

Maîtriser les bases de la théorie du signal déterministe à temps discret.

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 20h

### Pré-requis nécessaires

Outils mathématiques (intégration, dérivation, équations différentielles, fractions rationnelles, analyse vectorielle et opérateurs, matrices, nombres complexes, séries numériques,...).

### Compétences visées

Acquérir et maîtriser les bases de la théorie du signal déterministe appliquée aux signaux à temps discret. Savoir analyser des signaux à temps discret. Connaître les effets de l'échantillonnage et savoir utiliser la transformée de Fourier discrète pour l'analyse fréquentielle de signaux. Savoir donner une expression mathématique de signaux simples et déterminer leur transformée en  $z$ . Savoir analyser des systèmes linéaires à temps discret en utilisant la transformée en  $z$ . Savoir calculer la réponse de systèmes linéaires à des signaux simples. Acquérir des notions de filtrage numérique.

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	100%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	100%	

## Anglais S6

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 16h

### Modalités de contrôle des connaissances

---

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	CC	Ecrit et/ou Oral		100/100	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Travaux Dirigés	CT	Oral	15	100/100	

## Communication S6

**2 crédits ECTS**

Volume horaire

Travaux Dirigés : 12h

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit et/ou Oral		50/100	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	50/100	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	100/100	

## Options S6 (2 au choix)

**12 crédits ECTS**

## Technologies réseaux avancées (RT)

### Présentation

Les services proposés par les opérateurs ne cessent d'évoluer. Ils doivent faire face à un nombre croissant d'utilisateur et à des débits toujours plus importants. L'utilisation des ressources du réseau doit donc être optimisée pour offrir la meilleure qualité d'expérience pour les utilisateurs.

Pour faire face à la montée croissante des périphériques connectés et à l'explosion que va engendrer l'Internet des Objets, la couche réseau va se baser de plus en plus sur l'utilisation d'IPv6. Ce dernier offre de nombreux avantages, non pas seulement en termes d'adressage des utilisateurs, mais également en termes de sécurité. Ce dernier point peut impacter grandement l'efficacité de transmission des routeurs en cœur de réseau (lié au passage d'IPv4 vers IPv6 et inversement). L'ingénierie réseau devient donc particulièrement importante et est un enjeu majeur pour les architectures réseaux.

L'objectif de l'UE est donc d'apporter les compétences nécessaires pour améliorer l'ingénierie de réseau que ces derniers fonctionnent sous IPv4 ou IPv6.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 17h

Travaux Pratiques : 38h

### Pré-requis nécessaires

UE Routage IP du S5

### Compétences visées

Les compétences desservies par l'UE sont :

- > Configurer des équipements en IPv6 et permettre une interconnexion efficace entre IPv4 et IPv6 (Tunnel 6to4, Routage en IPv6...)
- > Améliorer l'ingénierie des réseaux (MPLS-TE, Segment Routing, ...)
- > Pouvoir minimiser le temps de convergence de ces protocoles (ECMP, Segment Routing)

### Descriptif

Cet enseignement sera composé d'enseignements théoriques et pratiques. Le détail de ce contenu est le suivant :

- Routage unicast en IPv6 (ISIS et BGP)
- Passage d'IPv4 vers IPv6 (Tunnel 6to4)
- Minimisation du temps de convergence des protocoles de routage (ECMP, Segment Routing)
- Ingénierie de réseaux avec MPLS (MPLS-TE et CR-LDP)
- ingénierie de réseaux avec Segment Routing (SRv6 et SR-MPLS)
- Passage d'une certification professionnalisante (ACFE de chez Alcatel-Lucent)

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

## Services réseaux (RT)

### Objectifs

Approfondir du point de vue théorique et maîtriser la mise en œuvre (installation, configuration, test) des principaux services réseaux sous Linux Debian, en IPv4 et IPv6.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Pratiques : 37h

### Pré-requis nécessaires

Notions de base sur l'interconnexion des équipements en réseau, le modèle OSI, l'adressage, et les protocoles Ethernet, IP et UDP/TCP.

