

## 2ème année - MSc Communication system and network engineering - Automne 2017/2018

FCO		Domaine commun aux filières 3A		
<b>UVF1B403-Datacommunications : technologies, protoc</b>				
F1B403A	Datacommunications: technologies, protocoles et applications	Kevin HEGGARTY	63h	Fiche n°:1
<b>UVMTSEBP01-Projet MSC 2A TSE</b>				
F1BP01A	Projet Ingenierie et Intégration de Systèmes Filière 1	Didier HERVÉ	126h	Fiche n°:2
<b>UVMTSEB101-Communications numériques et photoni</b>				
MTSE101	Communications numériques	Didier HERVÉ	30h	Fiche n°:3
MTSE102	Photonique	John PUENTES		Fiche n°:4
<b>UVMTSEB101_C-Circuits intégrés numériques et analo</b>				
MTSE101C	Circuits intégrés numériques et analogiques	Dominique DEGRUGILLIER		Fiche n°:5
<b>UVMTSEB201-Architecture des systèmes de transmiss</b>				
F14B201A	Architecture des systèmes de transmission	Didier HERVÉ	63h	Fiche n°:6
<b>UVMTSEB301-Communications sans fil</b>				
F4B301A	Communications numériques sur canal sélectif en fréquences	Didier HERVÉ	28h30	Fiche n°:7
F4B301B	Techniques avancées en codage et diversité dans les standards de téléphonie mobiles	Frédéric GUILLOUD	34h30	Fiche n°:8
F4B301C	UMTS	Raphaël LE BIDAN	15h	Fiche n°:9
<b>UVMTSEB301_C-Ingénierie des systèmes complexes</b>				
F1B301A	Ingénierie des systèmes complexes	Dominique DEGRUGILLIER	63h	Fiche n°:10
<b>UVMTSEB401-Ingénierie des réseaux</b>				
F2B407A	Technologies pour l'ingénierie des réseaux	Didier HERVÉ	35h	Fiche n°:11
F2B407B	L'ingénierie des réseaux par la pratique	Annie GRAVEY	28h	Fiche n°:12
<b>UVMTSEB501-Réseaux d'opérateurs : de l'accès au co.</b>				
F12B503A	Réseaux d'opérateurs: de l'accès au coeur	Didier HERVÉ	63h	Fiche n°:13
		Michel MORVAN		



## UVF1B403-Datacommunications : technologies, protocoles and applications

Responsable: Kevin HEGGARTY

### Modules de l'UV

F1B403A      Datacommunications: technologies, protocoles et applications      Kevin HEGGARTY      63h      Fiche n°:1

Fiche n°: 1

## Module F1B403A : Datacommunications: technologies, protocoles et applications

Responsable: Kevin HEGGARTY

Dernière mise à jour le: 06/03/17

### Présentation

Le besoin toujours croissant de débit de données dans les réseaux locaux (LAN ou « datacoms ») et dans l'automobile/avionique mène actuellement à l'utilisation des techniques de transmission optique dans les extrémités des réseaux de communications (« fibre à l'abonné », « fibre au bureau » ...) réservés jusqu'à récemment aux fils de cuivre et aux ondes EM. Cependant, puisque l'équipement optique n'est plus partagé par de nombreux utilisateurs et parce que les distances de transmission sont faibles, le compromis coût/technique est très différent de celui dans les réseaux de transmission long distance où l'optique est utilisé depuis longtemps déjà. Cet UV présente ces différences et comment ils influencent et déterminent les choix des composants, réseaux et protocoles en « datacommunications ». L'UV compare les techniques optiques avec les technologies concurrents tels le paire torsadé de cuivre et le WiFi et étudie, au travers des interventions extérieures et des travaux pratiques des applications dans l'automobile et les senseurs à fibre. Une visite guidée du réseaux datacom de Télécom Bretagne sert en tant qu'étude de cas d'un réseau datacom réel.

L'UV comporte également une visite d'une semaine au département d'ingénierie de l'université de Cambridge en Grande Bretagne où les cours et visites se déroulent en anglais. Une préparation spécifique en anglais scientifique par des enseignants de langue spécialisés fait partie intégrante de l'UV afin de faciliter le suivi des cours en anglais et le séjour à Cambridge.

### Objectifs

- Connaître les applications majeures actuelles et émergentes des télécommunications ,
- Connaître les principaux standards internationaux de télécommunications,
- Être capable de comprendre et d'expliquer les contraintes de coût associés aux systèmes de datacommunications et comment elles influencent les choix dans la couche physique de transmission,
- Être capable de comprendre les principes physiques sur lesquels sont basés les composants et systèmes de télécommunications optiques,
- Être capable de faire une présentation techniques courte en anglais,
- Être capable de suivre des cours techniques en anglais, présentés par des intervenants anglophones et non-anglophones

### Pré-requis

Un niveau raisonnable en anglais.

Des connaissances de bases en ELP (sciences physiques)

**Volume horaire :** 63h

### Contenu détaillé

Voir description en anglais

## Organisation

### Evaluation

Examen a choix multiple sur les datacommunications optiques lors du voyage à Cambridge.  
Présentation technique, orale en anglais (Mary Daly).  
Examen écrit final (1H30) sur tout l'UV - documents autorisés.

### Activités programmées

<b>C1 (C)</b>	1h30	K.Heggarty Introduction and Context
<b>C2 (C)</b>	1h30	M.Daley Recognising and pronouncing technical vocabulary.
<b>C3 (C)</b>	1h30	M.Daley Recognising and organising the stages of a discourse
<b>C4 (C)</b>	1h30	K.Heggarty Writing and saying equations
<b>C5 (C)</b>	1h30	K.Heggarty Writing and saying equations II
<b>C6 (C)</b>	1h30	R.Penty Introduction to datacommunications - Economics
<b>C7 (C)</b>	3h	R.Penty Optical datacoms components
<b>C8 (C)</b>	3h	R.Penty Optical datacoms protocols and standards
<b>C9 (C)</b>	3h	R.Penty Gigabit Ethernet
<b>V1 (VISITE)</b>	3h	R.Penty Visit to Gates building laboratories
<b>BE1 (BE)</b>	1h30	R.Penty Datacommunication Case Study
<b>CC1 (CC)</b>	1h30	R.Penty QCM Optical Datacommunication
<b>C10 (C)</b>	3h	C.Le Berre Case study and visit - the Telecom Bretagne datacoms network
<b>C11 (C)</b>	1h30	M.Daley Debriefing English lectures Cambridge
<b>CC2 (Oral)</b>	3h	M.Daley Technical presentation in English
<b>C12 (C)</b>	3h	L.Parize Datacom radio technologies WIFI, WiMAX ...
<b>C13 (C)</b>	3h	C.Vazquez Fibre sensors
<b>TP1 (TP)</b>	3h	K.Heggarty C.Vazquez Fibre sensors
<b>TP2 (TP)</b>	3h	K.Heggarty C.Vazquez Plastic optical fibres
<b>C14 (C)</b>	3h	J.Malville Automotive Datacommunications systems
<b>TP3 (TP)</b>	3h	J.Malville Automotive Datacommunications - CAN, MOST ...

