

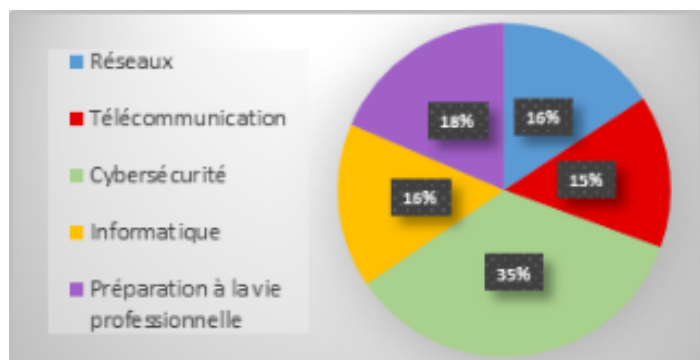
Master Réseaux et Télécommunications

Parcours Télécommunications, Réseaux et Cybersécurité

Objectifs

Le Master Télécommunications, Réseaux et Cybersécurité permet de former des diplômés ayant acquis les connaissances théoriques et les compétences pratiques pour s'insérer aisément dans les métiers de l'informatique, des télécommunications, des réseaux et de la cybersécurité.

Ce parcours est construit sur quatre disciplines fortement techniques que sont **les Télécommunications, les Réseaux, l'Informatique et la Cybersécurité** (voir Figure 1). Les disciplines enseignées se composent pour moitié d'enseignement théoriques et de spécialité et pour l'autre moitié d'enseignements pratiques (travaux pratiques, mini-projets et projets longs). Les diplômés sont ainsi à même de maîtriser les technologies actuelles et de demain dans chacune de ces disciplines. **Le master TRC est reconnu en tant que formation en cybersécurité** au niveau national.



Le Master Télécommunications, Réseaux et Cybersécurité fait preuve d'un partenariat fort avec les industriels locaux et régionaux. **La formation est ouverte à l'alternance** permettant ainsi une professionnalisation continue entre l'entreprise et les enseignements dispensés à l'université (par période de trois à quatre semaines).

Bien que particulièrement professionnalisante, la formation offre les fondamentaux pour une poursuite d'études en doctorat. Le stage de 6 mois se déroulant en fin de cursus peut donc être effectué indistinctement en laboratoire ou en entreprise.



Compétences acquises

Le titulaire du Master Télécommunications et Réseaux est un professionnel qui pourra faire valoir des compétences techniques et pratiques dans les quatre domaines suivants :

Télécommunications :

- Choisir, adapter et optimiser des techniques de compression de données (voix, data et vidéo) et de codage correcteur d'erreurs
- Appréhender les normes de transmissions numériques et les technologies d'accès radio (2G, 3G, 4G et 5G)

Réseaux :

- Concevoir, dimensionner et administrer l'architecture et les protocoles réseaux

- Automatiser le déploiement et la configuration des réseaux grâce aux réseaux programmables et virtualisés
- Analyser et intégrer les solutions de Voix sur IP
- Maîtriser et mettre en œuvre les concepts de qualité de service (QoS)
- Superviser et appliquer un plan de continuité

Informatique :

- Gérer un projet en mode agile
- Concevoir des spécifications fonctionnelles et techniques
- Participer aux développements de projets conséquents

Cybersécurité :

- Concevoir et déployer une politique de sécurité
- Réaliser un cycle de vie sécurisé d'un développement logiciel
- Mettre en œuvre des stratégies de défense
- Réaliser des analyses de risque en suivant les normes ISO 2700X
- Détecter et réagir aux attaques
- Mettre en œuvre un plan de continuité d'activités

Conditions d'accès

Le Master s'adresse préférentiellement aux étudiants titulaires d'une licence du domaine des Réseaux et Télécommunications ou d'Informatique. Plus généralement, les étudiants ayant une licence du domaine de la formation "Sciences, Technologies, Santé" peuvent candidater.

L'accès à cette formation est également possible par le biais de la formation continue suivant les différents dispositifs de validation des acquis (VAE, VAPP 85 et VES).