### Compétences visées

Savoir configurer et administrer le fonctionnement des serveurs DHCP, DNS, VsFTP, SSH, Apache, NFS, SAMBA, et OpenLDAP, en IPv4 et IPv6.

Partager des ressources en réseau via les services web, SAMBA et NFS.

Administrer de manière sécurisée un réseau à distance avec SSH.

Administrer et superviser le fonctionnement d'un réseau en utilisant le protocole SNMP.

Réaliser l'authentification et assurer la confidentialité et l'intégrité des informations échangées sur un réseau de communications en utilisant des clés publiques et privées, le système de distribution de clés Kerberos, des certificats électroniques, et la signature électronique.

Mettre en place une politique de sécurité réseau via le pare-feu logiciel Netfilter.

### Descriptif

#### 1) Introduction

- Présentation générale des services réseaux et de leur place dans l'architecture réseau. Rappels sur le modèle OSI et les protocoles IP, TCP et UDP. Utilisation de l'éditeur vi et du shell bash pour l'administration des réseaux.

#### 2) Attribution dynamique des adresses aux équipements réseaux : service DHCP

- Résolution d'adresses statique. Service DHCP : intérêt et fonctionnement. Installation et configuration. Agent relais DHCP. Autoconfiguration sans état et avec état en IPv6.

#### 3) Résolution de noms symboliques en adresses logiques : service DNS

- Domaines et zones DNS. Format du protocole DNS. Installation et configuration du service DNS. Enregistrements DNS. Types de requêtes DNS. Faiblesses du DNS. Solutions pour améliorer la sécurité du service DNS.

#### 4) Service de shell sécurisé : serveur SSH

- Authentification, confidentialité et intégrité des données. Principe de la cryptographie à clé publique : clé publique, clé privée, signature électronique, certificat et autorité de certification. Eléments d'une connexion SSH. Protocoles SSH1 et SSH2. Installation et configuration. Clients ssh, scp et sftp. Administration à distance en utilisant SSH. Tunels SSH.

#### 5) Service Web : Serveur HTTP Apache

- Protocole HTTP. Serveur Apache : installation et configuration. Contrôle d'accès et sécurité. Proxy HTTP et FTP. Serveur Apache et IPv6. Programmation Web.

#### 6) Service de transfert de fichiers : Serveur VsFTP

- Protocole et connexion FTP. Modes de fonctionnement du service FTP. Serveurs FTP. Installation et configuration du serveur VsFTP.

#### 7) Service de partage d'un système de fichiers sur un réseau Linux: Serveur NFS

- Principe de fonctionnement. Installation côté serveur et côté client. Configuration du serveur NFS. Utilisation et commandes du service NFS. Automontage.

8) Service de partage de ressources sous Linux pour des clients Linux ou Windows : Serveur SAMBA.

Réseaux Microsoft. Fonctionnement de SAMBA. Installation et configuration du serveur SAMBA. Sections du fichier de configuration smb.conf. Résolution de nom sous SAMBA. Imprimer avec SAMBA. Commandes Lan-Manager sous DOS. Configuration des clients Windows.

9) Service pare feu logiciel sous Linux : Netfilter et Iptables

Fonctionnalités : tables et chaînes. Règles de base. Filtrage simple, sans état. Filtrage simple, avec fanions. Filtrage avec état et suivi de connexion. Installation et configuration. Exemple de configuration d'un pare-feu logiciel.

10) Service d'annuaire électronique : serveur LDAP

- Introduction : annuaires électroniques et bases de données, évolution des annuaires électroniques. Annuaire LDAP : outils basés sur LDAP, entrées des annuaires LDAP, attributs, nommage, classes d'objets, schéma. Opérations LDAP : syntaxe LDIF, base, profondeur, et filtres de recherche, ajout, modifications et suppression d'entrées. Protocole LDAP : communication client-serveur et serveur-serveur, installation et configuration de OpenLDAP. Sécurité des annuaires LDAP : contrôle d'accès, authentification, configuration du serveur et du client.

11) Service de gestion du réseau : serveur SNMP

- Introduction à la gestion des réseaux : ontologie, problématique, objectif, système de gestion du réseau, SNMP. Représentation des informations : SMI (Structure of Management Information), MIB (Management Information Base). Protocole SNMP : SNMPv1, SNMPv2c, SNMPv3.