<b>C15 (C)</b>	3h	P.Pagani Power Line Communications
<b>TP4 (TP)</b>	3h	P.Pagani Power Line Communications 1
<b>TP5 (TP)</b>	3h	P.Pagani Power Line Communications 2
<b>CC3 (CC)</b>	1h30	K.Heggarty Examen

### Remarques

C6 à CC1 tous à Cambridge par Richard Penty (une semaine debut janvier)  
Carmen Vazquez viendra dans le cadre d'un echange ERASMUS de professeurs

## **UVMTSEBP01-Projet MSC 2A TSE**

Responsable: Didier HERVÉ

### **Modules de l'UV**

F1BP01A      Projet Ingenierie et Intégration de Systèmes Filière 1

Jacky MÉNARD

126h    Fiche n°:2

## Module F1BP01A : Projet Ingénierie et Intégration de Systèmes Filière 1

Responsable: Jacky MÉNARD

Dernière mise à jour le: 06/03/17

### Présentation

Le projet IIS se déroule au sein des départements Electronique, Micro-ondes ou Optique par groupe de 2 à 5 élèves ou dans l'entreprise avec laquelle l'élève a signé un contrat de professionnalisation. A partir d'un cahier des charges proposé par les encadrants, en partenariat avec un industriel ou dans le cadre d'un projet de recherche, le groupe d'élèves étudie, modélise, conçoit et valide une solution technique dans les domaines suivant :

- Conception numérique et mixte, animé par Jacky Ménard
- Conception et intégration de systèmes hyperfréquences, animé par Jean-Philippe Coupez
- Composants optoélectroniques, transmissions et réseaux optiques. animé par Laurent Dupont.

### Objectifs

- Effectuer des choix techniques motivés (objectif scientifique et technique),
- Etablir un état de l'art ou une bibliographie dans un domaine donné (objectif scientifique et technique),
- Identifier et lever des verrous scientifiques ou techniques (objectif scientifique et technique),
- Intégrer et caractériser une solution technique (objectif scientifique et technique),
- Maîtriser une chaîne globale de conception dans un domaine donné (objectif scientifique et technique),
- Situer un sujet dans un contexte et en comprendre les enjeux (objectif scientifique et technique),
- Être capable d'établir et respecter un plan d'avancement (objectif transversal),
- Être capable de gérer un projet (objectif transversal),
- Être capable de travailler en équipe (objectif transversal),
- Être capable de valoriser son travail par des présentations, orales, des rapports ou des publications (objectif transversal)

### Pré-requis

Chacun des sujets proposés impose des pré-requis spécifiques et le suivi d'unités de valeur déterminés.

**Volume horaire :** 126h

### Contenu détaillé

Le groupe d'élèves travaille au coeur des équipes de recherche, avec les conseils et l'aide de ses encadrants. Le projet est ponctué de jalons correspondant à la fourniture de livrables :

#### 1. Reformulation du sujet

Après une phase d'appropriation, le groupe rédige et présente aux encadrants un cahier des charges fonctionnel et un plan de développement.

#### 2. Soutenance intermédiaire

En milieu de projet chaque groupe présente son travail, durant 20 minutes, en séance publique, devant un jury et les autres groupes du département.

#### 3. Plan d'avancement

Un mois avant la fin du projet, le groupe rédige et présente un plan d'avancement à ses encadrants. Les priorités sont négociées pour la phase finale du projet.

#### 4. Réalisation et présentation d'un poster

Chaque groupe doit concevoir un poster ludique et pédagogique qu'il présentera à l'occasion du

forum.

#### 5. Solution technique, rapport et soutenance finale

En fin de projet le groupe remet aux encadrants tous les éléments composant la solution technique réalisée, ainsi qu'un rapport d'une trentaine de pages. Chaque groupe présente son projet en séance publique devant un jury et les autres groupes du département.

## Organisation

### Evaluation

Le projet est évalué selon plusieurs critères de la manière suivante:

Le travail technique jusqu'à fin décembre est évalué par les encadrants, la soutenance intermédiaire par un jury; ces deux notes sont affectées d'un coefficient 1. Le travail technique de janvier à mars et le rapport sont évalués par les encadrants, la soutenance finale par un jury; la note de travail technique est affectée d'un coefficient 3, les deux autres notes d'un coefficient 2.

Une note supérieure à 10 donne 6 crédits, comprise entre 9 et 10 donne 3 crédits, inférieure à 9 correspond à 0 crédit.

Une moyenne de travail technique inférieure à 8/20 ne permet pas la validation du projet.

Les encadrants peuvent personnaliser les notes des élèves en cas d'écarts manifestes.

## UVMTSEB101-Communications numériques et photonique pour les télécommunications

Responsable: Didier HERVÉ

### Modules de l'UV

MTSE101	Communications numériques	John PUENTES	30h	Fiche n°:3
MTSE102	Photonique	Isabelle HARDY		Fiche n°:4

## Module MTSE101 : Communications numériques

Responsable: John PUENTES

Dernière mise à jour le: 25/04/17

### Présentation

Des informations sont captées, enregistrées et transmises utilisant des signaux, représentés généralement par des valeurs électriques variables. Ces valeurs continues ou discrètes, changent au cours du temps de manière déterministe ou aléatoire. Indépendamment du domaine d'application, des outils communs permettent de traiter le signal et d'extraire les informations utiles.

Cette UV s'intéresse à l'introduction des éléments de base du traitement de signal, notamment, l'analyse de signal et le filtrage, les variables aléatoires, les processus stochastiques et l'estimation du signal, ainsi qu'à la compréhension du fonctionnement d'une chaîne de communication numérique.

L'accent sera mis sur la définition et la compréhension des outils mathématiques étudiés, ainsi que leur mise en œuvre. Les approches de traitement du signal présentées, sont une extension des outils mathématiques acquis lors du premier semestre du MSc.

### Objectifs

- Analyser et appliquer la transformée en Z, la convolution, la réponse impulsionnelle, la fonction de transfert, les filtres à réponse impulsionnelle finie et infinie.,
- Comparer et associer les propriétés des signaux dans les domaines temporel et fréquentiel.,
- Comprendre et appliquer le concept d'estimateur, la borne de Cramer Rao, les estimateurs EQM, MVU, des moments, bayésien, de maximum d'entropie et d'intervalle de confiance.,
- Comprendre et appliquer les différents types de processus stochastiques, la stationnarité, les moments conjoints, les processus aléatoires multiples, et les processus Gaussien et de Poisson.,
- Comprendre et appliquer trois méthodes de Fourier (séries, transformée continue et transformée discrète) pour représenter et analyser des signaux.,
- Comprendre le rôle et calculer les signaux en sortie des dispositifs de réception, exprimer et appliquer les critères de Nyquist.,
- Comprendre les principes de base de fonctionnement d'une chaîne de communications numériques et ses paramètres caractéristiques (débit, rapidité de modulation, rendement de codage, énergie symbole,...),
- Comprendre qu'est ce qu'un signal, pourquoi il contient de l'information et quels sont les différents types de signaux.,
- Définir et appliquer la probabilité conditionnelle, l'indépendance statistique, l'espérance mathématique, les probabilités marginales et conjointes, et la variance des variables aléatoires discrètes et continues.,
- Définir un code en bloc, coder un message à partir d'une matrice génératrice, calculer les paramètres du code, appliquer le décodage par syndrome.