Afin de garantir la qualité de la formation et la reconnaissance qu'elle a auprès du monde professionnel, **le Master Télécommunications, Réseaux et Cybersécurité est limité à 20 étudiants**. Les candidats sont choisis **sur dossier en fonction de leur qualité, de leur rigueur et de leur capacité de travail**.

Prérequis recommandés : Avoir des connaissances de base en réseaux et disposer d'un socle scientifique solide en électronique, mathématique et informatique.

Poursuites d'études

Ce parcours est indifférencié (recherche et professionnel) et est construit de sorte que les diplômés du Master Télécommunications, Réseaux et Cybersécurité puissent s'insérer directement dans le monde professionnel ou, pour ceux qui se destinent aux métiers de la recherche, poursuivre leurs études pour préparer un doctorat.

Par exemple, une partie des projets est orientée sur des problématiques d'entreprises du secteur, alors qu'une autre partie est orientée vers la recherche. Durant la totalité de son parcours, l'étudiant a ainsi l'occasion d'être confronté aux deux problématiques.

Chaque année, les différentes équipes de recherche du Laboratoire Lab-STICC UMR CNRS 6285 proposent des sujets de thèse financés et accessibles aux diplômés du Master.

Insertion professionnelle

Le diplômé du Master TRC est appelé à exercer principalement le métier d'ingénieur qui concourt à la mise en œuvre des Systèmes de Télécommunications et Réseaux et de la Cybersécurité. Les métiers occupés par les étudiants promus sont : Administrateur systèmes et réseaux, Architecte réseau, Audité de sécurité technique, Architecte sécurité, Analyste réponse aux incidents de sécurité, Ingénieur IP et Vidéo, Ingénieur en télécommunications, Ingénieur avant-vente, Chef de projet...

Le Master Télécommunications et Réseaux est une formation d'excellence. Les chiffres clefs (recensés en 2019) concernant l'insertion professionnelle (c'est-à-dire le 1er emploi après diplomation) sont :

- Insertion professionnelle : **100% des diplômés trouvent un travail 6 mois après l'obtention de leur diplôme.** Le **temps d'obtention médian d'un travail est de 0,75 mois** après diplomation.
- Revenu net mensuel : Le **revenu net mensuel médian est de 2300€.**
- Répartition géographique : **20% des diplômés trouvent un emploi en Bretagne**, 50% en Ile de France, et 30% dans une autre région.

Infos pratiques

Faculté des Sciences et Techniques à Brest

Ouvert en stage

Contacts

Responsable pédagogique

David ESPES

Contact administratif

Secrétariat du Département Electronique

secretariat-electronique@univ-brest.fr

Tel. 02 98 01 79 92

Programme

M1

Semestre 7

Cryptographie et sécurité	44h
Cyber-protection des systèmes d'information	52h
Développement opérationnel (DevOps)	52h
Base de données, multi-tâches et programmation	44h
Processus et signaux aléatoires	44h
Préparation à la vie professionnelle	
- 1 EC d'anglais au choix selon résultats	
- Anglais	22h
- Anglais certification	22h
- Communication	22h
- Entreprise	10h

Semestre 8

Architectures réseaux virtualisées et programmables	50h
Introduction au traitement d'images	44h
Théorie de l'information et codage	44h
Bureau d'études / TAL	50h
Préparation à la vie professionnelle	
- Anglais	22h
- Communication	22h
- Entreprise	10h

M2

Semestre 9

Analyse de risque en sécurité	46h
Communications numériques et sécurisation de la couche physique	56h
Cyberdéfense des systèmes d'information	46h
Sécurité Logicielle	46h
Vidéo numérique, parole et protection des contenus multimédias	44h
Préparation à la vie professionnelle	
- 1 EC d'anglais au choix selon résultats	
- Anglais	22h
- Projet spécialité en anglais	10h
- Communication	22h
- Entreprise	10h

Semestre 10

Gestion et mise en œuvre automatisée des politiques de sécurité	46h
Technique d'accès multiple : Furtivité des communications	32h
Bureau d'études	40h
Stage en entreprise ou laboratoire (4 à 6 mois)	620h

Dernière mise à jour le 02 mars 2022

Cryptographie et sécurité

Présentation

La cryptographie est à la base de la sécurisation des transmissions. Connaître les principes de la cryptographie, les principaux algorithmes avec leurs forces et leurs faiblesses est indispensable au concepteur d'un système sécurisé.