## Bibliographie

---

Ouvrages :

- Guy Pujolle, Les réseaux : L'ère des réseaux cloud et de la 5G, Eyrolles, Edition 2018-2020.
- José Dordoigne, Administrez un réseau sous Windows ou sous Linux : Exercices et corrigés, ENI, 2020.
- José Dordoigne, Réseaux informatiques : Notions fondamentales, ENI, 2019.
- Pierre Cabantous, Les réseaux informatiques : Guide pratique pour l'administration et la supervision, ENI, 2019.
- Guy Pujolle, Réseaux logiciels, ISTE, 2015.
- P. Banquet, S. Bobillier, Linux : Administration système et exploitation des services réseau, ENI, 2014.
- Andrew Tanenbaum, Réseaux, Pearson Education, 2011.
- Stéphane Lohier, Aurélie Quidelleur, Le réseau Internet : Des services aux infrastructures, Dunod, 2010.

Sites Internet :

- <http://www.ietf.org/rfc.html>, <http://abcdrfc.free.fr/>
- <http://www.linux-france.org/prj/inetdoc/>
- <http://www.yolinux.com/TUTORIALS/LinuxTutorialNetworking.html>
- <http://www.linuxhomenetworking.com/>
- <http://www.linux-foundation.org/en/Net>
- <http://reseau.developpez.com/livres>

## Modalités de contrôle des connaissances

---

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques	60	50%	
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	50%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	



## Dispositifs passifs et systèmes analogiques (ET)

### Objectifs

Cette UE se découpe en deux parties distinctes : les dispositifs passifs et les systèmes analogiques.

- > Acquérir des connaissances en théorie des circuits passifs et en filtrage.
- > Savoir adapter un circuit.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 18h

Travaux Dirigés : 19h

Travaux Pratiques : 18h

### Pré-requis nécessaires

Nombres complexes, calcul matriciel, théorie des circuits.

### Compétences visées

Savoir calculer les caractéristiques de circuits passifs et les adapter en puissance.

Savoir dimensionner les filtres passifs et actifs tout en respectant un cahier des charges.

Savoir dimensionner différentes alimentations (régulées, stabilisées et à découpage).

Connaitre les principaux montages à base d'amplificateurs opérationnels

### Descriptif

· Quadripôles : représentations, associations

· Énergie dans les dipôles et les quadripôles

· Filtrage : filtres passe-bas, passe-haut, passe-bande, coupe bande.

· Fonctions de filtrage : Butterworth, Tchebyscheff, méthodes de synthèse.

· Alimentations régulées, stabilisées et à découpage.

· Montages à base d'Amplificateurs Opérationnels : multiplieurs, oscillateurs, convertisseurs tension/courant et courant/tension, filtres actifs, convertisseur d'impédance négative, gyrateur, ...

· Convertisseurs Analogique/Numérique (CAN) et Numérique/Analogique (CNA).

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	11%	CC1
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	11%	CC2
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	22%	Ecrit1
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	60	22%	Ecrit2
UE	CT	Travaux Pratiques	60	34%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

## Systèmes Asservis et Puissance (ET & ST)

### Objectifs

Étudier, appréhender les phénomènes physiques et thermiques qui se produisent dans des systèmes électroniques sous l'effet de la puissance.

Étudier et appréhender les fonctions de transfert pour la modélisation de systèmes asservis.

#### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 22h

Travaux Dirigés : 18h

Travaux Pratiques : 15h

### Pré-requis nécessaires

En mathématiques: L'analyse vectorielle, le calcul différentiel, le calcul intégral. Être capable de résoudre une intégrale simple, double et triple de fonctions de plusieurs variables. Être capable de maîtriser les opérations élémentaires sur les vecteurs. Savoir résoudre une équation différentielle. Principe de base de l'électromagnétisme.