### Pré-requis

MSC-MTS101A Algebra  
 MSC-MTS101B Matlab  
 MSC-MTS102A Probability Stat

**Volume horaire : 30h**

### Contenu détaillé

- C1: Introduction au traitement du signal.
- C2: Introduction au filtrage.
- C3: Variables aléatoires discrètes.
- C4: Variables aléatoires continues.
- C5: Introduction aux processus stochastiques.
- C6: Processus Gaussien et de Poisson



C7: Introduction à l'estimation du signal  
C8: Estimateurs EQM, MVU, des moments, bayésien, de maximum d'entropie.  
C9-C10: Fonctionnement d'une chaîne de communications numériques et paramètres caractéristiques.  
C11-C12: Codage, décodage et signaux en sortie des dispositifs de réception.  
TP1: Applications du traitement du signal et filtrage.  
TP2: Applications de variables aléatoires.  
TP3: Applications de processus stochastiques.  
TP4: Applications d'estimation du signal

## Organisation

### Evaluation

Différents éléments interviendront dans l'évaluation: la participation en cours, la préparation des TPs, le déroulement des TPs, et les comptes-rendus des TPs. Le mode d'évaluation sera présenté au début du cours.

### Activités programmées

C1-C2 (C)	3h	J.Puentes
C3-C4 (C)	3h	J.Puentes
C5-C6 (C)	3h	J.Puentes
C7-C8 (C)	3h	L.Lecornu
C9-C10 (C)	3h	C.Laot
C11-C12 (C)	3h	K.Amis
TP1 (TP)	3h	J.Puentes
TP2 (TP)	3h	J.Puentes
TP3 (TP)	3h	J.Puentes
TP4 (TP)	3h	J.Puentes

### Supports pédagogiques

Transparents de cours et supports de TP.

## **UVMTSEB101\_C-Circuits intégrés numériques et analogiques**

Responsable: Dominique DEGRUGILLIER

### **Modules de l'UV**

MTSE101C Circuits intégrés numériques et analogiques

Catherine DOUILLARD

Fiche n°:5

## **UVMTSEB201-Architecture des systèmes de transmission**

Responsable: Didier HERVÉ

### **Modules de l'UV**

F14B201A Architecture des systèmes de transmission

Sylvie KEROUEDAN

63h Fiche n°:6

## Module F14B201A : Architecture des systèmes de transmission

Responsable: Sylvie KEROUEDAN

Raphaël LE BIDAN

Dernière mise à jour le: 06/03/17

### Présentation

Cette UV est divisée en chapitres associant cours et travaux pratiques. Un projet permet en plus à l'élève de toucher l'aspect matériel en s'impliquant dans une réalisation.

#### 1. Propagation et modélisation du canal (Yvon-Marie Le Roux)

Le signal est émis sur un support physique (câble, fibre optique, espace libre) adapté à l'application considérée. Les propriétés physiques de ce support et de son environnement engendrent des modifications de l'onde émise. La connaissance des caractéristiques de propagation sur le support et leur modélisation est indispensable pour définir un récepteur adéquat, restituant de manière fiable l'information originale. Cette première partie étudie les phénomènes de propagation et leur modélisation pour aboutir à un modèle de canal utilisé en simulation pour valider les dispositifs de réception.

#### 2. Modulation numérique (Raphaël Le Bidan)

Une modulation numérique fait correspondre à un paquet de  $n$  éléments binaires un signal électrique adapté aux conditions de propagation sur le support de transmission choisi (câble, fibre optique, espace libre...). Ce signal appartient à un alphabet fini dont les caractéristiques (énergie, corrélation, ...) sont exploitées pour définir la structure du démodulateur. L'objectif consiste à concevoir un récepteur qui minimise la probabilité de prendre une décision erronée sur les symboles transmis, afin d'assurer la transmission la plus fiable possible.

#### 3. Codage de canal (Charlotte Langlais)

Pour protéger l'information à transmettre, on a recours aux codes correcteurs d'erreurs, dont le principe consiste à insérer de la redondance selon une règle connue du récepteur. L'exploitation en réception de cette règle permet de corriger les éventuelles erreurs de transmission.

#### 4. Architectures radio et optiques (Alain Péden et Michel Morvan)

Ce chapitre s'intéresse à la description des dispositifs des architectures radio et optique et de leurs paramètres : antennes, fibres optiques, amplificateurs, filtres et mélangeurs.

#### 5. Projet personnel

Dans ce chapitre, l'étudiant choisit une réalisation sur un outil de développement sur une technique DSP ou FPGA. Il peut également choisir d'approfondir des aspects avancés de communication numérique.

### Objectifs

- Être capable de choisir la technologie cible pour la réalisation des éléments clés de la chaîne de transmission : codeur, modulateur, récepteur,
- Être capable de définir la chaîne de transmission adaptée à un contexte particulier, ce qui se traduira par le choix du codage et de la modulation convenant le mieux compte tenu des conditions de transmission (hertzienne, satellitaire ou optique) et des objectifs en terme de taux d'erreur binaire

### Pré-requis

Il est préférable d'avoir au moins suivi les mineures MTS et ELP.

**Volume horaire : 63h**

### Contenu détaillé

#### 1. Modélisation du canal (6h de cours + 3h TP sur ADS)

- une formation sur les effets non linéaires dans le canal propagation guidée optique et sur leur impact pour la conception et la réalisation des systèmes de communication.
- une formation sur les caractéristiques des canaux de propagation radioélectriques et sur leur

modélisation, suivie d'une introduction sur le choix pertinent de fonctions de communications adaptées aux différentes caractéristiques de canaux de transmission rencontrés en pratique.  
- Un BE illustrant les notions vues en cours et plus particulièrement ciblé sur le canal de transmission radioélectrique.

### 3. Modulation/Démodulation (6h de cours +6h de TP sur CCSS)

Ce chapitre débute par un rappel sur les modulations linéaires et la structure du récepteur en présence d'un canal gaussien à bande limitée. On propose ensuite une méthode systématique de conception du démodulateur optimal au sens de la minimisation de la probabilité d'erreur, qui exploite la connaissance de l'alphabet de modulation. Les étudiants seront sensibilisés à la problématique de la synchronisation entre l'émission et la réception.

### 4. Codage/Décodage (9h de cours +6h de TP sur CCSS)

Ce chapitre illustre à travers l'exemple des codes convolutifs, l'intérêt et la mise en oeuvre du codage de l'information. Une étude approfondie de l'algorithme de Viterbi permettra de comprendre le décodage. Une initiation aux turbocodes sera aussi proposée aux étudiants.

### 2. architecture RF et optique (6h de cours + 3h de BE + 3h de TP sur ADS)

Ce chapitre permet à l'étudiant d'analyser une ingénierie de liaison radio ou optique ou d'établir cette ingénierie (choix d'une architecture, choix des composants/blocs de base à partir de leurs paramètres "système", validation de la solution, spécification des caractéristiques)

### 5. ATELIER ou Approfondissement (12h )

cf. ci-après

## Travaux personnels encadrés

L'atelier de 10h30 portera au choix des élèves (en tenant compte de ce qu'ils ont déjà fait ou vont faire dans leur cursus) soit

#### ATE\_COM (Karine Amis)

Il s'agit ici d'approfondir certains concepts de communication numérique très présents dans les technologies actuelles : OFDM, MIMO, CDMA

#### ATE\_DSP (Annie Godet):

L'atelier DSP consiste à implanter un modulateur sur un processeur de traitement du signal. Il fera découvrir aux étudiants les concepts généraux d'architecture des DSP, le calcul en format fixe, les outils de développement. L'application leur permettra d'acquérir les connaissances fondamentales sur les principes de programmation des DSP.