Dans cette UE, nous donnons à l'étudiant une bonne connaissance des principes essentiels, une description des algorithmes importants, afin qu'il puisse choisir la méthode la plus adaptée à un contexte donné, en aillant une bonne compréhension de ses faiblesses potentielles.

Un accent particulier est également mis sur le chiffrement homomorphe qui permet de confier à un serveur un calcul complexe sans divulguer les données, et est donc par là-même appelé à connaître un essor important avec le développement du « cloud computing ».

Une sensibilisation à la vulnérabilité des principaux algorithmes actuels à une attaque par ordinateur quantique terminera cet enseignement.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 12h

Travaux Pratiques : 16h

Objectifs

- > Connaître les principes de la cryptographie et quelques algorithmes importants.
- > Savoir choisir la méthode adaptée en fonction d'un cahier des charges.

Pré-requis nécessaires

Notions mathématiques : calcul modulaire, polynômes, vecteurs et matrices.

Compétences visées

- > Algorithmes de chiffrement à clés secrètes et à clés publiques.
- > Etude détaillée d'algorithmes: RC4, AES, RSA Fonctions de hachage.
- > Signature cryptographique. Authentification.
- > Déléguer un calcul sans divulguer ses données : chiffrement homomorphe.
- > Distribution quantique des clés : exemple du réseau Chinois QUESS.
- > Cryptosystèmes basés sur les codes correcteurs d'erreurs et sensibilisation à la cryptographie post-quantique (résistance à un attaquant disposant d'un ordinateur quantique).

Bibliographie

Des références actualisées chaque année seront fournies en cours.

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		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		100%	

Cyber-protection des systèmes d'information

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 16h

Travaux Pratiques : 20h

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%	

Développement opérationnel (DevOps)

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 16h

Travaux Pratiques : 20h

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%	

Base de données, multi-tâches et programmation

Présentation

Cette UE se déroulera sous la forme de cours, TD et TP (mini-projet).
Il y a 2 parties : les applications bases de données et les systèmes multi-tâches.

Objectifs

- > Savoir concevoir une base de données de type relationnel.
- > Savoir exploiter la base via les requêtes SQL et le développement d'application WEB.
- > Comprendre les problématiques temps réel, acquérir les bases de la programmation parallèle

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 10h

Travaux Dirigés : 6h

Travaux Pratiques : 28h

Compétences visées

Bases de données :

- > Etre en mesure d'effectuer une analyse informationnelle pertinente à partir d'un cahier des charges.
- > Savoir effectuer une migration de données existantes dans une base de données relationnelle.
- > Maitriser la modélisation Entités/Association.
- > Savoir concevoir une base de données de type relationnelle : 1) MCD : Modèle Conceptuel de Données (Entités, Associations, Cardinalités)
2) MLD : Modèle Logique de Données (Tables, Colonnes, clés primaires et étrangères) 3) MPD : Modèle Physique de Données (implémentation dans un SGBD, implémentation graphique avec par ex. phpmyadmin)
- > Savoir utiliser le langage SQL et développer une application WEB/PHP pour exploitation de la base de donnée.

Multi-tâches :

- > Appréhender les problématiques temps réel et multitâche
- > Comprendre les problématiques associées à la programmation multitâche/parallèle (synchronisation, concurrence, ressource critique)
- > Connaitre et utiliser les outils permettant de gérer ces problématiques typiques (sémaphores)
- > Maitriser un environnement de développement Temps Réel Multitâche (Windriver VxWorks)

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	42%	BDD (Bases de Données)
UE	CC	Travaux Pratiques		18%	BDD (Bases de Données)
UE	CC	Travaux Pratiques		40%	MT (Multi-Tâches)

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
UE	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	60%	BDD (Bases de Données)
UE	Contrôle ponctuel	Oral	20	40%	MT (Multi-Tâches)

