

LICENCE MENTION SCIENCES POUR L'INGÉNIEUR

**PARCOURS ELECTRONIQUE, SIGNAL, TÉLÉCOMMUNICATIONS, RÉSEAUX**

**Semestre 6**

**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 : ontexte, 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 au 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%	