#### ATE\_FPGA (Sylvie Kerouédan):

Les étudiants définiront et implanteront sur FPGA une fonction de modulation ou de codage. Puis ils simuleront leur circuit pour déterminer les caractéristiques de leur réalisation.

## Organisation

### Evaluation

2 notes permettront d'évaluer cette UV:

-> une note individuelle d'écrit de 1h30 lors de l'examen final (poids 3)

-> une note de rapport sur la réalisation pratique en binôme (poids 2)

### Activités programmées

C1-C2 (C)	3h	Y. Le Roux canal "espace libre"
-----------	----	------------------------------------

<b>C3-C4 (C)</b>	3h	M.Morvan canal
<b>C5-C6 (C)</b>	3h	R.Le Bidan Modulation
<b>C7-C8 (C)</b>	3h	R.Le Bidan Modulation 2
<b>TP1 (TP)</b>	3h	F.Le Pennec Y.Le Roux Modélisation de canaux sur ADS
<b>TP2 (TP)</b>	3h	R.Le Bidan modulation, prise en main de l'outil
<b>TP3 (TP)</b>	3h	R.Le Bidan Modulation
<b>C9-C10 (C)</b>	3h	R.Le Bidan synchronisation
<b>C11-C12 (C)</b>	3h	C.Langlais Codage 1
<b>C13-C14 (C)</b>	3h	C.Langlais codage 2
<b>C15-C16 (C)</b>	3h	C.Langlais Philosophie des Turbocodes
<b>C17-C18 (C)</b>	3h	M.Morvan réception/émission optique
<b>C19-C20 (C)</b>	3h	A.Peden réception / émission RF
<b>TP4 (TP)</b>	3h	R.Le Bidan codage sur CCSS
<b>TP5 (C)</b>	3h	C.Langlais R.Le Bidan codage sur CCSS
<b>BE1 (BE)</b>	3h	M.Moulinard optique
<b>TP6 (TP)</b>	3h	A.Peden modélisation RF sur ADS
<b>ATE1 (PC)</b>	3h	A.Godet S.Kerouedan C.Laot M.Le Gall séance 1 : présentation et début de l'atelier
<b>ATE2 (TP)</b>	3h	K.Amis A.Godet S.Kerouedan C.Langlais M.Le Gall séance 2
<b>ATE3 (TP)</b>	3h	K.Amis A.Godet S.Kerouedan C.Langlais M.Le Gall S.Saoudi séance3
<b>ATE4 (TP)</b>	1h30	A.Aissa El Bey A.Godet S.Kerouedan C.Langlais M.Le Gall séance4 : finalisation de l'atelier
<b>Exam1 (CC)</b>	1h30	S.Kerouedan R.Le Bidan écrit poids 2 dans la note

### Remarques

Les BE1 et TP2 sont en parallèles pour diviser en 2 le groupe d'élèves.  
Les TP2, TP3 et TP4 sont en parallèles pour diviser en 3 le groupe d'élèves.

### Supports pédagogiques

- des photocopies des transparents de cours
- des aides-mémoires pour l'utilisation des différents logiciels
- des énoncés de TP

### Lectures recommandées

- Introduction à la théorie de l'information et au codage de canal, A. Glavieux.
- Eléments de communications numériques, Tome 2, Chapitre 9, Bic, Imbeaux et Duponteil.
- Simon Haykin, "Communications Systems", 4th edition, Wiley, 2001.
- John G. Proakis, "Digital Communication", 4th edition, McGraw-Hill, 2001.
- John G. Proakis and Masoud Saheli, "Communication Systems Engineering", 2nd edition, Prentice-Hall, 2001

## UVMTSEB301-Communications sans fil

Responsable: Didier HERVÉ

### Modules de l'UV

F4B301A	Communications numériques sur canal sélectif en fréquences	Frédéric GUILLOUD	28h30	Fiche n°:7
F4B301B	Techniques avancées en codage et diversité dans les standards de téléphonie mobiles	Raphaël LE BIDAN	34h30	Fiche n°:8
F4B301C	UMTS	Samir SAOUDI	15h	Fiche n°:9

**Module F4B301A : Communications numériques sur canal sélectif en fréquences**

Responsable: Frédéric GUILLOUD

Raphaël LE BIDAN

Dernière mise à jour le: 06/03/17

**Présentation**

Le milieu de propagation est un milieu hostile, siège de perturbations diverses et variées propres au support physique ou fonction de l'environnement de propagation : l'onde émise subit des phénomènes d'atténuation à grande échelle liée à la distance entre les communicateurs et de réflexion, réfraction ou diffraction, générateurs de trajets multiples. Le canal est alors dit sélectif en fréquence (trajets multiples produisant une interférence entre symboles (IES)) et sélectif en temps en présence de non-stationnarité du signal reçu (effet Doppler).

Une étape fondamentale et préalable à la conception d'un système de transmission est la modélisation du canal de transmission. L'émetteur et le récepteur sont définis pour s'adapter aux spécificités du canal.

Le traitement de l'IES peut être résolu à l'émission ou en réception. En réception, la détermination des performances théoriques du récepteur optimal au sens de la minimisation de la probabilité d'erreur permet d'établir une borne théorique. La complexité d'un tel récepteur croît exponentiellement avec la longueur de l'IES et l'ordre de la modulation, ce qui le rend infaisable en pratique. La borne théorique sert alors de référence d'efficacité pour des récepteurs de moindre complexité. L'égalisation est une technique de traitement de l'IES offrant un bon compromis performance/complexité. Quelles soient linéaires (LE), à retour de décision (DFE) ou à annulation d'interférence (AI), les différentes structures d'égaliseur exploitées se déclinent dans leurs versions temporelle et fréquentielle.

Une technique de traitement de l'IES à l'émission, adoptée notamment pour les normes de la télévision numérique terrestre, TNT, et les réseaux locaux, WIFI/WIMAX, résout le problème d'IES en utilisant des modulations multi-porteuses orthogonales : l'OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

**Objectifs**

- Se familiariser avec les codes à décodage itératif (TCC, TCB et LDPC),
- se familiariser avec les techniques de codage spatio-temporelle

**Pré-requis**

Connaissances de base en communications numériques.