Processus et signaux aléatoires

Présentation

Le modèle de signal déterministe ne suffit pas pour décrire les signaux naturels (la parole, signaux audio, biologiques, électrocardiogramme etc..) qui sont, par nature, aléatoires. La caractérisation des signaux aléatoires permet d'extraire des paramètres caractéristiques en vue de l'analyse et l'interprétation. La connaissance de ces caractéristiques est primordiale en vue de l'extraction d'un signal d'intérêt noyé dans le bruit ou en vue la dissimulation intensionnelle d'un signal d'intérêt dans du bruit. La maîtrise des outils pour mesurer les interactions entre signaux, permet de les quantifier afin de les atténuer (éviter). D'autres applications consistent à générer des signaux pour créer des interférences en vue du brouillage d'un signal cible.

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 22h

Travaux Dirigés : 22h

Objectifs

- > Analyser et caractériser les signaux aléatoires en vue de leur exploitation pour des applications en situations réelles (transmission de signaux, détection sonar, Radar, détection d'intrusion, médecine, etc..).
- > Maîtriser le filtrage des signaux aléatoires (discrets et continus).
- > Extraction de périodicités cachées dans un signal intercepté.
- > Détection d'un signal noyé dans du bruit.
- > La maîtrise du calcul des inter-corrélations entre les signaux pour éviter les interférences entre les signaux mais aussi pour générer le brouillage.
- > Comprendre et implémenter des outils qui permettent de réduire les interférences entre les signaux
- > Mesurer les inter-corrélations entre les signaux afin de mettre en évidence les interférences entre eux à éviter, ou en vue de générer des signaux pour le brouillage.

Pré-requis nécessaires

Probabilités et variables aléatoires ; Théorie du signal déterministe. Filtrage linéaire à temps continu et à temps discret.

Compétences visées

- > Appréhender les outils de caractérisation des signaux aléatoires
- > Savoir mesurer et quantifier l'indépendance entre les signaux (fonctions de covariance, corrélation, etc..).
- > Analyse spectrale des processus et signaux aléatoires stationnaires au second ordre (PASSO). (Périodogramme, Densité spectrales de puissance).
- > Appréhender les outils d'extraction d'un signal d'intérêt dans un mélange de signaux.
- > Bruit blanc, bruit Gaussien, signaux cyclo-stationnaires.

Bibliographie

- [1] - A. Mansour, A. Quinquis, E. Radoi, Signaux et systèmes : Signaux, filtrage et décision, ISBN 978-2746248595, Lavoisier Hermès Science Publications, Paris, 2019.
- [2] - G. Jourdain, Cours de traitement du signal, Institut Polytechnique de Grenoble, 2009.
- [3] - Francis Cottet, Traitement des signaux et acquisition de données : cours et exercices corrigés, Paris : Dunod, 2009.
- [4] - André Quinquis, Emanuel Radoi, et al., Le traitement du signal sous Matlab® : pratique et applications, Paris : Hermès science publications : Lavoisier, 2007.
- [5] - Messaoud Benidir, Théorie et traitement du signal. 2, Méthodes de base pour l'analyse et le traitement du signal : Cours et exercices corrigés, Paris : Dunod, 2004.
- [6] - Alain Yger, Théorie et analyse du signal : cours et initiation pratique via MATLAB et SCILAB, Paris : Ellipses, 1999.
- [7] - Robert Dalmasso, Patrick Witomski, Analyse de Fourier et applications : exercices corrigés, Paris, Masson, 1996.
- [8] - Gilbert Demengel, Paul Bénichou, Rosine Bénichou, Distributions et applications : séries de Fourier, transformations de Fourier et de Laplace : outils pour l'ingénieur, Paris : Ellipses, 1996.
- [9] - Paul Bénichou, Rosine Bénichou, Norbert Boy, Séries de Fourier, transformation de Laplace, Paris : Ellipses, 1995. D'autres références, actualisées chaque année, seront fournies en cours

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%	

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

1 EC d'anglais au choix selon résultats

Anglais

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 11h

Travaux Dirigés : 11h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/2	
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/2	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	30	1/1	