### Compétences visées

Partie Effet de puissance :

Savoir distinguer les différents transferts thermiques. Connaître le principe de chaque transfert thermique. Savoir énoncer un bilan d'énergie, et l'appliquer à différents cas en fonction des hypothèses du système. Connaître l'équation de la chaleur, et la résoudre en coordonnées cartésienne, cylindrique ou sphérique en régime permanent. Connaître les différents types de conditions aux limites. Connaître le principe de la convection dans les fluides. Savoir déterminer les paramètres intrinsèques thermiques d'un matériau par analyse dimensionnelle. Savoir déterminer des cartes de températures de systèmes électroniques.

Partie Systèmes asservis :

Connaître les systèmes asservis, les fonctions de transfert avec application de la Transformée de Laplace (TL). Étudier les réponses temporelles et fréquentielles (Plans de Bode et Black) des systèmes du 1er et du 2ème ordre. Savoir modéliser les systèmes et étudier leur stabilité et leur précision avec les notions de boucle ouverte (BO) et boucle fermée (BF). Étudier et connaître le principe des correcteurs (PID) utilisés dans la correction des systèmes asservis (notion de marge de stabilité).

### Descriptif

Partie Effet de puissance :

Introduction aux différents transferts thermiques. Étude de la conduction thermique dans des systèmes simples. Introduction aux phénomènes de convection. Étude par analyse dimensionnelle. Application aux principe des ailettes. Application aux cartes électroniques.

Partie Systèmes asservis :

Fonctions de transfert avec application de la Transformée de Laplace (TL). Réponses temporelles et fréquentielles (Plans de Bode et Black) des systèmes du 1er et du 2ème ordre. Principe des correcteurs (PID) utilisés dans la correction des systèmes asservis (notion de marge de stabilité).

### Bibliographie

Physique sup. MPSI et PTSI et PSI – P. GRECIAS ; J-P MIGEON

Methodix Physique 1 Ed Ellipse

### Modalités de contrôle des connaissances

#### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Ecrit - devoir surveillé	60	67%	
UE	CC	Ecrit - rapport		33%	

#### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	120	100%	

# Télécoms du futur : de l'internet des objets aux communications quantiques (ST)

## Objectifs

Initiation aux télécoms avec un focus sur la technologie de l'Internet de l'Objet (IoT) et la simulation d'un système de communication quantique.

### 6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 15h

Travaux Dirigés : 8h

Travaux Pratiques : 32h

## Pré-requis nécessaires

Transformation de Fourier (représentation des signaux dans le domaine fréquentiel)

Transformation de Fourier Discrète (TFD)

Notions de calcul matriciel.

## Compétences visées

- Connaître les enjeux et défis des télécommunications. Identifier et connaître les paramètres clés des systèmes de télécommunications actuels et futurs.

- Comprendre le fonctionnement du réseau LoRa et sa technologie de modulation des ondes radios qui est utilisée dans l'Internet des Objets (Internet of Things - IoT). Mettre en œuvre cette technologie en utilisant une plateforme radio-logicielle.

- Connaître les principes de base de l'information quantique : intrication et superposition d'états. Savoir décrire et évaluer un circuit quantique simple, tel qu'un circuit de téléportation, dans le langage de programmation Q#.

## Descriptif

En cours :

i) Introduction au réseau LoRaWAN, principe de la modulation CSS (Chirp Spread Spectrum) utilisée dans la technologie LoRa, réalisation du démodulateur CCS, intérêt de cette forme d'onde pour l'IoT ii) représentation des états quantiques, superposition d'états et intrication, notion de qubit, portes quantiques, intérêt de la téléportation quantique pour les télécommunications et la sécurité. La présentation est réalisée de manière pédagogique afin de limiter au maximum le recours à des notions mathématiques complexes, tout en apportant à l'étudiant les éléments nécessaires pour comprendre le circuit de téléportation quantique qu'il aura à programmer et simuler en TP.

En TP :

i) réalisation d'un modulateur/démodulateur LoRa en simulation et en utilisant une plateforme radio-logicielle ii) bases de la programmation en Q# à travers la programmation guidée de quelques exemples simples, puis programmation et simulation par l'étudiant d'un circuit de téléportation quantique.

## Bibliographie

Nielsen&Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information", Cambridge University Press.

## Modalités de contrôle des connaissances

### Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CC	Travaux Pratiques		100%	

### Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Oral	15	100%	