**Volume horaire :** 28h30

**Contenu détaillé**

- C1 : Modulation mono-porteuse & Décomposition sur une base - Récepteur optimal & critère MVP & Filtrage adapté Christophe
- C2 : Performances : taux d'erreur, rapport signal à bruit, choix de la constellation (influence de la géométrie) / Illustration des règles de design à partir d'exemples pratiques
- TP1 : Atelier performances
- C3 : Synchronisation
- TP2 : Simulateur Matlab (simulation en sur-échantillonné) - synchronisation trame par corrélation
- C4 : Egalisation numérique : structures d'égaliseurs (LE, DFE) et critère d'optimisation (MSE, ZF).
- C5 : Réalisation pratique des égaliseurs : filtre à longueur finie, égalisation adaptative.
- PC1 : Egalisation
- C6 : Récepteur optimal mono-porteuse (Viterbi)
- C7 : Egalisation aveugle & Méthode sous-espace (TP Master SISEA Signal)
- TP3 : Simulateur Matlab & égalisation
- C8-C9 : Notion de sélectivité en fréquence, gestion de l'IES : Modulation OFDM (préfixe cyclique, DFT/IDFT), Intro WiFi & WiMax
- TP4 : Mise en oeuvre d'une transmission OFDM

## Evaluation (1H30)

### Organisation

#### Evaluation

Contrôle continu : compte-rendu de TP

Contrôle surveillé (1H30)

#### Activités programmées

<b>C1-C2 (C)</b>	3h	C.Laot Récepteur optimal pour transmission mono-porteuse
<b>TP1 (TP)</b>	3h	C.Laot Atelier performances
<b>C3 (C)</b>	1h30	C.Laot Synchronisation
<b>TP2 (TP)</b>	3h	C.Laot Simulation chaîne de communication et synchronisation
<b>C4 (C)</b>	3h	C.Laot Sélectivité en fréquences et récepteur optimal
<b>PC1 (PC)</b>	1h30	C.Laot Algorithme de Viterbi
<b>C5-C6 (C)</b>	3h	C.Laot Egalisation
<b>TP3 (TP)</b>	3h	C.Laot Egalisation
<b>C7 (C)</b>	1h30	C.Laot Egalisation aveugle - Méthode sous-espace
<b>C8-C9 (C)</b>	3h	S.Houcke OFDM
<b>TP4 (TP)</b>	3h	S.Houcke OFDM
<b>CC (CC)</b>	1h30	C.Laot Contrôle de connaissances

#### Remarques

salles équipées pour les cours

salles de TP informatique équipées de licences Matlab pour les TPs

### Supports pédagogiques

- transparents de cours

### Lectures recommandées

J.G. Proakis, "Digital Communications", McGraw-Hill



## Module F4B301B : Techniques avancées en codage et diversité dans les standards de téléphonie mobiles

Responsable: Raphaël LE BIDAN

Dernière mise à jour le: 06/03/17

Frédéric GUILLOUD

### Présentation

Un canal sélectif en fréquence et/ou en temps permet de mettre en œuvre des techniques de diversité : une même information est disponible dans plusieurs observations aux atténuations corrélées, dont au moins une permet une restitution fiable de l'information originale. L'étalement de spectre est une technique de diversité, sur laquelle se base la technique d'accès multiple à répartition par code (CDMA) utilisée dans les systèmes radio-mobiles de troisième génération.

Le codage correcteur d'erreur est indispensable dans les systèmes numériques pour atteindre de faibles taux d'erreurs nécessaires à la transmission de données. Des techniques avancées de codage permettent de satisfaire les qualités de services. On abordera en premier lieu les Turbo Codes inventés à Télécom Bretagne dans les années 90 par C. Berrou et A. Glavieux. On décrira la construction de ces codes, leur décodage itératif et les applications. On présentera également les codes "Low Density Parity Check Codes" ou LDPC, inventés par R. Gallager en 1962 au MIT, et qui se décodent itérativement.

La multiplication des applications radio, couplée à la nécessité de débits sans cesse croissants se heurte à la raréfaction des bandes de fréquences libres et à la limitation de la puissance émise imposée par les organismes de régulation. L'exploitation de la diversité spatiale en disposant des antennes multiples à l'émission et/ou en réception définit les systèmes multi-émetteurs multi-récepteurs, solution à ce problème. Lorsque l'émetteur dispose d'une information sur l'état instantané du canal, des techniques de formation de voies ou de précodage linéaire permettent d'adapter l'émetteur à la configuration du canal. Sinon, les techniques de codage espace-temps sont utilisées pour obtenir une transmission robuste et fiable.

Toutes ces techniques sont utilisées pour concevoir les systèmes de téléphonie mobiles. Ce module se termine par une vision globale de la couche physique des standards 3G/4G et LTE.

### Objectifs

- Comprendre les choix techniques clés faits lors de la conception de la couche physique des principaux systèmes de transmission radio ,
- Etre capable de comprendre les spécifications de la couche physique d'un système de transmission numérique

### Pré-requis

Connaissances en communications numériques et codage de l'information, telles que dispensées par exemple dans les enseignements de mineure/majeure MTS.

**Volume horaire** : 34h30

### Contenu détaillé

C1 : modélisation des canaux sélectifs en temps (ex : canal radio-mobile, Rayleigh/Rice), effet Doppler, donner les quatre classes classiques

PC1 : Caractérisation du canal radio-mobile en regard du signal émis et dimensionnement

C2 : Réception sur canaux sélectifs en temps, non sélectifs en fréquence (modèle discret équivalent : nécessité d'une estimation de canal, modification des seuils de décision, et performances instantanées (conditionnelles à CSI) et moyennes (en  $1/\text{SNR}$ ) (variation temporelle de la  $P_e$ ) - Notions de diversité (types de canaux (slow/fast/block), MRC, performances et techniques de diversité

C3 : Rappels sur les codes correcteurs d'erreurs

TP1 : Simulation de l'algorithme BCJR

C4 : Codes LDPC

TP2 : Mise en oeuvre d'un encodeur / decodeur LDPC  
 C5 : Turbo codes convolutifs  
 TP3 : Pratique des turbo codes  
 C6 : Principe et techniques de l'étalement spectral  $\zeta$  DSSS  
 (temps/fréquence/étalement de spectre/espace (antennes))  
 Généralités sur les systèmes MIMO (9H)  
 C7-C9 : Principe des systèmes multi-émetteurs multi-récepteurs  
 - Notions de diversité. Capacité des MIMO  
 - Structures de détection  
 - Codes spatio-temporels  
 PC2 : Dérivation des équations des détecteurs conventionnels  
 TP4 : Travaux Pratiques : mise en oeuvre des détecteurs conventionnels pour une transmission  
 MIMO sur canal non sélectif en fréquences  
 Evaluation (1H30)  
 C10 : Techniques d'accès multiples TDMA / FDMA /CDMA + Accès aléatoire au canal + handover +  
 ARQ + notions de canaux physiques et logiques  $\zeta$   
 C11-C12 : LTE et LTE advanced

## Organisation

### Activités programmées

<b>C1 (C)</b>	1h30	R.Le Bidan Canaux sélectifs en temps et fréquences
<b>PC1 (C)</b>	1h30	R.Le Bidan Caractérisation du canal radio-mobile
<b>C2 (C)</b>	1h30	R.Le Bidan Réception sur canal sélectif en temps
<b>C3 (C)</b>	1h30	R.Le Bidan Rappels sur les codes correcteurs
<b>TP1 (TP)</b>	3h	R.Le Bidan Algorithme BCJR
<b>C4 (C)</b>	1h30	F.Guilloud Codes LDPC
<b>TP2 (TP)</b>	3h	F.Guilloud Mise en oeuvre des codes LDPC
<b>C5 (C)</b>	1h30	R.Le Bidan Turbocodes convolutifs
<b>TP3 (C)</b>	3h	R.Le Bidan Pratique des turbocodes
<b>C6 (CC)</b>	1h30	C.Laot Technique d'étalement spectral
<b>C7-C8 (C)</b>	3h	K.Amis Techniques MIMO.
<b>C9 (C)</b>	1h30	K.Amis Codes spatios-temporels
<b>PC2 (PC)</b>	1h30	K.Amis Détecteurs conventionnels
<b>TP4 (TP)</b>	3h	K.Amis Mise en oeuvre des détecteurs conventionnels MIMO
<b>C10 (C)</b>	1h30	C.Laot Techniques d'accès multiples