Anglais certification

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 11h

Travaux Dirigés : 11h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	165	1/2	
EC	CC	Oral	15	1/2	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	15	1/1	

Communication

Présentation

Cet enseignement vise à permettre à l'étudiant ou l'étudiante de :

- > Maîtriser une culture scientifique de spécialité et faire de la vulgarisation scientifique
- > Affiner son projet professionnel, pour mieux se projeter dans le monde professionnel
- > Animer une réunion

2 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 7h

Travaux Dirigés : 15h

Objectifs

Maîtriser une culture scientifique de spécialité et faire de la vulgarisation scientifique

- > Effectuer de la valorisation scientifique
- > Communiquer sur ses travaux scientifiques
- > Savoir présenter un exposé de vulgarisation scientifique
- > Développer des compétences rédactionnelles en rédigeant un article scientifique ou un article de médiation scientifique

Affiner son projet professionnel, se projeter dans le monde professionnel

- > Savoir créer un fiche de poste
- > Être capable de sélectionner des candidats dont le profil est en adéquation avec une fiche de poste

Animer une réunion

- > Prendre la parole en réunion

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	Contrôle ponctuel	Oral	15	1/1	

Entreprise

1 crédits ECTS

Volume horaire

Autres : 10h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Autres	Autre modalité	Autre nature			Validation par "Badge"- Pas de session 2

Architectures réseaux virtualisées et programmables

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 16h

Travaux Pratiques : 18h

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%	

Introduction au traitement d'images

Présentation

Outils de base du traitement et de la protection des images, illustrés par de nombreux exemples d'applications : représentation de la couleur, filtrage bidimensionnel appliqué à la réduction du bruit et à la restauration d'images floues, compression appliquée à la réduction du volume mémoire occupé par une photographie numérique, reconnaissance de l'écriture, sécurisation d'une photo par tatouage.

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 8h

Travaux Pratiques : 20h

Objectifs

Acquérir une vision d'ensemble du domaine du traitement et de la protection des images, à travers des applications variées. Les détails mathématiques trop complexes sont volontairement évités, au profit de l'explication de la démarche à adopter face à un problème de traitement d'images.

Pré-requis nécessaires

Connaissances de base en mathématiques, notamment les notions de matrice et de vecteur, et en traitement du signal (filtrage numérique). Programmation en Matlab.

Compétences visées

- > Images numériques, formats d'images, représentation de la couleur.
- > Compression d'images: transformations linéaires, quantification vectorielle, JPEG
- > Filtrage bidimensionnel. Application à la réduction de bruit et à la détection de contours.
- > Restauration d'images floues et application à la correction des défauts d'acquisition (bougé, défocalisation).
- > Introduction à la reconnaissance de formes: caractérisation et classification de chiffres manuscrits.
- > Introduction à la notion de réseau de neurones, application à l'image.
- > Sécurité : protection des images par tatouage.
- > Tatouage détectable et indétectable.
- > Résistance du tatouage aux attaques et aux transformations (compression, photocopie, ...).

Bibliographie

1. Gilles Burel, «Introduction au traitement d'images. Simulation sous Matlab », Hermès Sciences Publications
2. William K. Pratt, "Digital Image Processing", Wiley-Interscience publications
3. Des références bibliographiques actualisées chaque année seront données en cours.

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		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	90	100%	

Théorie de l'information et codage

Présentation

Les transmissions numériques reposent très largement sur la capacité à coder et décoder les données, afin d'une part de réduire les débits nécessaires (codage de source) et d'autre part de sécuriser l'intégrité des données (codage de canal). Cette UE présente les principes du codage, en l'illustrant par des exemples concrets. Les éléments de théorie de l'information nécessaires à la compréhension du codage sont également présentés.

6 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 12h

Travaux Pratiques : 16h

Objectifs

- > Donner à l'étudiant une bonne maîtrise des techniques de codage/décodage qui sont à la base des normes de communications numériques récentes.
- > Sensibiliser les étudiants aux avantages du numérique pour la sécurisation de l'intégrité des informations.

Pré-requis nécessaires

- > Notions mathématiques de base : fonction logarithme, vecteurs et matrices.
- > Probabilités.
- > Eléments de calcul polynômial, notamment la division Euclidienne des polynômes.

Compétences visées

- > Description sommaire d'une chaîne de transmission : source, codeur de source, codeur de canal, émetteur, canal de transmission.
- > Théorie de l'information : mesure de l'information, entropie, entropie conditionnelle, entropie conjointe, propriétés des entropies, relations entre les entropies, mesure de l'information transmise sur un canal, capacité du canal, adaptation d'une source au canal.
- > Codage de source : Introduction, classification des codes, code à longueur fixe, code à longueur variable, code sans préfixe, code instantané, code non séparable, inégalité de Kraft/Mc Millan, limite inférieure de la longueur moyenne d'un code, longueur moyenne d'un code, longueur moyenne minimale d'un code, premier théorème de Shannon : démonstration, extension de source, entropie des sources étendues, notion d'efficacité et de redondance, procédure de construction des codes, procédure de Shannon-Fano, procédure de Huffman, procédure de Shannon-Fano et d'Huffman.
- > Codage de canal : classification des codes, principe des codes en bloc linéaires (CBL), paramètres de performance, matrice génératrice et matrice de contrôle de parité, code dual, correction des erreurs basée sur le syndrome, capacité de détection et de correction d'erreurs d'un CBL, codes de Hamming et codes à longueur maximale, limite du rendement d'un CBL et lien avec la capacité du canal, probabilité d'erreur en sortie du décodeur de canal, codes cycliques, représentation polynomiale, polynôme générateur et matrice génératrice d'un code cyclique, construction des codes cycliques, décodage des codes cycliques, codes de Golay et BCH.

Bibliographie

1. A. Spataru, Fondement de la théorie de la transmission de l'information (Presses polytechniques et universitaires romandes).
2. M. Joindot et A. Glavieux, Communications numériques (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		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	90	100%	

Bureau d'études / TAL

6 crédits ECTS

Volume horaire

Projet tutoré : 50h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

Anglais

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 11h

Travaux Dirigés : 11h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	90	1/2	
EC	CC	Autre nature	15	1/2	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Communication

Présentation

A l'issue de cet enseignement, l'étudiant ou l'étudiante sera capable de

- > Développer une analyse critique des médias
- > Argumenter

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 15h

Cours Magistral : 7h

Objectifs

Développer une analyse critique des médias

- > Connaître de monde de l'édition scientifique et le presse généraliste et de spécialité
- > Parcourir des articles de presse pour localiser et sélectionner une information
- > Prendre de la distance par rapport à un article de presse écrite, Savoir le considérer avec objectivité, s'interroger sur sa forme et évaluer ses qualités et pertinences.
- > Elaborer et mener une revue de presse
- > sélectionner les informations scientifiques qui feront l'objet d'un dossier de presse
- > Rédiger un dossier de presse
- > Collaborer et échanger des informations

Argumenter

- > Découvrir les mécanisme de l'argumentation

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	15	1/1	

Entreprise

1 crédits ECTS

Volume horaire

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
EC	CC	Autre nature		1/2	Pas de session 2

Analyse de risque en sécurité

5 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 14h

Travaux Pratiques : 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	120	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Communications numériques et sécurisation de la couche physique

Présentation

La plupart des standards actuels de télécommunications utilisent la technologie multi-porteuses de type OFDM et ses dérivées.

Cette UE permet d'appréhender finement cette technologie.

Un accent particulier est également mis sur la sécurisation du canal de transmission entre deux utilisateurs légitimes.

5 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 20h

Travaux Dirigés : 16h

Travaux Pratiques : 20h

Objectifs

Comprendre les défis et les enjeux de la couche PHY dans les systèmes de communications numériques.

Compétences visées

- > Étude des paramètres fondamentaux d'une chaîne de communications numériques (débits, filtrage de Nyquist, bande/efficacité spectrale, modulations linéaires, PAPR, capacité canal, SNR, BER, bilan de liaison et sensibilité du récepteur).
- > Étude de la couche PHY des systèmes multi-porteuses de type OFDM à travers les standards actuels.
- > Introduction à la sécurisation de la couche PHY (techniques de codage, génération de clé à partir des caractéristiques du canal radio des utilisateurs légitimes).