C11-C12 (C)      3h    E.Hardouin  
Standard radio-mobile LTE

### **Supports pédagogiques**

Copie des transparents de cours

### **Lectures recommandées**

- T. Rappaport, "Wireless communications, principles and practice," Prentice Hall PTR, 1996.
- W.C.Y. LEE, "Mobile cellular telecommunications systems", Mc Graw-Hill, New York, 1989.
- A. Glavieux et al., "Codage de Canal ; des bases théoriques aux turbocodes " , Ed. Hermès-Sciences.
- C. Berrou et al., "Codes et Turbocodes", Springer-Verlag France 2007.

**Module F4B301C : UMTS**

Responsable: Samir SAOUDI

Dernière mise à jour le: 25/04/17

**Présentation**

Sur le marché des mobiles, l'engouement du public et des professionnels pour les terminaux de poche, la concurrence très agressive entre les opérateurs ainsi que l'évolution de la technologie, modifient en profondeur les besoins et les usages des utilisateurs. Aujourd'hui les abonnés mobiles souhaitent bien sûr communiquer par la voix, mais ressentent aussi le besoin de transmettre des données (fichiers, images, accès au réseau Internet, etc)

La 3ème (ainsi que la 4ème) génération des systèmes, UMTS (Universal Mobile Telephone System) permet donc l'émergence de nouveaux services permettant diverses applications fonctionnant à des débits différents.

Ce cours a pour objectif de présenter le fonctionnement général du système de radio téléphone cellulaire de 3ème génération : UMTS.

Les domaines abordés dans ce module sont les suivants :

- description de l'interface radio UMTS (UTRA) proprement dite qui constitue le coeur du système
- la problématique liée à la détection multi-utilisateurs dans un système AMRC
- les séquences pseudo-aléatoires (GOLD, KASAMI)
- techniques de transmission pour la 4ème génération (MC-CDMA)

**Pré-requis**

Le module MAJ ou MIN sur "les Communications numériques"

**Volume horaire** : 15h

**Contenu détaillé**

- Cours 1 : Principe et techniques de l'étalement spectral
- Cours 2 : Détection multi-utilisateurs (Différents récepteurs)
- Cours 3 : Séquences pseudo-aléatoires (GOLD, KASAMI)
- Cours 4 : Interface radio UMTS-HSDPA
- Cours 5 & C6: Systèmes Multi-porteuses Multi-utilisateurs (MC-CDMA)

**Travaux personnels encadrés**

- TP1 : Détection multi-utilisateurs sous MATLAB
- TP2 : synthèse des systèmes MC-CDMA

**Organisation****Evaluation**

Notation du TP1

**Activités programmées**

<b>C1-C2 (C)</b>	3h	S.Saoudi Principe CDMA
<b>C3-C4 (C)</b>	3h	S.Saoudi Détection Multi-utilisateurs /interface radio UMTS

TP1 (TP)	3h	S.Saoudi Travaux Pratiques s. Matlab
C5-C6 (C)	3h	A.Mourad S.Saoudi MC-CDMA
TP2 (TP)	3h	S.Saoudi MC-CDMA

### Remarques

Le cours 5 est à prévoir en visio conférence avec Monsieur A.M.Mourad.  
 Pour l'ensemble des cours de ce module, la salle doit être équipée.  
 Pour le TP, il faut une salle informatique permettant l'utilisation du logiciel Matlab.

### Supports pédagogiques

"Radio Communications CDMA" -- M. TERRE  
 "Introduction à l'interface radio UMTS" -- M. TERRE  
 "Détection Multi Utilisateurs" -- S. SAOUDI

### Lectures recommandées

"Aspects réseaux de l'UMTS" -- X. LAGRANGE

## UVMTSEB301 C-Ingénierie des systèmes complexes

Responsable: Dominique DEGRUGILLIER

### Modules de l'UV

F1B301A Ingénierie des systèmes complexes

Jean-Philippe COUPEZ

63h Fiche n°:10

## Module F1B301A : Ingénierie des systèmes complexes

Responsable: Jean-Philippe COUPEZ

Dernière mise à jour le: 06/03/17

### Présentation

Cette U.V. de 63H propose une approche transversale des systèmes dits complexes. Elle est structurée autour des principales méthodes d'ingénierie système telles que l'Analyse des Besoins, l'Analyse Fonctionnelle, la Conception à Coût Objectif, l'Analyse de la Valeur, l'Analyse des Modes de Défaillance... Une étude de cas, fil conducteur de l'U.V., permet une mise en situation d'une équipe de concepteurs face à une demande d'un client final. Des professionnels, experts de ces méthodes de conception système, interviennent en tant que conférenciers et tuteurs. Ils guident les étudiants et les forment aux bonnes pratiques de ces méthodes.

Ce module a pour objectif de donner aux étudiants les concepts méthodologiques pour concevoir l'architecture d'un système complexe en partant de l'exigence du client.

### Objectifs

- Analyser et spécifier le besoin d'un client,
- Appliquer des méthodes et outils d'ingénierie système,
- Communiquer aux niveaux oral et écrit,
- Concevoir une solution système,
- Discuter avec un client,
- Formuler un cahier des charges,
- Travailler en groupe

### Pré-requis

Sans

**Volume horaire : 63h**

### Organisation

#### Evaluation

Evaluation sous 3 volets:

- Exercices et QCM sur les parties cours de fiabilité et sûreté de fonctionnement, analyse fonctionnelle et analyse de la valeur (notation individuelle)
- Présentation orale de l'étude de cas (notation groupe)
- Rapport de conception sur le sujet proposé dans l'étude de cas (notation groupe)

#### Activités programmées

<b>BE01 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan S.Rodriguez Contexte de l'exploration spatiale
<b>BE02 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan S.Rodriguez Présentation du projet TSSM et expression de besoin
<b>Cours01 (C)</b>	3h	I.Kanellos Cours sur la complexité
<b>Cours02 (C)</b>	3h	J.Coupez Cours sur l'ingénierie système
<b>Cours03 (C)</b>	3h	A.Azarian Cours sur la sûreté de fonctionnement
<b>Cours04 (C)</b>	3h	A.Azarian Cours sur la sûreté de fonctionnement