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	Écrit - devoir surveillé	90	60%	
UE	CC	Travaux Pratiques		40%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Cyberdéfense des systèmes d'information

5 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 16h

Travaux Dirigés : 14h

Travaux Pratiques : 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	120	100%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Sécurité Logicielle

4 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 14h

Travaux Dirigés : 12h

Travaux Pratiques : 20h

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%	

Vidéo numérique, parole et protection des contenus multimédias

Présentation

Avec les progrès en matière de transmission et de stockage en ligne, la quantité de contenus numériques tels que la parole et la vidéo sur internet a explosé et continue d'augmenter. Cela a conduit au développement d'un grand nombre d'algorithmes de plus en plus sophistiqués afin de réduire le débit de transmission et la quantité d'information à stocker ainsi que de protéger les données.

Ce cours s'intéresse aux principaux flux de données que sont les signaux audio et la vidéo numérique qui circulent sur le réseau. La compression de la vidéo numérique ainsi que les méthodes de codage à très bas débit du signal audio sont décrites. La protection de ces données numériques contre les altérations volontaires ou la copie revêt des enjeux importants. Des techniques permettant d'identifier la source des données et de détecter une éventuelle modification sont également abordées dans cette UE ainsi que la robustesse de ces méthodes par rapport à différents types d'attaques.

Les notions étudiées en cours sont implémentées par des simulations réalistes au cours des mini-projets.

5 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 8h

Travaux Pratiques : 24h

Objectifs

- > Comprendre le codage à très bas débit de la parole en vue de sa transmission dans les réseaux informatiques et aussi pour la protection des contenus.
- > Comprendre et paramétrer un compresseur vidéo.
- > Comprendre les méthodes fondamentales pour la protection des contenus multimédia.

Pré-requis nécessaires

Calcul matriciel, Transformée en Z, Transformée de Fourier ; Communications numériques ; Processus et signaux aléatoires ; Codage de source, compression JPEG ; Traitement d'images.

Compétences visées

- > Identifier et exploiter les technologies utilisées dans les codecs.
- > Quantification logarithmique et application au codeurs de la forme d'onde (codec G7XX).
- > Modélisation par prédiction linéaire et application à l'extraction des pitches et des formants de la parole.
- > Conception des vocodeurs paramétriques à bas débit (FS1015, LPCXX) et des codeurs hybrides.
- > Notion de cryptage du signal audio.
- > Compression et transmission de séquences d'images (MPEG). Compensation de mouvement.
- > Prédiction causale et anti-causale. Régulation de débit.
- > Notion de codage arithmétique. Détection et caractérisation d'objets.
- > Sécurité, protection: tatouage numérique des vidéos.
- > Techniques temporelles, notamment par perturbation des vecteurs de mouvement, pour l'embrouillage ou le marquage des vidéos.
- > Robustesse du tatouage vidéo par rapport à différents types d'attaque, par recompression, par filtrage, par permutations d'images.
- > Aspects psycho-visuels : invisibilité de la protection insérée dans le flux vidéo et compromis invisibilité/robustesse.

Bibliographie

Des références actualisées chaque année seront fournies en cours

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	60%	
UE	CC	Travaux Pratiques		40%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

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

Préparation à la vie professionnelle

6 crédits ECTS

1 EC d'anglais au choix selon résultats

Anglais

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 11h

Travaux Dirigés : 11h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

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

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Ecrit - devoir surveillé	30	1/1	

Projet spécialité en anglais

Présentation

Ce module vise à mettre l'étudiant en situation d'appliquer les compétences acquises en anglais à son domaine de spécialité.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Pratiques : 10h

Pré-requis nécessaires

Etre certifié en anglais niveau B2.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	10	1/1	

Communication

2 crédits ECTS

Volume horaire

Travaux Dirigés : 15h

Cours Magistral : 7h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CC	Ecrit et/ou Oral		1/1	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
EC	CT	Oral	15	1/1	