<b>Cours05 (C)</b>	3h	A.Azarian Cours sur la sûreté de fonctionnement
<b>BE03 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan S.Rodriguez AF externe, élaboration du CdCF
<b>BE04 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan S.Rodriguez Finalisation du CdCF, AF interne
<b>BE05 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan Finalisation de l'AF interne, conception de la solution
<b>BE06 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan Conception de la solution
<b>BE07 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan Conception de la solution
<b>BE08 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan Analyse de risques
<b>Cours06 (C)</b>	3h	A.Azarian Analyse fonctionnelle, analyse de la valeur
<b>Cours07 (C)</b>	3h	A.Azarian Analyse fonctionnelle, analyse de la valeur
<b>Cours08 (C)</b>	3h	A.Azarian Analyse fonctionnelle, analyse de la valeur
<b>BE09 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan Conception de la solution
<b>BE10 (BE)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan Finalisation de la conception de la solution
<b>Evaluation01 (CC)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan S.Rodriguez Soutenances des projets
<b>Evaluation02 (CC)</b>	3h	J.Coupez F.Gallee F.Guilloud P.Lassudrie-Duchesne M.Morvan S.Rodriguez Soutenances des projets, bilan du module
<b>Evaluation03 (CC)</b>	3h	A.Azarian Contrôle de connaissances (SdF, AF, AV)

## **UVMTSEB401-Ingénierie des réseaux**

Responsable: Didier HERVÉ

### **Modules de l'UV**

F2B407A	Technologies pour l'ingénierie des réseaux	Annie GRAVEY	35h	Fiche n°:11
F2B407B	L'ingénierie des réseaux par la pratique	Christophe LOHR	28h	Fiche n°:12

## Module F2B407A : Technologies pour l'ingénierie des réseaux

Responsable: Annie GRAVEY  
Christophe LOHR

Dernière mise à jour le: 06/03/17

### Présentation

Ce module fait partie de l'UV "Ingénierie des réseaux".

Il présente un panorama des technologies mises en œuvre dans les réseaux pour maîtriser la QoS offerte aux applications supportées. Le fonctionnement de TCP, le routage IP, les architectures MPLS et Diffserv sont analysés. Le cours montre également comment les applications (dont la téléphonie et les services video) sont portées par la couche IP. Des petites classes illustrent les concepts présentés lors des cours magistraux. Ce module est complété par une analyse individuelle d'un article portant sur un thème relatif à l'ingénierie de trafic.

Ce module est programmé en parallèle au module "L'ingénierie des réseaux par la pratique" afin de coupler la familiarisation avec les concepts et leur apprentissage pratique.

### Objectifs

- Comprendre les grandes problématiques de l'ingénierie de trafic
- Comprendre les technologies mises en oeuvre dans les réseaux (fonctionnement de TCP, routage IP, architectures MPLS et Diffserv, négociation et maîtrise de la QoS, )
- Être capable d'analyser un scénario réaliste de déploiement de service sur un réseau

### Pré-requis

Aucun pré-requis hormis la Mineure RES. Il peut y avoir un faible degré de recouvrement avec certains enseignements de Majeure RES.

**Volume horaire** : 35h

### Travaux personnels encadrés

Chaque élève devra présenter l'analyse d'un article ou white paper portant sur l'ingénierie de trafic. Cette présentation sera notée et comptera pour 20% de la note.

### Organisation

#### Evaluation

Le module "Technologies pour l'ingénierie des réseaux" sera évalué par un examen final de 1h30 qui comptera pour 40% de la note.

#### Activités programmées

<b>C1 (C)</b>	1h30 A.Gravey Modes de transport de l'information
<b>PC1 (PC)</b>	1h30 A.Gravey Analyse des causes de la latence dans un réseau
<b>C2 (C)</b>	1h30 A.Gravey Protocoles de transport au dessus de IP



<b>PC2 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Comportements de TCP et UDP
<b>C3 (C)</b>	1h30	A.Gravey Les contrats réseau
<b>PC3 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Fonctionnement du Token Bucket, mécanisme de Playout
<b>C4 (C)</b>	1h30	A.Gravey Gestion des tampons et de la congestion réseau
<b>PC4 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Mécanismes de scheduling
<b>C5 (C)</b>	1h30	A.Gravey Routage intra-domaine et inter-domaines
<b>PC5 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Algorithme de Dijkstra, mécanisme Spanning Tree
<b>C6 (C)</b>	1h30	A.Gravey Les architectures IntServ et DiffServ
<b>PC6 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Quelle architecture de QoS pour quel scénario réseau?
<b>C7/C8 (C)</b>	3h	A.Gravey Plans de transfert et de contrôle MPLS
<b>C9 (C)</b>	1h30	A.Gravey Architectures d'interconnexion réseau
<b>PC7 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Critères pour choisir un mode d'interconnexion
<b>C10/C11 (C)</b>	3h	A.Gravey Téléphonie sur IP
<b>C12 (C)</b>	1h30	A.Gravey Video sur IP
<b>PC8 (PC)</b>	1h30	A.Gravey Services multimedia sur IP
<b>Pres1 (PRES)</b>	3h	A.Gravey P.Gravey C.Lohr M.Morvan S.Vaton Présentation de l'étude bibliographique
<b>CC (CC)</b>	2h	A.Gravey Examen final du module F2B407A

### Remarques

Les cours de ce module seront entrelacés avec les TP du module F2B407B "L'ingénierie des réseaux par la pratique".

### Supports pédagogiques

voir MOODLE

### Lectures recommandées

voir MOODLE

## Module F2B407B : L'ingénierie des réseaux par la pratique

Responsable: Christophe LOHR  
Annie GRAVEY

Dernière mise à jour le: 06/03/17

### Présentation

Ce module est entièrement constitué de travaux pratiques réalisés pour moitié en laboratoire, et pour moitié à l'aide d'outils de simulation. Il permet d'illustrer les techniques présentées dans le module "Technologies pour l'ingénierie des réseaux".

Ces 2 modules doivent être programmés en parallèle afin de coupler la familiarisation avec les concepts et leur apprentissage pratique.

### Objectifs

- Appliquer et analyser en laboratoire les technologies réseaux ,
- Modéliser et simuler (avec NS2) des mécanismes d'ingénierie de trafic

### Pré-requis

Module F2B305A "Technologies pour l'ingénierie des réseaux"

**Volume horaire : 28h**

### Contenu détaillé

### Organisation

#### Evaluation

un examen de 1h30 portant sur les TP en laboratoire, en fin d'UV, comptant pour 20% de la note de l'UV

un BE de simulation sera noté, la note globale comptant pour 20% de la note de l'UV

#### Activités programmées

BE1 (BE)	3h	A.Gravey Atelier Network Simulator. Prise en main du simulateur
TP1 (TP)	3h	C.Lohr Laboratoire ETHERNET (salle réseau)
BE2 (BE)	3h	A.Gravey Atelier Network Simulator. Le comportement de TCP
TP2 (TP)	3h	C.Lohr Laboratoire TCP (salle réseau).
BE3 (BE)	3h	A.Gravey Atelier Network Simulator. Routage
TP3 (TP)	3h	C.Lohr Laboratoire routage (salle réseau)
BE4 (BE)	3h	A.Gravey Atelier Network Simulator. la QoS en réseau
TP4 (TP)	3h	C.Lohr Laboratoire QoS sur équipements CISCO (salle réseau)

TP5 (TP)	3h	C.Lohr Laboratoire VoIP (salle réseau)
CC (CC)	1h	C.Lohr Contrôle final portant sur les TP en laboratoire

### **Supports pédagogiques**

voir MOODLE

### **Lectures recommandées**

voir MOODLE

## **UVMTSEB501-Réseaux d'opérateurs : de l'accès au coeur**

Responsable: Didier HERVÉ

### **Modules de l'UV**

F12B503A Réseaux d'opérateurs: de l'accès au coeur

Michel MORVAN

63h Fiche n°:13

## Module F12B503A : Réseaux d'opérateurs: de l'accès au coeur

Responsable: Michel MORVAN  
Annie GRAVEY

Dernière mise à jour le: 25/04/17

### Présentation

Les réseaux d'opérateurs télécoms se caractérisent notamment par leur grande complexité, des évolutions technologiques continues et rapides, des investissements importants, de fortes contraintes opérationnelles, une clientèle nombreuse et diversifiée. De surcroît, la concurrence introduite depuis la déréglementation y ajoute une dimension économique stratégique.

Ainsi, l'exercice du métier d'ingénieur télécom doit plus que jamais s'appuyer sur une approche globale articulant les trois volets technique, économique et réglementaire.

A l'issue du module, les étudiants doivent notamment être capables de décrypter les articles de la presse économique consacrés aux télécoms et technologies de l'information, et d'en tirer les enseignements techniques et stratégiques pour l'exercice de leur métier d'ingénieur.

En esquissant un panorama basé sur ces trois volets, cette UV propose une vision transversale et intégrée des réseaux d'opérateurs, avec une forte orientation sur les aspects architecture. En complément de la formation académique, l'enseignement fait largement appel à des professionnels chevronnés, exerçant chez des constructeurs, des opérateurs ou dans le conseil. Ils décrivent et expliquent les technologies et leur mise en œuvre opérationnelle, la gestion des migrations technologiques en cours (passage à la VOIP, arrivée du FTTH, téléphonie 4G, etc.). La relation avec le contexte économique et réglementaire est explicitée et illustrée par des exemples actuels (marchés de l'ADSL, déploiement du FTTH, marché de la téléphonie mobile, etc.).

Ces cours et conférences sont illustrés par des bureaux d'études essentiellement consacrés aux architectures des réseaux d'accès ou de cœur.

A l'issue du module, les étudiants doivent notamment être capables de décrypter les articles de la presse économique consacrés aux télécoms et technologies de l'information, et d'en tirer les enseignements techniques et stratégiques pour l'exercice de leur métier d'ingénieur.

### Objectifs

- Être capable d'analyser l'architecture des réseaux d'opérateurs et leurs choix techniques,
- Être capable d'analyser la macro-économie des opérateurs de télécommunications et plus particulièrement le modèle économique des services télécoms,
- Être capable d'évaluer l'influence de la réglementation sur le positionnement technologique et marketing des opérateurs,
- Être capable de choisir et/ou comparer les techniques et protocoles de réseaux utilisés ou utilisables par les opérateurs dans leurs réseaux,
- Être capable de dimensionner des plaques de réseaux d'accès ou métropolitains,
- Être capable de définir l'architecture de réseaux de complexité moyenne

### Pré-requis

Des connaissances de base en réseau et en transmission (IP, Ethernet, protocoles opérateurs) sont un plus.

**Volume horaire** : 63h

### Contenu détaillé

- Annie Gravey-M. Morvan : Ouverture de l'UV et cours d'introduction aux réseaux (3h)
- C. de Jacquilot : Evolution technique et juridique des télécommunications (6h)
- M. Borgne : Technologies xDSL (3h)
- M. Morvan : Réseaux optiques WDM/SDH (3h)
- F. Bourgart : L'optique dans les réseaux d'accès (3h)
- A. Gravey : BE1 : architecture de service sur ADSL (3h)
- C. Paquet : Architectures et services dans la boucle locale (6h)

F. Weiss : Techniques WiFi et WIMAX (3h)  
 J.F. Huguet : L'opérateur alternatif et ses stratégies (3h)  
 J.F. Huguet : Réseaux mobiles 3G et 4G, les MVNO (3h)  
 A. Gravey : BE2 : technologie et architecture VOIP (3h)  
 D. Delport : Déploiement de réseaux WiFi en milieu rural (3h)  
 B. Fracasso : La protection en couche PHY dans les réseaux (3h)  
 P. Gravey : Réseaux à couche photonique (3h)  
 A. Gravey-M. Morvan BE3 : le PON (3h)  
 A. Gravey-M. Morvan BE4 : étude de PBB et PBT (3h)  
 B. Fracasso : BE5 : dimensionnement d'un anneau (3h)  
 M. Morvan : BE6 : dimensionnement d'un réseau maillé (3h)  
 Contrôle : Examen final (3h)

## Organisation

### Evaluation

L'évaluation du module s'effectue en contrôle continu pour 40% (2 bureaux d'étude notés) et par examen écrit final pour 60%.

### Activités programmées

<b>Conf1 (CONF)</b>	3h	C.De Jacquelot Evolution technique et juridique des télécoms
<b>Conf2 (CONF)</b>	3h	C.De Jacquelot Evolution technique et juridique des télécoms
<b>C1/C2 (C)</b>	3h	A.Gravey rappels sur les réseaux
<b>C3/C4 (C)</b>	3h	A.Gravey principaux protocoles télécom et datacom
<b>C5/C6 (C)</b>	3h	B.Fracasso Protection et Restauration
<b>C7/C8 (C)</b>	3h	M.Morvan C.Paquet SDH : principes, architectures
<b>C9/C10 (C)</b>	3h	M.Morvan WDM : ingénieries et équipements
<b>BE1 (BE)</b>	3h	B.Fracasso A.Gravey M.Morvan Dimensionnement d'un anneau SDH
<b>C11/C12 (C)</b>	3h	A.Gravey couches 2 et 3: ATM, VPN, MPLS
<b>BE2 (BE)</b>	3h	B.Fracasso A.Gravey M.Morvan dimensionnement d'un réseau maillé
<b>Conf3 (CONF)</b>	3h	M.Borgne technologies XDSL
<b>C13/C14 (C)</b>	3h	M.Gagnaire Ethernet, metro Ethernet, Ethernet dans l'accès
<b>Conf4 (CONF)</b>	3h	F.Bourgart l'optique dans le réseau d'accès
<b>BE3 (BE)</b>	3h	B.Fracasso A.Gravey M.Morvan étude d'un PON

<b>C15/C16 (C)</b>	3h	F.Weis Wi-Fi et WiMax
<b>BE4 (BE)</b>	3h	A.Gravey F.Weis étude d'une cellule Wi-Fi
<b>Conf5 (CONF)</b>	3h	P.Gravey Introduction aux réseaux à couche photonique et couche optique brassée
<b>Conf6 (CONF)</b>	3h	C.Paquet Architectures et services de la boucle locale
<b>Conf7 (CONF)</b>	3h	J.Huguet L'opérateur alternatif dans les réseaux fixes
<b>Conf8 (CONF)</b>	3h	J.Huguet Stratégie des opérateurs mobiles virtuels
<b>CC (CC)</b>	3h	A.Gravey M.Morvan Evaluation de l'UV

### **Supports pédagogiques**

Polycopiés Télécom Bretagne  
Supports de cours des intervenants.

### **Lectures recommandées**

Articles de journaux et revues spécialisés, littérature technique Télécom et Réseau sur la VOIP, la téléphonie mobile 3G et 4G, etc. Tutoriaux technologiques des constructeurs.  
Les revues en ligne spécialisées en télécoms (Ex: Lightreading) donnent également beaucoup de matière à réflexion.