Entreprise

1 crédits ECTS

Volume horaire

Autres : 10h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	Autre modalité	Autre nature			Validation par "Badge"

Gestion et mise en œuvre automatisée des politiques de sécurité

5 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 14h

Travaux Dirigés : 14h

Travaux Pratiques : 18h

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%	

Technique d'accès multiple : Furtivité des communications

Présentation

Les techniques d'accès multiple constituent un élément essentiel de beaucoup de normes récentes de communication numérique. Leur intérêt est encore renforcé par l'émergence de l'Internet des Objets. Cette UE aborde les différentes méthodes permettant l'accès multiple à un canal de transmission. Un accent particulier est également mis sur la discrétion de certaines de ces méthodes (furtivité), permettant par là de réduire les risques d'attaque et d'interception des communications.

3 crédits ECTS

Volume horaire

Cours Magistral : 12h

Travaux Dirigés : 8h

Travaux Pratiques : 12h

Objectifs

- > Connaissance des principes de communication numérique avec accès multiple.
- > Expérience concrète de la programmation et de l'évaluation d'un système de transmission à accès multiple.
- > Savoir utiliser l'étalement de spectre pour protéger une transmission.
- > Savoir évaluer la probabilité d'interception et la résistance au brouillage.

Pré-requis nécessaires

Communications numériques.

Compétences visées

- > Etude des méthodes et techniques d'étalement de spectre (séquences directes, sauts de fréquence) et des méthodes d'accès multiples (TDMA, FDMA et CDMA).
- > Codes de Gold, Kasami et OVSF (codes orthogonaux à longueur variable).
- > Principe et performances des différents récepteurs. Synchronisation: acquisition et poursuite.
- > Exemples de normes et systèmes basés sur l'accès multiple. Sécurité : évaluation de la discrétion (furtivité).
- > Probabilité d'interception. Résistance au brouillage.

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		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	60	100%	

Bureau d'études

4 crédits ECTS

Volume horaire

Projet tutoré : 40h

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
	CC	Autre nature		100%	

Stage en entreprise ou laboratoire (4 à 6 mois)

Présentation

Découvrir le monde de l'entreprise. Mise en application des connaissances acquises.

Objectifs

Un stage de longue durée en fin de 2ème année (4 à 6 mois à partir du mois de mars) permet de compléter les enseignements théoriques et pratiques dispensés lors des 2 années du master.

Ce stage s'effectue préférentiellement au sein d'une entreprise ou d'un laboratoire de recherche dont le secteur d'activités est lié aux enseignements dispensés. Il donne lieu à la rédaction d'un mémoire et à une soutenance devant un jury composé d'universitaires intervenant dans le Master et des professionnels de l'entreprise ou du laboratoire concerné. Un membre de l'équipe pédagogique fait office de tuteur. Il est chargé des relations avec l'étudiant et l'entreprise ou le laboratoire.

Ce stage peut également être effectué à l'étranger.

18 crédits ECTS

Volume horaire

Stages : 620h

Pré-requis nécessaires

Avoir suivi les enseignements du S9 et S10.

Compétences visées

- > Mettre en pratique les connaissances acquises durant la formation à l'université et acquérir de nouvelles compétences dans le milieu professionnel.
- > Participer à la production des biens et services pour le marché.
- > Faire preuve d'autonomie et de capacités d'adaptation.
- > Développer son employabilité sur le marché du travail.
- > Le stage est régi par une convention de stage signée par le stagiaire, l'entreprise et l'université.
- > En entreprise, le stagiaire est suivi par un maître de stage et il est représenté à l'université par un tuteur universitaire.

Modalités de contrôle des connaissances

Session 1 ou session unique - Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	CC	Travaux Pratiques		33%	Le CC correspond à l'évaluation du travail de stage par l'encadrant (d'entreprise ou de laboratoire)
Stages	CT	Ecrit - rapport		33%	
Stages	CT	Oral - soutenance		34%	

Session 2 : Contrôle de connaissances

Nature de l'enseignement	Modalité	Nature	Durée (min.)	Coefficient	Remarques
Stages	Report de notes	Autre nature			